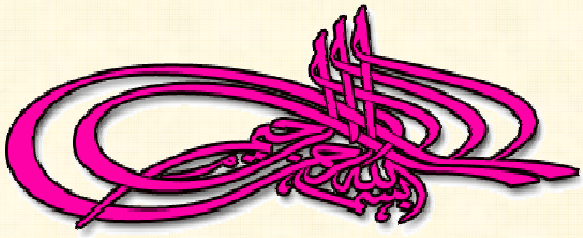


الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد صلى الله عليه وعلى آله وصحبه أجمعين
أما بعد

يقول رسول الله صلى الله عليه وسلم
" خير الناس أنفعهم للناس "

فقد بحثت على النت عن مواضيع عن تصميم أنظمة مكافحة الحريق ووجدت الافتقار الواضح لمثل هذه المواضيع

فأضع بين أيديكم هذا الجهد المتواضع عن هذا الموضوع وهو عن

((تصميم أنظمة مكافحة الحريق بالمياه))

وقد ضمنت هذا البحث بالصور التوضيحية والجداول اللازمة بفضل الله سبحانه وتعالى

سائلا الله سبحانه وتعالى أن ينفع به المسلمين

وان شاء الله تعالى سيتم عمل بحث اخر عن

تصميم أنظمة مكافحة الحريق بالغاز

والله ولى التوفيق

جميع الحقوق محفوظة

أخيكم فى الله

مهندس ميكانيكى / عبدالمنعم عبدالمجيد

002-01118336760

Eng_abdoo99@yahoo.com

جمهورية مصرالعربية - 2011

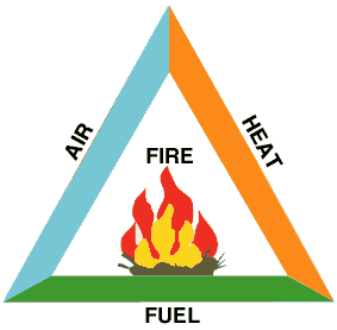
مقدمـــة هامـــة عن الحريـــق

الحريق ببساطة شديدة الحريق هو عبارة عن تفاعل كيميائى يشمل الأكسدة السريعة للمواد القابلة للإشتعال.

فى الماضى كنا نعرف ما يسمى بمثلث الإشتعال الذى يتكون من : المادة ، الأوكسيجين ، مصدر الإشتعال ، ولكن حديثا تغير هذا المفهوم لتصبح عناصر الإشتعال أربعة عناصر بدلا من ثلاثة ، وتم إضافة العنصر الرابع : التفاعل الكيميائى المتسلسل للحريق (Chemical Chain Reaction)

الأمر الذى أدى لتكوين هرم الإشتعال (Fire Tetrahedron) بدلا من مثلث الإشتعال كما هو موضح بالشكل

لذلك فإن عناصر الإشتعال الأربعة هى:



١- المادة القابلة للإشتعال Fuel (Combustible Substances)

٢- الهواء (الأوكسيجين) Air (Oxygen)

٣- الحرارة (مصادر الإشتعال) Heat (Sources of Ignition)

٤- التفاعل الكيميائى المتسلسل Chain Chemical Reaction

وسوف نتحدث فيما يلى عن كل عنصر من هذه العناصر بشىء من التفصيل:

١- *الوقود (المادة القابلة للإشتعال):*

المواد القابلة للإشتعال تكون على هيئة : مواد صلبة ، مواد سائلة ، مواد غازية.

- المواد الصلبة: مثل الأخشاب، القماش، الأوراق، الكرتون
- المواد السائلة: مثل بنزين السيارات ، المذيبات ، الكحولات
- المواد الغازية: البوتاجاز ، الأسيتيلين ، الهيدروجين

الشىء الذى يحترق من الوقود هو الأبخرة التى ينتجها ، وهذه الأبخرة إذا إتحدت مع الهواء بالنسب الصحيحة لكل مادة ووجدت مصدر للإشتعال لإشتعلت.

٢- *الهواء (الأوكسيجين):*

جميع المواد تحتاج للأوكسيجين لكى تشتعل ، وتبلغ نسبة الأوكسيجين فى الجو حوالى ٢١ % ، ويجب ألا تقل نسبة الأوكسيجين عن ١٦ % حتى يستمر الحريق.

ويجب أن تتحد كل مادة مع الأوكسيجين بنسب معينة خاصة بها بما يسمى حدود الإشتعال (Flammability Limits) ، ولكل مادة ما يسمى بأدنى مدى للإشتعال (LEL) وأعلى مدى للإشتعال (UEL).

وعلى سبيل المثال فإن أدنى مدى للإشتعال لبنزين السيارات هو ١.٦ % وأعلى مدى له ٧ % ، لذلك إذا إتحد ١.٦ % من أبخرة البنزين مع ٩٨.٤ % من الهواء لتكون خليط قابل للإشتعال إذا وجد مصدر للإشتعال لإشتعل. وإذا إتحد ٧ % من أبخرة البنزين مع ٩٣ % من الهواء لتكون أيضا خليط قابل للإشتعال إذا وجد مصدر للإشتعال لإشتعل. وأى نسبة خلط بين أبخرة بنزين السيارات وبين الهواء تقع بين هذين الرقمين (١.٦ % ، ٧ %) سوف يتكون خليط قابل للإشتعال إذا وجد مصدر للإشتعال لإشتعل.

٣- الحرارة (مصادر الإشتعال)

الحرارة هى الطاقة المطلوبة لزيادة درجة حرارة المادة القابلة للإشتعال لدرجة أن تتولد منها كمية كافية من الأبخرة لحدوث الإشتعال ، ومصادر الإشتعال كثيرة ومتعددة منها :

الكهرباء: من أكثر مصادر الإشتعال تسببا لحدوث الحرائق هى الكهرباء ، وذلك عن طريق:

- التحميل الزائد
- عدم توصيل الأسلاك بطريقة سليمة
- تلف الأسلاك الكهربائية أو تلف العازل الخاص بها
- تلف المعدات والأجهزة الكهربائية

التدخين:

يأتى التدخين فى المركز الثانى بعد الكهرباء تسببا فى الحرائق. وتحدث معظم هذه الحرائق بسبب سقوط السجائر أو بقايا السجاير المشتعلة على الأثاث أو عند التخين أثناء النوم.

الأعمال الساخنة(أعمال القطع واللحام):

تحدث الحرائق بسبب أعمال اللحام والقطع فى أماكن تحتوى على مواد قابلة للإشتعال بسبب الشرر المتطاير أو بسبب المعدن المنصهر وذلك فى حالة إجراء عمليات اللحام والقطع بدون إتخاذ إجراءات السلامة اللازمة.

اللهب المباشر:

تشمل السجائر ، الولاعات ، الكبريت ، السخانات والدفايات التى قد تسبب فى إشعال المواد القابلة للإشتعال المجاورة.

الأسطح الساخنة:

مثل الأفران والغلايات والأسطح الساخنة حيث تنتقل الحرارة منها إلى المواد القريبة أو الملاصقة لها عن طريق التوصيل الحرارى وتتسبب فى إشتعال هذه المواد.

الإشتعال الذاتى:

بعض المواد يحدث بها تفاعل كيميائى (أكسدة) بسبب إرتفاع درجة الحرارة وهذه المواد تحتفظ بدرجات الحرارة ولا تسمح بتسربها للجو المحيط وهذه المواد هى : الزيوت النباتية والحيوانية وبقايا الدهان ، وعندما يتم إستخدام قطع من القماش فى تنظيف هذه المواد وترك قطع القماش لمدد طويلة ، وبسبب الأكسدة وإرتفاع درجة الحرارة والإستمرار فى إرتفاع درجة الحرارة وعدم تسربها للجو إلى أن تصل إلى درجة إشتعال قطع القماش وبالتالى تشتعل هذه القطع مسببة حدوث حريق.

الكهرباء الإستاتيكية:

تنتج الكهرباء الإستاتيكية نتيجة لإحتكاك بين شيئين (مثل سريان المواد البترولية فى أنابيب البترول) وتتراكم هذه الشحنات إلى أن تصل إلى حد تخرج فيه على هيئة شرر حيث من الممكن أن يتسبب هذا الشرر فى حدوث حريق فى أية مواد ملتهبة مجاورة.

الإحتكاك:

فى حالة حدوث إحتكاك بين أجزاء الماكينات ببعضها قد يحدث إرتفاع فى درجات الحرارة من الممكن أن يسبب إشتعال المواد القابلة للإشتعال القريبة من هذه المعدات والماكينات.

٤- التفاعل الكيميائى المتسلسل:

يستمر الحريق فى الإشتعال طالما العناصر الثلاثة (المادة ، الحرارة ، والأوكسيجين) موجودة بالنسب الصحيحة ، وينتج من هذه العناصر مواد كيميائية فعالة تعرف بالشقوق الطليقة Free Radicals ، والحريق يستمر ويعرف بالتفاعل الكيميائى المتسلسل.

تنقسم اعمال اطفاء الحريق الى ٣ اقسام :

١- Architect Engineer : وهو مختص باعمال fire safety
٢- Electrical Engineer : وهو مختص باعمال انذار الحريق fire Alarm
٣- Mechanical Engineer : وهو مختص باعمال fire fighting

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

ويتم الاعتماد فى انظمه التصميم على :

١- NFPA: (National Fire Protection Association) وهو الكود الامريكى فى التصميم.
٢- LPC: وهو الكود الانجليزى للتصميم. British Standard (BS)

يجب 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 يكون 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 اليدويه.
٢- FM-200, CO2, FE-13 انظمه اوتوماتيكيه.

لحدوث الحريق لابد من توافر :

١- وجود مواد قابله للاحتراق Combustion material
٢- توافر الاكسجين Oxygen
٣- توافر درجه الحراره الازمه لحدوث الحريق ووصول الماده القابله للاشتعال الى درجه الاشتعال الذاتى الخاصه بها Ignition temperature

ولمنع الحريق لابد من التحكم بالعناصر السابقه ولكن لا يمكن التحكم فى العنصر الاول ولكن من الممكن التحكم فى العنصران الباقيين اما بتقليل الاكسجين وذلك باستخدام المكافحه بالغاز او الحراره اللازمه للاحتراق وذلك باستخدام المكافحه بالمياه .

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 وحسب انواع المواد القابلة للاشتعال فى المكان.

تصنيف الخطورة للمنشآت

يعتمد تصنيف الخطورة للمنشآت على قابلية محتويات المنشأة للاحتراق، وكمية الحرارة الناتجة عن ذلك الاحتراق.
وتقسم الخطورة حسب الجمعية الوطنية الامريكية لمكافحة الحرائق NFPA إلى ما يلي:

١- الخطورة المنخفضة: (Light Hazard)

حيث تكون المواد الداخلة في الإنشاء والمحتويات ذات قابلية ضعيفة للاحتراق، وإذا احترقت تكون كمية الحرارة الناتجة قليلة نسبيًا. كالاوراق و البلاستيك و الخشب - الكنائس - الانديه - قاعات المحاضرات - المستشفيات - المكتبات ماعدا المخازن الضخمه بها - المتاحف - المكاتب- المطاعم - المسارح ..... الخ .

٢- الخطورة العادية: (Ordinary Hazard)

وتصنف الى المجموعتين التاليتين:

أ) المجموعة الأولى:
حيث تكون المواد الداخلة في الإنشاء والمحتويات ذات قابلية قليلة للاحتراق، وعند احتراقها تكون كمية الحرارة الناتجة متوسطة نسبيًا. وفي حالة التخزين لا يزيد ارتفاع المواد المخزنة عن ٢.٥ م.
كمواقف السيارات - المخابز - صناعات الاغذيه - محطات الالكترونيه - صناعات الزجاج -المغاسل - خدمات المطاعم .

ب) المجموعة الثانية:
حيث تكون المواد الداخلة في الإنشاء والمحتويات ذات قابلية متوسطة للاحتراق، وعند احتراقها تكون كمية الحرارة الناتجة متوسطة نسبيًا، وفي حالة التخزين، لا يزيد ارتفاع المواد المخزنة عن ٣.٧ م.
كالمعامل الكيميائيه - التنظيف الجاف - اسطبلات الخيول - الورش - المكتبات الضخمه - الصناعات المعدنيه - الصناعات الورقيه - مكاتب البريد - المسارح -جراجات التصليح - صناعه الاطارات - ماكينات الاعمال الخشبيه .

٣- الخطورة العالية: Extra Hazard

وتصنف الى المجموعتين التاليتين:

أ) المجموعة الأولى:
حيث تكون المواد الداخلة في الإنشاء والمحتويات ذات قابلية عالية جدًا للاحتراق وعند احتراقها تكون كمية الحرارة الناتجة عالية جدًا ومصحوبة بغبار ومواد أخرى مما يؤدي إلى احتمالية تولد الحرائق بمعدلات عالية من الانطلاق الحراري. وذلك في حالة عدم وجود سوائل قابلة للاحتراق وسوائل قابلة للاشتعال أو وجودها بكميات قليلة.
كالزيوت الهيدروليكيه القابله للاحتراق – المسابك – الالواح والابلاكاش – المطابع التى تستخدم الاحبار نقطه الوميض لها اقل من ٣٧.٨ درجه – المطاط – الصناعات القطنيه ..... الخ .

ب) المجموعة الثانية:
تعرف بالمنشآت التي تحتوي على سوائل قابلة للاحتراق أو سوائل قابلة للاشتعال بكميات متوسطة إلى عالية. أو في الأماكن التي ينتشر بها تواجد المواد المستقلة داخل حيز مغلق.
كالصناعات الغازيه المضغوطه – الزيوت – المنظفات – الملمعات – الدهانات – الصناعات المجهزه للاسفلت.

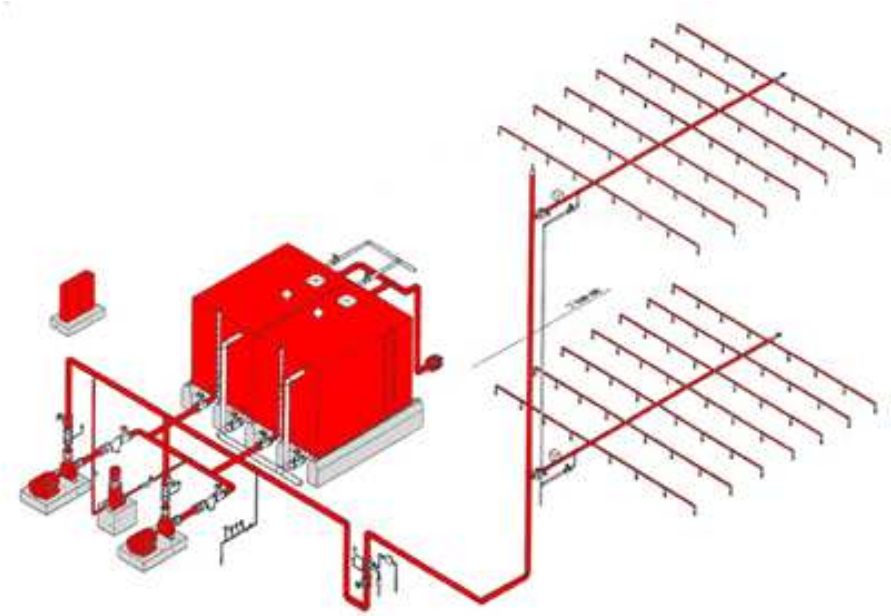
الخطورة الخاصة

هي الاماكن الاستثنائية التي لاتصنف الى الخطورات السابقة ، مثل حرائق بعض المواد الكيميائية التي تتفاعل مع الماء وتنتج أبخرة سامة أو قابلة للاشتعال أو الانفجار.

وينصح بعدم استعمال نظام المرشات لاطفاء حرائق بعض المواد الصلبة و بعض أنواع الأجهزة الدقيقة مثل أجهزة الحاسب الآلي وآلات الطباعة والتصوير الحساسة للماء، ويستبدل بأنظمة مكافحة أخرى لا يدخل فيها الماء كوسيط للإطفاء، إلا انه يأتي في آخر القائمة لأنظمة مكافحة الحريق لهذه الأجهزة، حيث يمكن استخدامه في حالة عدم إمكانية تطبيق الأنظمة الأخرى.

أنواع أنظمة المرشات المائية

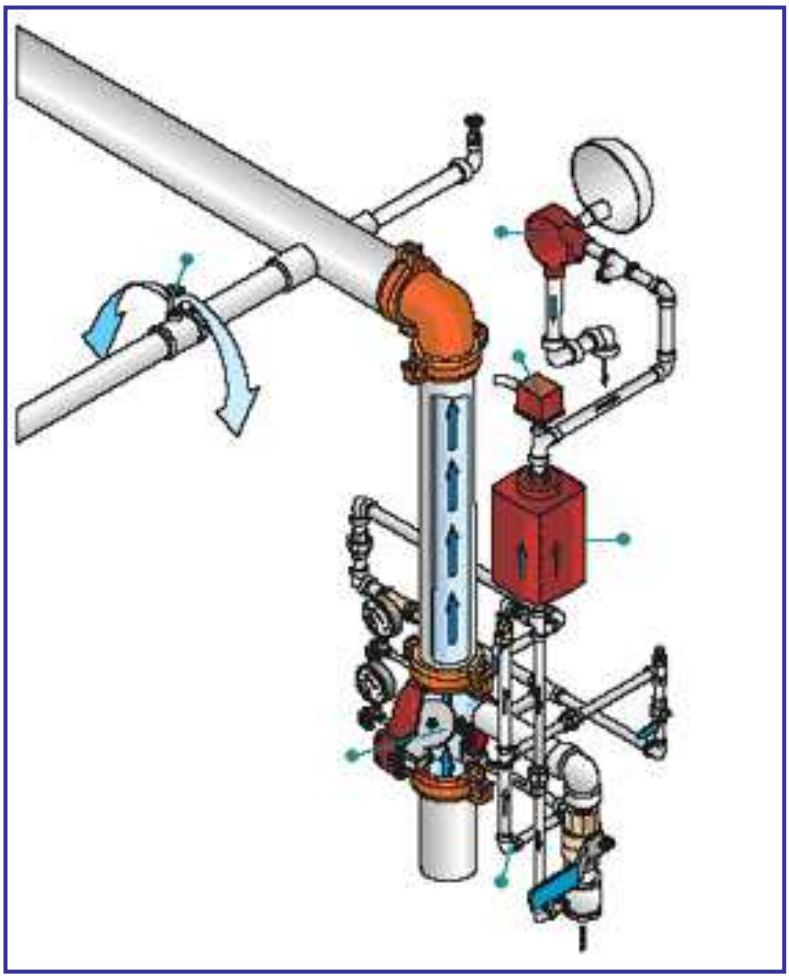
تنقسم أنظمة المرشات من حيث الأداء إلى الأنواع التالية:



١- نظام الشبكة الجارية (الرطبة) Wet Pipe System

هو النظام الأكثر شيوعًا لانه يعمل في بيئات درجة حرارتها الطبيعية (٤ درجة مئوية - ٧٠ درجة مئوية)، وترتبط هذه الشبكة بمصدر المياه، حيث تصل المياه من المصدر إلى رؤوس المرشات بشكل دائم .

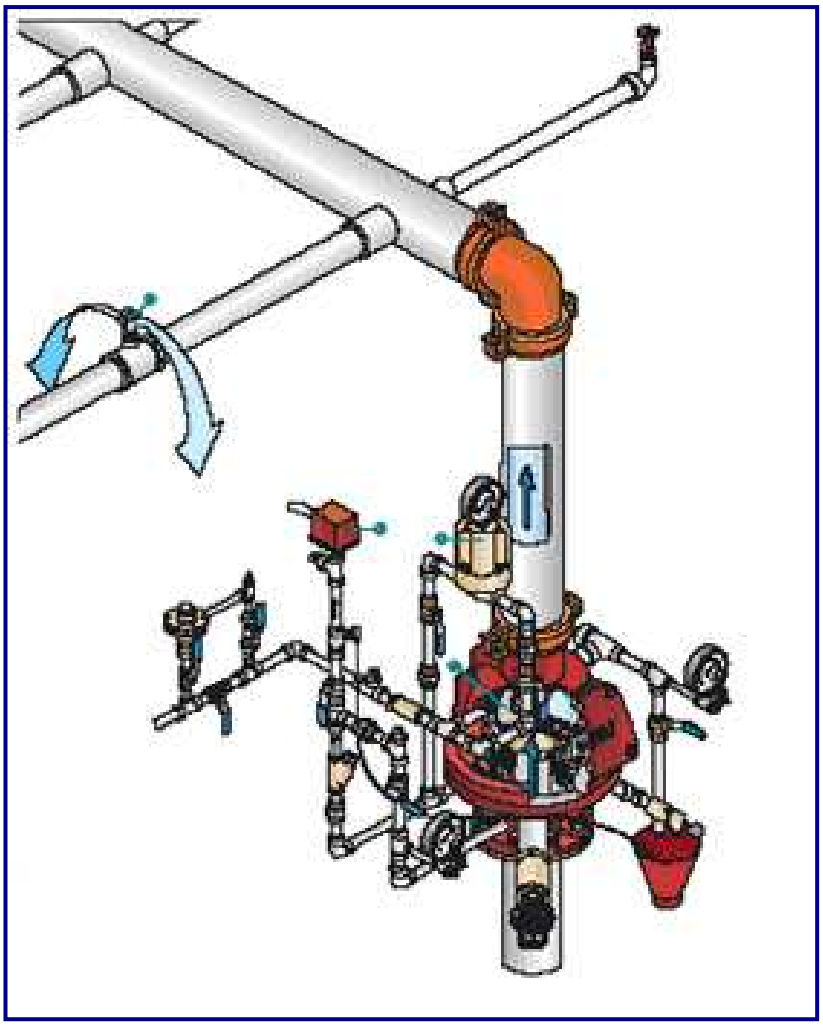
وعند حدوث الحريق تتأثر هذه المرشات بالحرارة، فتنفتح الرؤوس المتأثرة بالحرارة فقط، فيتدفق الماء على منطقة الحريق فورًا، ويعمل انخفاض الضغط الحاصل في الشبكة على استمرار تدفق المياه تلقائيًا من المصدر إلى رؤوس المرشات.



٢- نظام الشبكة الخالية (الجافة) Dry Pipe System

هو عبارة عن شبكة من الأنابيب موزعة عليها رؤوس المرشات بانتظام، وتحتوي على الهواء أو النتروجين المضغوط. وتكون شبكة المرشات داخل المنشأة خالية من الماء و يكون الماء محجوزًا عند الصمام الرئيسي، يفتح الصمام الرئيسي عند انخفاض ضغط الغاز اوعندما يتسرب الهواء من رؤوس المرشات ، حيث تتدفق المياه عبر الرؤوس التي فتحت نتيجة للحريق،

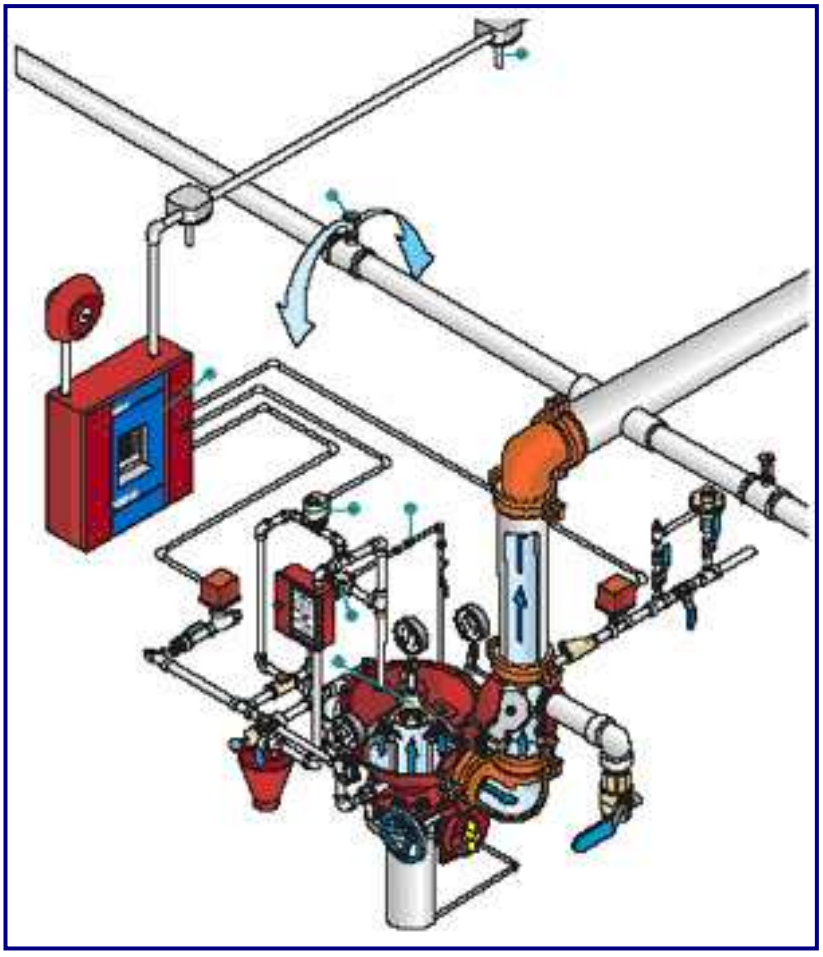
يستعمل هذا النظام عادة في الأماكن التي تنخفض فيها درجة الحرارة (تقل عن ٤ درجات مئوية) تفاديا لتجمد المياه داخل الشبكة، كما هو الحال في المخازن المبردة. كما يستخدم في المساحات المعرضة الى درجة حرارة عالية (اي التي تزيد عن ٧٠ درجة مئوية).



3- نظام الشبكة ذات التشغيل المسبق Pre-Action System

عبارة عن شبكة من الأنابيب موزعة عليها رؤوس المرشات بانتظام وتحتوي على الهواء أو النيتروجين المضغوط وتكون الشبكة عادة خالية من الماء، ويكون الماء متوقفًا عند الصمام الرئيسي، بالإضافة إلى شبكة إنذار مساعدة توزع كاشفاتها كما توزع رؤوس المرشات وعند حدوث حريق وانخفاض ضغط الغاز، وعمل جهاز الإنذار يفتح الصمام الرئيسي فيتدفق الماء عبر الرؤوس التي فتحت نتيجة الحريق.

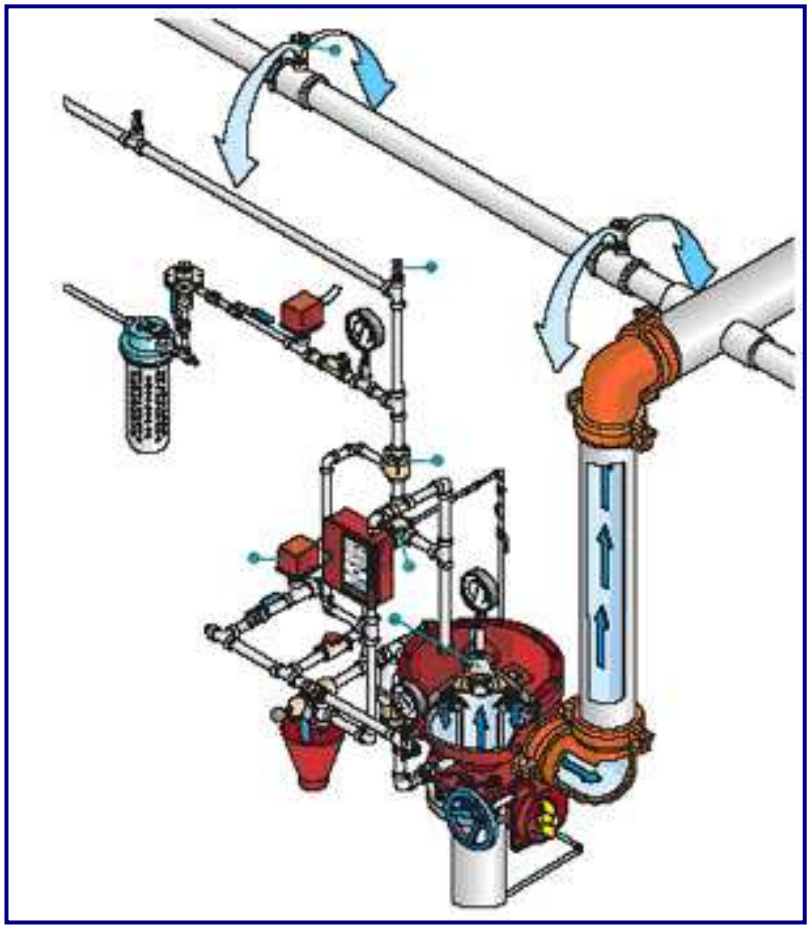
وتمتاز هذه الشبكة عن الشبكة الخالية بكونها أكثر أمانًا من ناحية التشغيل الخاطئ لوجود جهاز الإنذار (كاشف حرارة او دخان او لهب) بالإضافة إلى شبكة الغاز. يتم استخدام هذا النظام اذا كان هناك موجودات ذات قيمة عالية مثل غرف الكمبيوتر والمختبرات ومكتبات المخطوطات.



٤- نظام الغمر المائي Deluge System

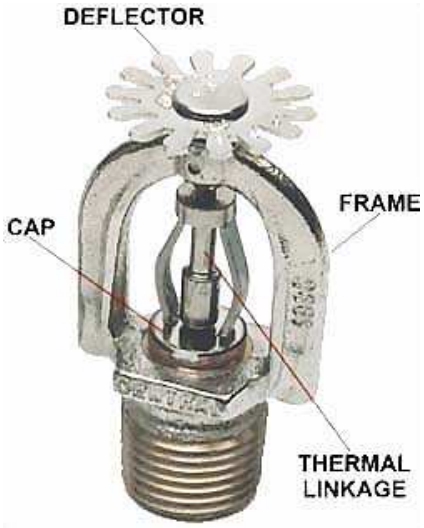
تكون رؤوس المرشات المائية للنظام مفتوحة كليا والشبكة تكون خالية تماما من الماء و الغاز ولكن تكون متصلة بشبكة انابيب تزود بمصدر مياه من خلال صمام يسمى صمام الغمر يفتح عن طريق عمل نظام الانذار الموجود ضمن المساحة المراد حمايتها.

يعمل نظام الانذار على تشغيل صمام الغمر سواءا ميكانيكيا او كهربائياً. ويستخدم نظام الغمر في المساحات ذات المواد القابلة الاشتغال والتي تحتاج إلى كمية كبيرة من المياه لاطفائها في وقت قصير مثل خزانات الغاز المسال والسوائل المشتعلة والمحولات الكهربائية.



نظام الرشاشات الاوتوماتيكيه Automatic Sprinkler System

يجب معرفه شكل ومكونات الرشاشات



أ - المكونات:

ويتكون رأس المرش من الأجزاء التالية:

١- جسم المرش (frame)

٢-الفوهة (orifice)

تختلف أقطارها حسب نوع درجة الخطورة فهي غالبا تكون 10 مم او 15 مم او 20 مم.

٣-الوسيلة المتأثرة بالحريق(bulb)

وتكون الفقاعة الزجاجية المحتوية على سائل يتأثر بالحرارة أو الوصلة المنصهرة أو المادة الكيميائية التي تتأثر بالحرارة.

٤-العاكس (الموزع) (deflector)

هو الذي يعمل على توزيع المياه بشكل منتظم على مكان الحريق.

ب- أنواع المرشات:

تصنف رؤوس المرشات من حيث شكل الموزع وطريقة تركيبها إلى علوية، وسفلية، وجانبية وعلوية جانبية.
كما تختلف بالنسبة لدرجة الحرارة التي تعمل عندها هذه المرشات حسب نوع الخطورة ودرجة حرارة الجو المحيط بحيث تكون أعلى من درجة حرارة الجو المحيط بمقدار 30 درجة.
وتكون هذه الرؤوس مميزة بألوان تدل على درجات الحرارة المختلفة.

١- رشاش من النوع صاحب الزجاجه Glass type

وهو يحتوى على زجاجه (bulb) هذه الزجاجه تعمل على غلق مسار الماء ومنعه من التدفق ،هذه الزجاجه تحتوى بداخلها على غاز عند حدوث الحريق يتمدد الغاز مما يؤدى الى كسر الزجاجه فيندفع الماء ويتدفق ويعمل على اطفاء الحريق .

وهناك ألوان لهذه الزجاجة لكل لون منها درجة حرارة معينه

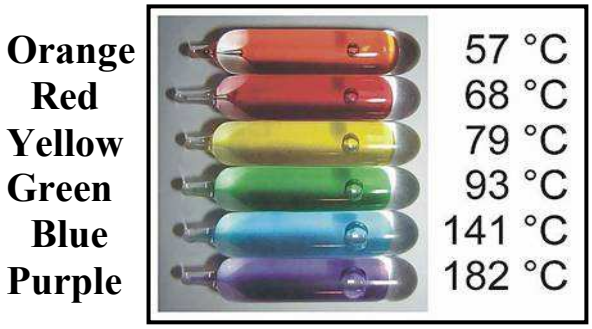


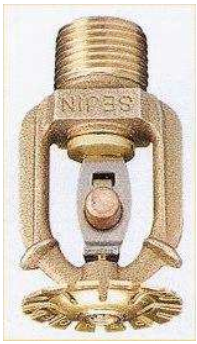
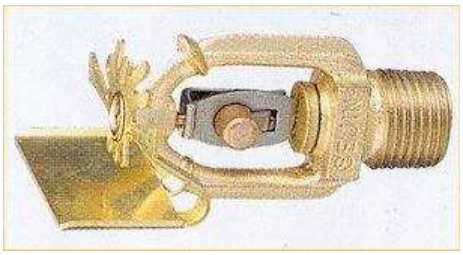
Table (1)

NFBA13 2007 Edition indicates the maximum ceiling temperature, nominal operating temperature of the sprinkler, color of the bulb or link and the temperature classification.

Maximum Ceiling Temperature	Temperature Rating	Temperature Classification	Color Code (with Fusible Link)	Glass Bulb Color
100°F / 38°C	135-170°F / 57-77°C	Ordinary	Uncolored or Black	Orange (135°F) or Red (155°F)
150°F / 66°C	175-225°F / 79-107°C	Intermediate	White	Yellow (175°F) or Green (200°F)
225°F / 107°C	250-300°F / 121-149°C	High	Blue	Blue
300°F / 149°C	325-375°F / 163-191°C	Extra High	Red	Purple
375°F / 191°C	400-475°F / 204-246°C	Very Extra High	Green	Black
475°F / 246°C	500-575°F / 260-302°C	Ultra High	Orange	Black
625°F / 329°C	650°F / 343°C	Ultra High	Orange	Black

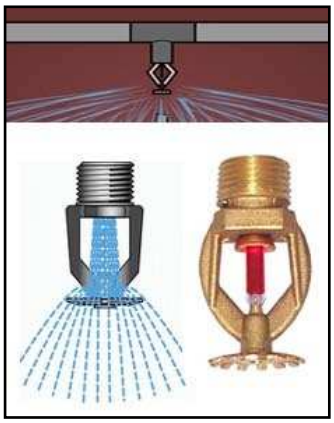
٢ - رشاش من النوع صاحب الوصله المعدنيه الملحومه Fusible link type

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.

ومن عيوب هذا الرشاش تراكم التراب على نقطة اللحام فتصعب عملية الانصهار عند ارتفاع درجة الحرارة ، وايضا بعد تركيبه واثناء الدهان ربما تقع عليه كمية من الدهان فتصعب انصهار نقطة اللحام ، لذلك لابد من تركيبه اخر شئ.

تصنيف المرشات



تصنيف المرش من حيث نوع العاكس (الموزع)

*** رأس المرش المعلق Pendent Sprinkler Head (SSP)**

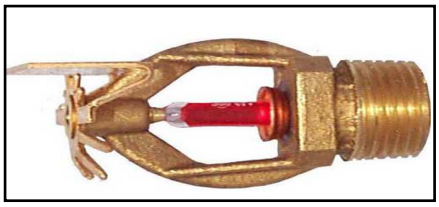
ويكون اتجاه سريان الماء الى اسفل ويستخدم
فى حاله وجود اسقف معلقه يوجد منه النوع الغاطس.

***رأس المرش القائم Upright Sprinkler Head (SSU)**

صمم هذا الرأس بحيث يتدفق الماء بشكل عمودي للاعلى معاكس لاتجاه عاكس الراس (للاسفل). تستخدم في حالة الأسقف الخشبية والحديدية لتبريد الأسقف إضافة للحماية السفلية.

*** رأس المرش الجانبي Sidewall Sprinkler Head**

يكون أكثر التدفق موجه باتجاه الحائط مكونًا ربع كرة من الرش
وجزء منها موجهه للحائط خلف المرش.
وتستخدم في غرف النوم ولمنع انتقال الحريق بين الطوابق.



تصنيف المرش من حيث الأداء الوظيفى

١) المرشات المفتوحة وتستخدم في أنظمة الغمر المائي.
٢) المرشات الجافة وتستخدم في المناطق المعرضة للتجمد أو أغراض صناعية.
٣) ومرشات الديكورات ومنها أنواع متعددة.
٤) المرشات المستخدمة في مستويات متعددة (في عمليات التخزين العالية).
٥) المرشات ذات الفتحات المتغيرة الاتجاه للرش.
٦) المرشات المستخدمة في رش أنواع الرغوة.

تصنيف المرش من حيث سرعة الاستجابة

١- رأس المرش ذو الإستجابة السريعة Quick Response (QR)

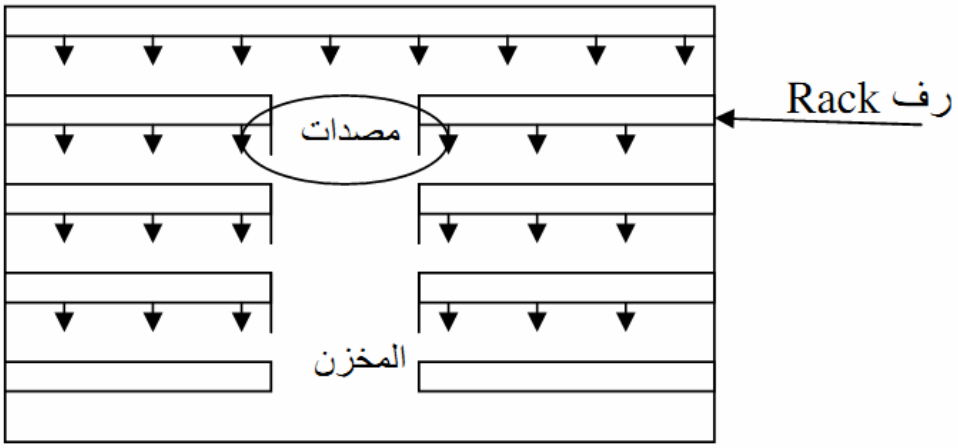
٢- رأس المرش ذو الاستجابة السريعة والغمر المبكر QRES -Quick Response Early Suppression

٣- رأس المرش ذو الغمر المبكر والاستجابة الفائقة ESFR–Early Suppression Fast Response

٤- رأس المرش ذو الاستجابة الفائقة Fast Response (FR)

تصنيف المرش من حيث طبيعه الاستخدام

١- Intermediate level sprinkler: ويستخدم فى المخازن عند وجود رفوف فى المخزن لانه عند استخدام المرشات التى فى السقف لا تصل الماه بين الرفوف .وهو Upright وهوعباره عن صف من الرشاشات يكون فى وسط المخزن ويحوى كل رشاش على غطاء لحمايته من المياه التى تسقط من اعلى من الرشاشات التى فى اعلى حتى لا يقل من درجه الحراره فلا ينصهر الرشاش.



٢- 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.

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

ملاحظات هامة جدا جدا.

* 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 مناسب 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 .

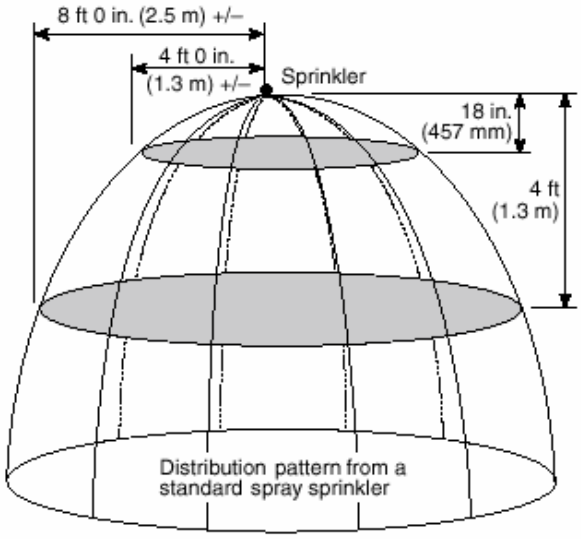
* جميع انواع الرشاشات المستخدمه من المقاس "1/2 or 3/4" .

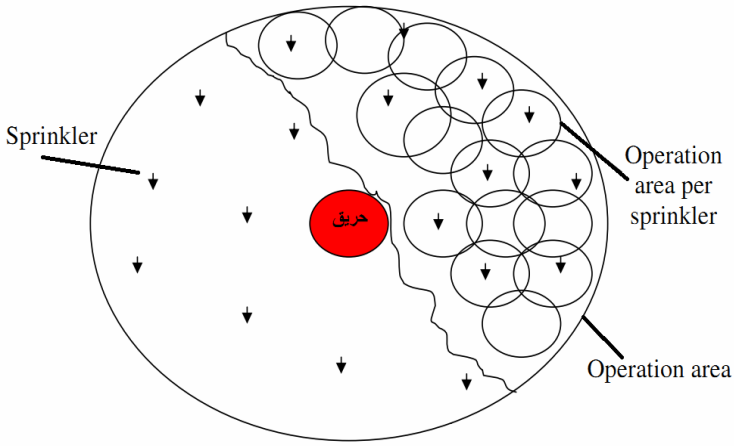
* أقصى ارتفاع لوضع ال sprinkler فى السقف أعلى الارض هو ٣ متر .

* اذا زاد الارتفاع عن ذلك فلابد من وضع ال Sidewall sprinkler .

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 .





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

Table (2)

Protection Areas and Maximum Spacing (Standard Spray Upright/Standard Spray Pendent) for **Light Hazard**

Construction Type	System Type	Protection Area		Spacing (maximum)	
		ft^2	m^2	ft	m
Noncombustible obstructed and unobstructed and combustible unobstructed with members 3 ft or more on center	Pipe schedule	200	18.6	15	4.6
Noncombustible obstructed and unobstructed and combustible unobstructed with members 3 ft or more on center	Hydraulically calculated	225	20.9	15	4.6
Combustible obstructed with members 3 ft or more on center	All	168	15.6	15	4.6
Combustible obstructed or unobstructed with members less than 3 ft on center	All	130	12.1	15	4.6
Unoccupied attics having combustible wood joist or wood truss construction with members less than 3 ft on center with slopes having a pitch of 4 in 12 or greater	All	120	11.1	8* × 15 (minimum psi) 10* × 12 (minimum 20 psi)	2.4* × 4.6 (minimum 0.48 bar) 3* × 3.7 (minimum 1.34 bar)

*The smaller dimension shall be measured perpendicular to the slope.

Table (3)

Protection Areas and Maximum Spacing (Standard Spray Upright/Standard Spray Pendent) for Ordinary Hazard

Construction Type	System Type	Protection Area		Spacing (maximum)	
		ft^2	m^2	ft	m
All	All	130	12.1	15	4.6

Table (4)

Protection Areas and Maximum Spacing (Standard Spray Upright/Standard Spray Pendent) for Extra Hazard

Construction Type	System Type	Protection Area		Spacing (maximum)	
		ft^2	m^2	ft	m
All	Pipe schedule	90	8.4	12 [In buildings with storage bays 25 ft (7.6 m) wide, 12 ft 6 in. (3.8 m) shall be permitted]	3.7
All	Hydraulically calculated with density ≥0.25	100	9.3	12 [In buildings with storage bays 25 ft (7.6 m) wide, 12 ft 6 in. (3.8 m) shall be permitted]	3.7
All	Hydraulically calculated with density <0.25	130	12.1	15	4.6

Table (5)

Protection Areas and Maximum Spacing (Standard Sidewall Spray Sprinkler)

	Light Hazard		Ordinary Hazard	
	Combustible Finish	Noncombustible or Limited-Combustible Finish	Combustible Finish	Noncombustible or Limited-Combustible Finish
Maximum distance along the wall *(S)*	14 ft	14 ft	10 ft	10 ft
Maximum room width *(L)*	12 ft	14 ft	10 ft	10 ft
Maximum protection area	120 ft^2	196 ft^2	80 ft^2	100 ft^2

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

تلخيص الجداول السابقة هو فى الجدول التالى.

Hazard	System Type	Area		Max. distance between sprinkler	
		m^2	ft^2	m	ft
Light hazard	Pipe schedule	18.6	200	4.6	15
	Hydraulic calculation	20.9	255		
Ordinary hazard	All	12.1	130	4.6	15
Extra hazard	Pipe schedule	8.4	90	3.7	12
	Hydraulic calculation with density >= 0.25	9.3	100	3.7	12
	Hydraulic calculation with density < 0.25	12.1	130	4.6	15

ملاحظـــــات هامة جدا :

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

* اكبرمسافة بين رشاشين لا تزيد عن ٤م فعند الانفجار لا يحدث تداخل بين المساحات الناتجة من الرشاش ويكون هناك فراغات لا يتم تغطيتها بالمياه.

* فى حالة (Upright Sprinkler / Pendent Sprinkler)
يجب الا تزيد مساحة التغطية للرشاش الواحد عن ($21\,m^2$) ($225\,ft^2$).

* فى حالة (Sidewall Spray Sprinkler) يجب الا تزيد مساحة التغطية للرشاش الواحد عن ($18.2\,m^2$) ($196\,ft^2$).

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)
Light Hazard	15
Ordinary Hazard	12
Extra Hazard	9

* المسافه بين اى رشاش والحائط يجب ان لا تزيد عن نص المسافه التى يجب توافرها بين اى رشاشين طبقا للجداول السابقة.

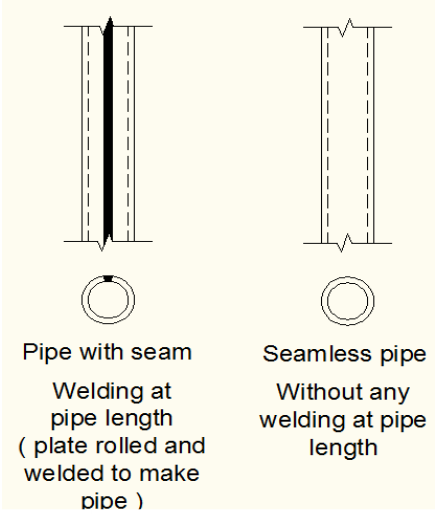
* اقل مسافه بين الرشاش والحائط لاتقل عن ٤ بوصه اى ١٠٢ مم .

* 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.

* عند توصيل شبكه المواسير يجب مراعاه ان تكون الخطوط بها نوع من السميتريه والتشابه لتوفير الوقت والتكلفه والعماله .

*- المواسير المستخدمة فى نظام الحريق
من النوع (seamless black steel schedule 40)
أى مواسير حديد غير ملحومة طوليا
من عيار ٤٠ غالبا

أنظر الشكل المقابل ←←



Sprinkler Operation Area:-

ويمكن تعريفها على انها اقل مساحه 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 (FT^2)	AREA (M^2)
Light Hazard	1500	139
Ordinary Hazard	1500	139
Extra Hazard	2500	232

تعـــريفـــات هامـــــــــــه :-

1- Main line:

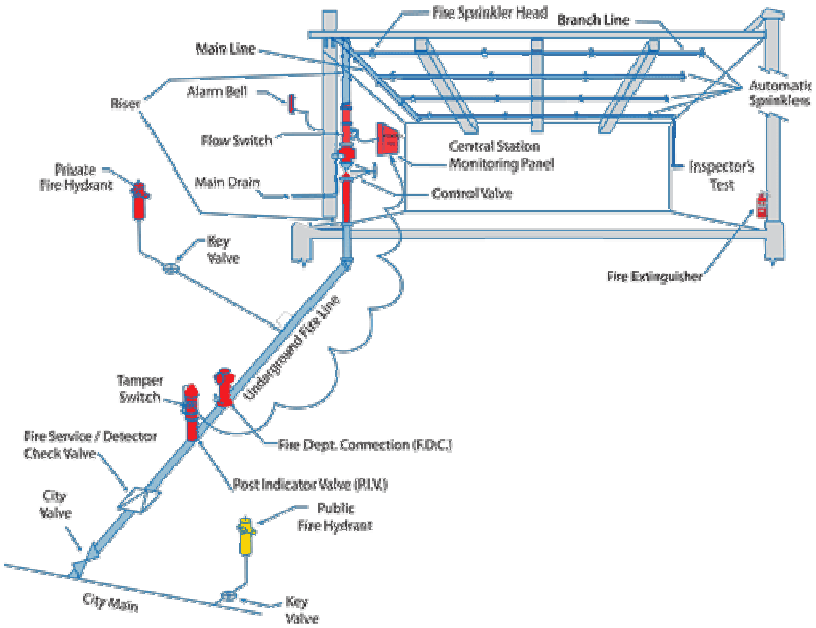
ممكن تعريفه على انه الخط الرئيسى الذى يغذى المبنى المراد حمايته.

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.

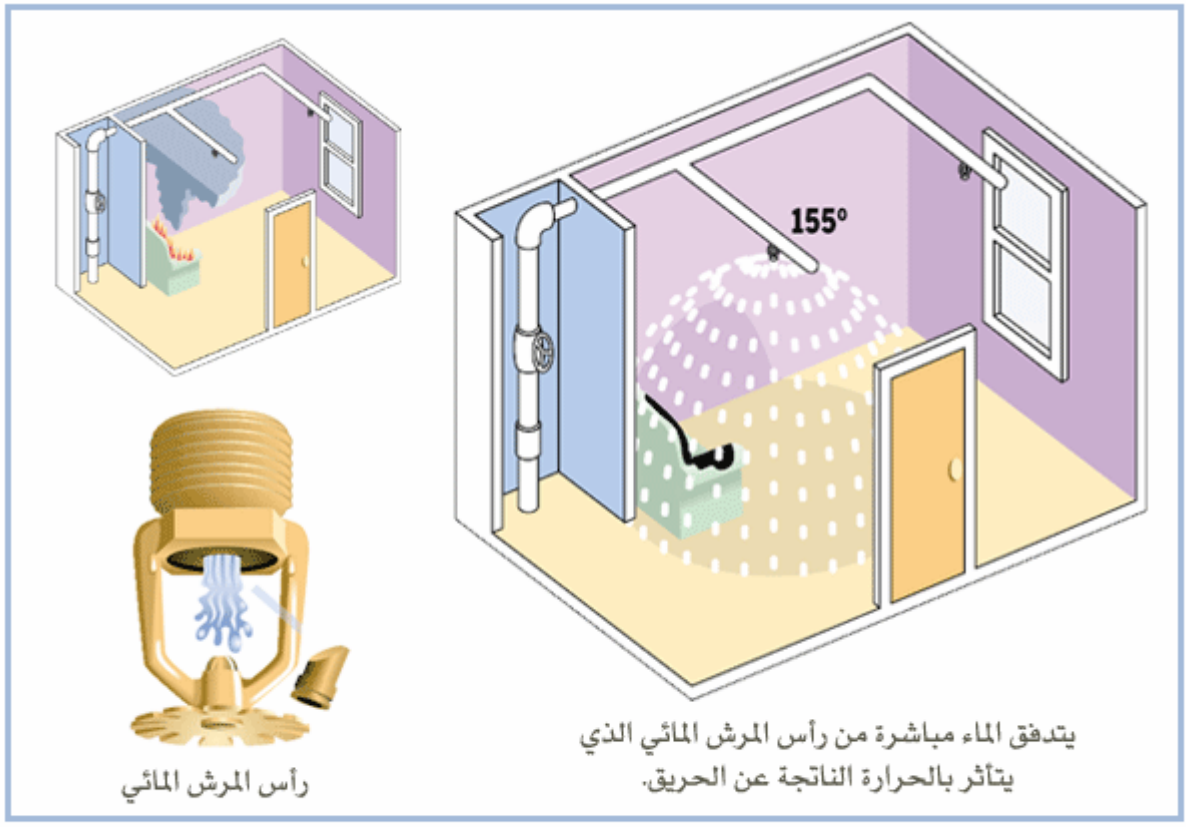


تصميم نظام الحريق بالمياه

لتصميم اى نظام حريق بالمياه لابد من معرفه وحساب الاتى

١- لابد من معرفة طبيعة المكان ودرجة الخطورة Hazard
٢- على أساس معرفة درجة الخطورة نحدد (coverage area per sprinkler)
٣- عدد الرشاشات المستخدمه No of sprinkler .
٤- المسافه بين الرشاشات Distance .
٥- كميه المياه اللازم توافرها ومعدل التدفق GPM .
٦- Head المطلوب.
٧- حجم التانك Water tank .
٨- مقاس المواسير Size of pipe .

يتم تحديد عدد الرشاشات المستخدمه والمسافه بينها طبقا لدرجه الخطوره (سرعه انتشار اللهب) فكلما زادت درجه الخطوره تقل المسافه بين الرشاشات .



نظام المرشات المائية الإطفائية الذاتية

Hydraulic Calculation

* يتم الحسابات على أسوأ مساحة تشغيل وتكون عادة أبعد منطقة عن الطلمبات حتى يتم توصيل المياه بضغط التشغيل لابعد مكان وبذلك نضمن أن كل النظام مضغوط ونحترس من زيادة الضغط عند بعض الاماكن حتى لا يتم تفجير الرشاشات بدون حريق وتم معالجة ذلك بوحدة لتخفيض الضغط اذا لزم الامر.
* التصميم عموما يكون فيه فروض كثيرة ولكن محكومة ببعض القوانين وال limits للنتائج كما سنرى.
* تذكير بسيط أن الحسابات تفرض وقوع الحريق فى مكان واحد وتشغيل نظام لاطفاء الحريق وليس تفجير كل الرشاشات فى المبنى او حتى فى المكان المفترض نفسه
* يتم حساب عدد الرشاشات ثلاث مرات (فى الغرفة – وفى operation area – وفى أسوأ مساحة) وذلك بعد معرفه الهازرد التى نعمل عليها والمساحه التى يغطيها الرشاش ، ندخل بعد ذلك لمعرفه عدد الرشاشات ويمكن حساب عدد الرشاشات بالقانون :

IN ROOM

No. of Sprinkler = Area of room / Area coverage per Sprinkler from table of hazard

عدد الرشاشات في الغرفة = مساحة الغرفة / المساحة التي يغطيها الرشاش الواحد من الجدول

IN OPERATION AREA

No. of total sprinkler to calculate = operation area / Area coverage per Sprinkler from table of hazard

عدد الرشاشات الكلية = مساحة التصميم / المساحة التي يغطيها الرشاش الواحد من الجدول

IN WOREST AREA

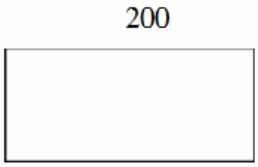
يتم حساب عدد الرشاشات فى ال Branch التابع لاسوأ مساحة عن طريق ال operation area عن طريق المعادلة الاتية:-

$$\text{Number of Sprinkler on Branch line} = \frac{1.2\sqrt{A}}{S}$$

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

تتم الحسابات بالكمبيوتر (Elite) أو بالحسابات كما سنرى.

Example



Ordinary hazard group1

بعد أختيار أبعد مكان وجد أن مساحة الغرفة= 130ft*200ft

Solution

1- In room

Area of room = 130 X 200 = 26000 ft^2

No of Sprinkler = 26000 / 130 = 200 sprinkler

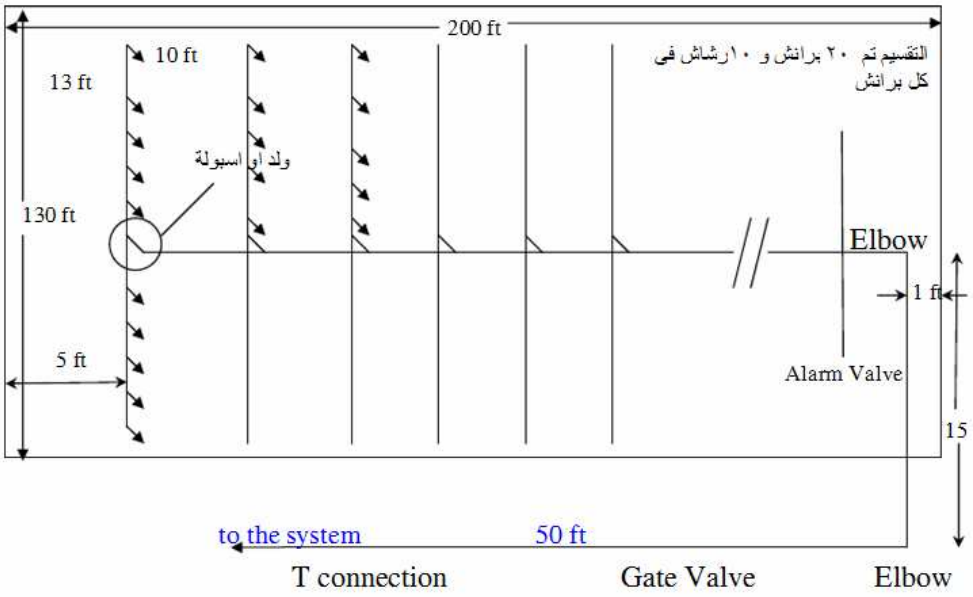
يراعى السيميترية فى التوزيع والتأكد من المسافات بين الرشاشات كما سنرى.

2- In operation area

Operation area/area coverage per sprinkler from table of hazard

= 1500/130=11.54 →→12 sprinkler

عند التقريب لعدد صحيح نأخذ دائما العدد الاكبر أى نجعلها ١٢ رشاش.

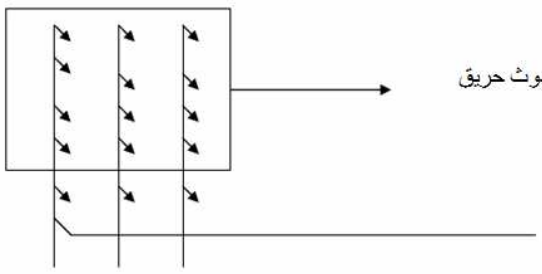


* تم توزيع الرشاشات على ٢٠ برانش كل برانش عليه ١٠ رشاش
* المسافات بين كل برانش=١٠ قدم والمسافة بين كل رشاش فى البرانش الواحد = ١٣ قدم
* هذه المسافات مسموح بها بعد التأكد منها من مسافات الهازرد والتى تساوى ١٥ قدم

3- Sprinkler in branch of worst area

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

$$= \frac{1.2 * \sqrt{1500}}{13} = 3.57 = 4 \quad \text{sprinklers}$$



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

$$Q_{gpm} = 29.83\ C\ d^2\ \sqrt{P_{psi}}$$

Where:

d: Sprinkler Diameter in inch.

P_{psi} = Ft (head) X 0.433

C: material of Sprinkler.

We have (C, d) are constant for sprinkler

So we get:

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

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 ال K ثابتة للرشاشات .
* الاستشارى يحسب بصورة عامة لانه لا يعرف أى نوع من الرشاشات سيتم شراؤه من جانب المقاول ويجب اعتمادها أولا من الاستشارى وتكون قيمة ال K=5.65 كصورة عامة . ويقوم المقاول بحساب ال K مره اخرى ويحسب الاختلافات .

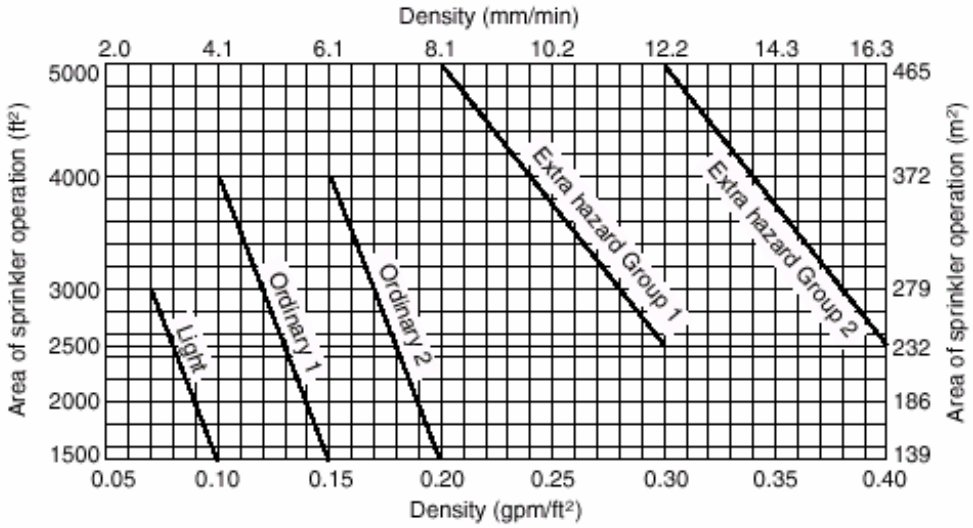
* فى أخر رشاش لا يوجد ضغط معلوم أو معدل سريان لذلك يتم حساب السريان من القانون التالى مع مراعاة أن الضغط فى اخر رشاش لا يقل عن 7.5 Psi حتى يعطى شكل الشمسية.

$$Q = A\ X\ \rho$$

Where:-

Q: minimum flow required
A: area of coverage
ρ: required density

من الممكن الحصول على ρ من خلال الخرائط وذلك بمعرفه الهازرد والمساحه من الخريطة
ويمكن تعريف ρ على انها كميه الماء الازم لاطفاء النار



لحساب الضغط

بعد معرفة ال ρ أصبح معدل السريان معروف وال k ايضا وبالقانون

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

نحصل على الضغط عند أول نقطة . ويتم ترقيم الرشاشات وبين كل مقاس نضع قطر المواسير

Pipe Schedule

لا توجد أقطار للمواسير وعن طريق التجارب تم التوصل لعمل جدول يسمى pipe schedule عن طريق فرض أن جميع الرشاشات سينطلق منها نفس معدل السريان وهو غير دقيق لان السريان يزيد كلما اتجهنا ناحية المضخة ومن الممكن استخدامه :

١- فى المشروعات الصغيره .
٢- مشروع موجود وسيتم عمل امتداد له .
٣- 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 ؟.

أقصى ضغط للمواسير النحاسية لا يجب أن يتعدى ضغط (17.2 bar) (250 psi).

Table 14.5.2.2.1 Light Hazard Pipe Schedules

Steel		Copper	
1 in.	2 sprinklers	1 in.	2 sprinklers
1¼ in.	3 sprinklers	1¼ in.	3 sprinklers
1½ in.	5 sprinklers	1½ in.	5 sprinklers
2 in.	10 sprinklers	2 in.	12 sprinklers
2½ in.	30 sprinklers	2½ in.	40 sprinklers
3 in.	60 sprinklers	3 in.	65 sprinklers
3½ in.	100 sprinklers	3½ in.	115 sprinklers
4 in.	See Section 8.2	4 in.	See Section 8.2

For SI units, 1 in. = 25.4 mm.

* اقصى مساحه من الممكن ان نقوم بحمايتها هى (52000 Ft2) او (4831 m2).
* اذا وصل عدد الرشاشات الـ 100 رشاش بدون تقسيم المساحه الى اجزاء تفصل بينها حوائط يجب استخدام الـ Ordinary Hazard.

Table 14.5.3.4 Ordinary Hazard Pipe Schedule

Steel		Copper	
1 in.	2 sprinklers	1 in.	2 sprinklers
1¼ in.	3 sprinklers	1¼ in.	3 sprinklers
1½ in.	5 sprinklers	1½ in.	5 sprinklers
2 in.	10 sprinklers	2 in.	12 sprinklers
2½ in..	20 sprinklers	2½ in.	25 sprinklers
3 in.	40 sprinklers	3 in.	45 sprinklers
3½ in.	65 sprinklers	3½ in.	75 sprinklers
4 in.	100 sprinklers	4 in.	115 sprinklers
5 in.	160 sprinklers	5 in.	180 sprinklers
6 in.	275 sprinklers	6 in.	300 sprinklers
8 in.	See Section 8.2	8 in.	See Section 8.2

For SI units, 1 in. = 25.4 mm.

Table A.14.5.4 Extra Hazard Pipe Schedule

Steel		Copper	
1 in.	1 sprinkler	1 in.	1 sprinkler
1¼ in.	2 sprinklers	1¼ in.	2 sprinklers
1½ in.	5 sprinklers	1½ in.	5 sprinklers
2 in.	8 sprinklers	2 in.	8 sprinklers
2½ in.	15 sprinklers	2½ in.	20 sprinklers
3 in.	27 sprinklers	3 in.	30 sprinklers
3½ in.	40 sprinklers	3½ in.	45 sprinklers
4 in.	55 sprinklers	4 in.	65 sprinklers
5 in.	90 sprinklers	5 in.	100 sprinklers
6 in.	150 sprinklers	6 in.	170 sprinklers

For SI units, 1 in. = 25.4 mm.

اقصى مساحه من الممكن ان نقوم بحمايتها هى 25000 Ft2 او (2323 m2) .

Table 11.2.2.1 Water Supply Requirements for Pipe Schedule Sprinkler Systems

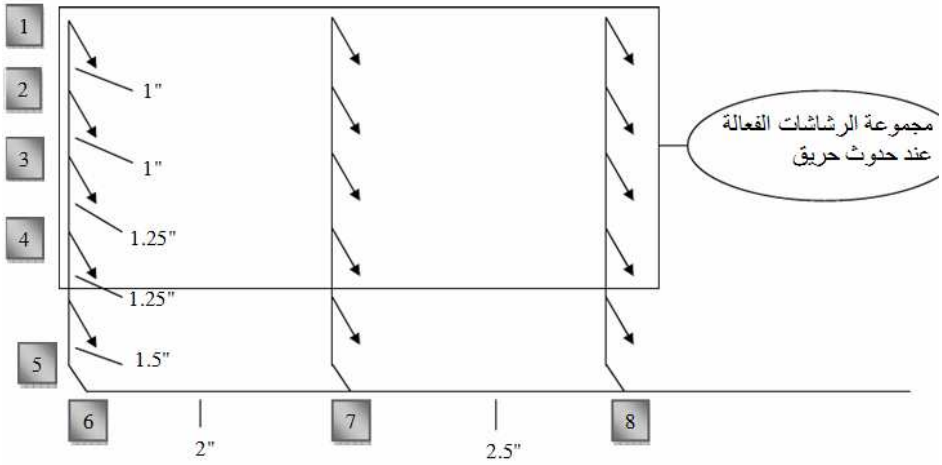
Occupancy Classification	Minimum Residual Pressure Required (psi)	Acceptable Flow at Base of Riser (Including Hose Stream Allowance) (gpm)	Duration (minutes)
Light hazard	15	500–750	30–60
Ordinary hazard	20	850–1500	60–90

Note: For SI units, 1 gpm = 3.785 L/min; 1 psi = 0.0689 bar.

Table 11.2.3.1.1 Hose Stream Demand and Water Supply Duration Requirements for Hydraulically Calculated Systems

Occupancy	Inside Hose (gpm)	Total Combined Inside and Outside Hose (gpm)	Duration (minutes)
Light hazard	0, 50, or 100	100	30
Ordinary hazard	0, 50, or 100	250	60–90
Extra hazard	0, 50, or 100	500	90–120

For SI units, 1 gpm = 3.785 L/min.

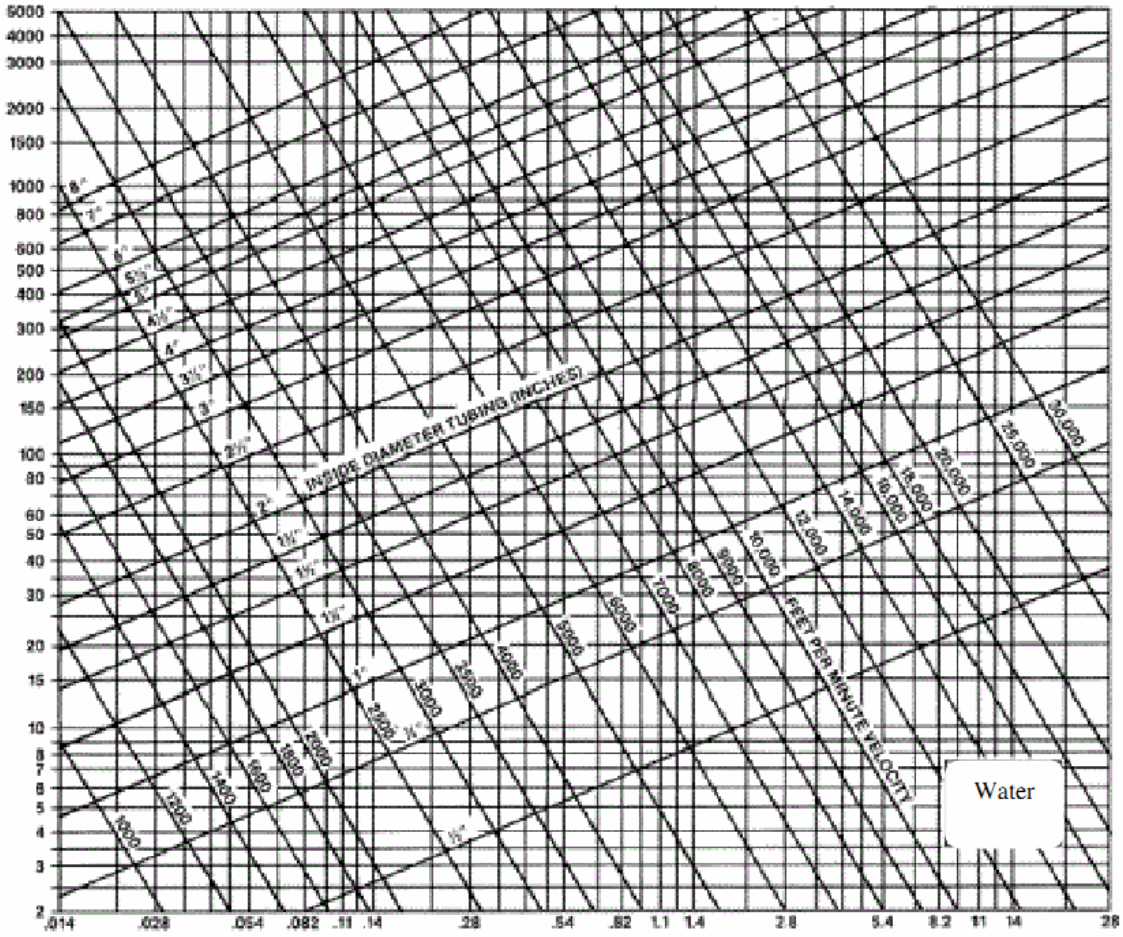


Pipe scheduleلايهتم الا بعدد الرشاشات الذى سيغذيها على سبيل المثال بين النقطة ٤ و ٥ يوجد رشاش ولكنة غير فعال ولن يعمل اثناء الحريق ولكنة يقسم الماسورة الى اثنين والماسورة من ٥ الى الرشاش غير فعال تغذى ٥ رشاشات فتكون "2 كما بالجدول وبالمثل الماسورة من ٧ الى ٦ تغذى ١٠ رشاشات وهكذا.

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 : اذا لم يتقاطع Q مع ال diameter للماسورة لانقوم بأمداد الخطوط حتى يتقاطعوا ولكن نقوم بتكبير قطر الماسورة

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

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

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

أو يمكن حساب ال friction losses من خلال هذه المعادلة

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

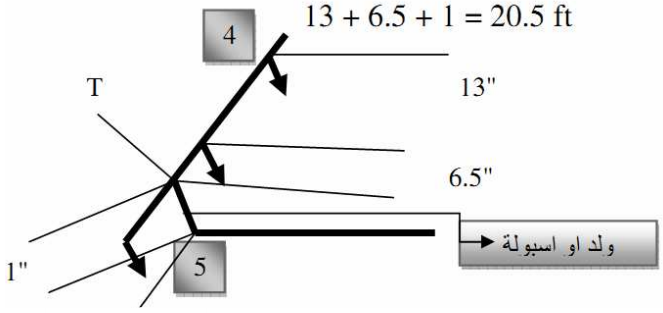
Where
p = frictional resistance in psi per foot of pipe
Q = flow in gpm
C = friction loss coefficient
d = actual internal diameter of pipe in inches

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 المسوره 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

$$q = K\sqrt{P}$$

ويتم العمل بها اما بمعرفه ال P وايجاد ال q او العكس وبذلك بفرض ان ال K=5.65.

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=	١"		L = 13	C120	Pt = 11.9		q=AX ρ= 130X0.15 =19.5 p=11.9
			Q=19.5			F = 0		Pe =		
						T =13	0.124	Pf= 1.6		
٢	٢	Bl-1	q=20.7	١.٢٥ "		L = 13		Pt = 13.5		q= 5.65X $13.5^{0.5}$=20 .7
			Q=40.2			F = 0	0.125	Pe =		
						T =13		Pf= 1.6		
٣	٣	Bl-1	q=22	1.5"		L = 13		Pt = 15.1		q= 5.65X $15.1^{0.5}$=22
			Q=62.2			F = 0	0.132	Pe =		
						T =13		Pf= 1.7		
٤	٤	DN RN	q=23.2	1.5"		L = 20.5		Pt = 16.8		q= 5.65X $16.8^{0.5}$=23 .2
			Q=85.4		2 T	F = 16	0.237	Pe =		
						T =36.5		Pf= 8.6		
٥		Cm to Bl-2	Q =85.4	2"		L = 10		Pt = 25.4		K = 85.4 / $25.4^{0.5}$ = 16.95
						F =	0.07	Pe =		
						T =10		Pf= 0.7		
٦		Bl-2 to Bl-3	q = 86.6	2.5"		L = 10		Pt = 26.1		q= 19.95X $26.1^{0.5}$ = 86.6
			Q =172			F =	٠.١٠٩	Pe =		
						T =10		Pf= 1.1		
٧		Bl-3 to cm	q =88.4	2.5"		L = 70		Pt =27.2		q= 19.95X $27.2^{0.5}$ = 88.4
			Q =260.4			F =	0.233	Pe =		
						T =70		Pf= 16.3		
٨		Cm to F.F		3"	E	L = 119		Pt =43.5		Pe = 15 X 0.433 = 6.5
			Q =260.4		AV	F = 21	0.081	Pe = 6.5		
					GV	T =140		Pf= 11.3		
٩		UG Crown pipe			E	L = 50	C150	Pt =61.3		Copper= 21X 1.51 = 32.2
			Q =260.4		GV	F =32.2	0.061	Pe =		
						T =82.2		Pf= 5		
								P t = 66.3		

شرح الخطوات التى فى الجدول :

*نضع قطر الماسوره = واحد بوصة وهو لايقل عن ذلك.
*نضع L= ١٣ وهى المسافه بين الرشاشين على نفس الخط، ولايوجد Fعندنا فنضعها بصفر اذا تكون ال T = ١٣ .
* من القانون $q = A \times \rho$ وبمعرفه ان المساحه التى يعمل بها الرشاش =١٣٠ قدم مربع و ان الكثافه تساوى $0.15\ gpm/ft^2$ 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 ٤٠ قدم لكل ١٠٠ قدم ويتم تحويلها الى psi كالاتى

$30 / 100 \times 0.433 = 0.124\ psi / Ft$

$0.124 \times 13 = 1.6\ psi$

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

$Pt2 = 1.6 + 11.9 = 13.5\ psi$

* 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 .

Table 14.4.3.1.1 Equivalent Schedule 40 Steel Pipe Length Chart

	Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet of Pipe														
ittings and 'alves	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 ir
5° elbow	—	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
0° standard lbow	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
0° long-turn lbow	0.5	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
'ee or cross low turned 0°)	3	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
utterfly valve	—	—	—	—	—	6	7	10	—	12	9	10	12	19	21
ate valve	—	—	—	—	—	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
wing check*	—	—	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65

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 8.14.19.3 and 8.14.19.4.
*Due to the variation in design of swing check valves, the pipe equivalents indicated in this table are considered average.

Table 14.4.3.2 *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.

اذا اختلف المعدن المصنوع منه ال fitting عن ال black steel يتم ضرب القيمة المستخرجة كأنها black steel فى معامل تصحيح حسب الجدول الاتى

مثال

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

* 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 ال q, p عند بدايه كل فرع فقط

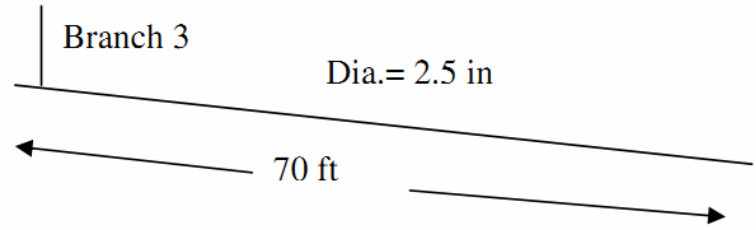
ولكن لابد من معرفه ال k الجديده ونحسبها بالقانون ونجدها تساوى

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

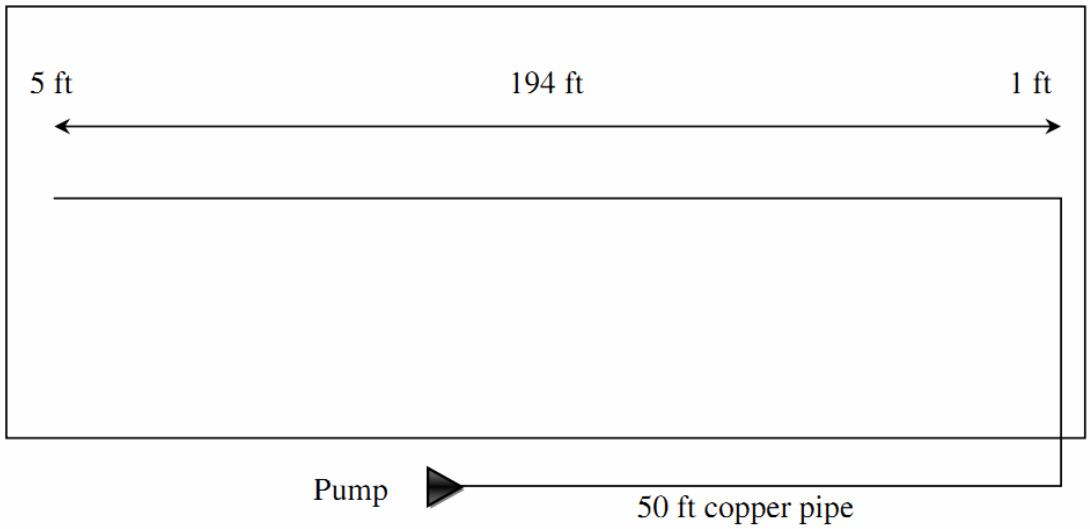
* فى الخطوه رقم ٦ نكرر نفس الخطوات مره اخرى ولكن ال k الجديده = ١٦.٩٥ ونحسب بالمثل الضغط عند الفرع الثالث

*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 fire alarm ومحبس بوابه و كوع 90 درجه نحسب المفاقيد فيهم وكذلك تظهر لدينا Pe وهى الهيد الازم لرفع الماء بواسطه الطلمبه من مستوى الارض الى مستوى الخط الرئيسى المغذى للرشاشات.

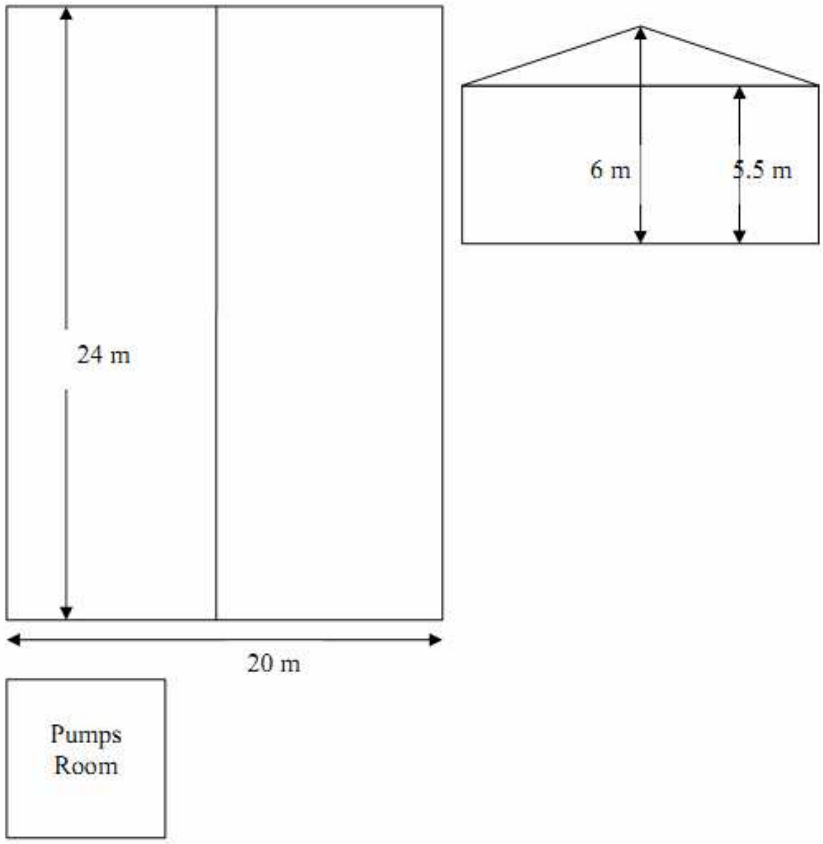


*فى الخطوه رقم ٩ نحسب المفاقيد فى الجزء النحاس المار تحت الارض
*وهنا نكون وصلنا الى نهايه الجدول وحددنا الطلمبه المطلوبه والتى يجب ان تعطى

Q = 260.4 gpm, P = 66.3 psi

مثال آخر محلول

يبين الرسم التالي مسقط رأسي و أمامي لهنجر مستودع فخاريات مغلفة بالكراتين و التخزين على الأرض فوق طبالي خشبية على شكل صفوف و إرتفاع التخزين ٣,٥ متر :



يراد هنا تصميم شبكة مرشات مائية للهنجر.

حسب كود NFPA 13 فإن الخطورة هنا هي خطورة عادية مجموعة ثانية و حسب الجدول التالي فإن المساحة التي يجب أن يغطيها رأس المرش المعياري هي ١٣٠ قدم مربع (12.1 متر مربع) كحد أقصى.

Protection Areas and Maximum Spacing (SSU/SSP)

Construction Type	Light Hazard		Ordinary Hazard		Extra Hazard		High-Piled Storage	
	Protection Area ft^2	Spacing (max.) ft	Protection Area ft^2	Spacing (max.) ft	Protection Area ft^2	Spacing (max.) ft	Protection Area ft^2	Spacing (max.) ft
Noncombustible obstructed and unobstructed and combustible unobstructed	225	15	130	15	100	12	100	12
Combustible obstructed	168	15	130	15	100	12	100	12

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

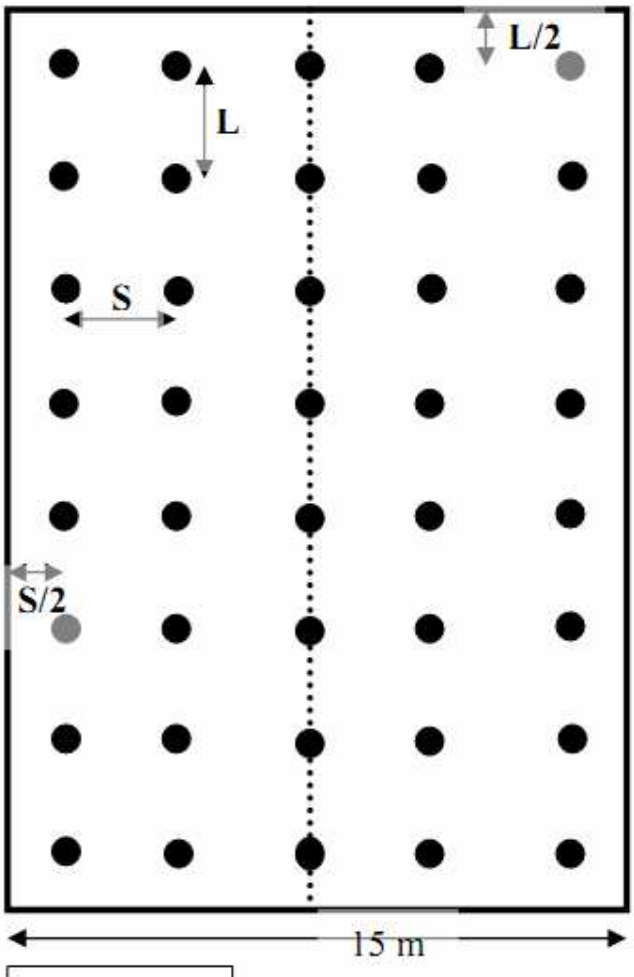
و تكون أقصى مسافة بين رؤوس المرشات هي ١٥ قدم

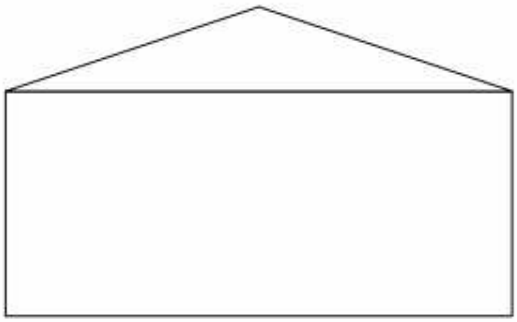
و كون موقع المضخة محدد في الرسم يتم تحديد موقع رؤوس المرشات المائية على المسقط الرأسي بحيث لا تزيد المسافة بين رؤوس المرشات عن ١٥ قدم (٤,٥٦ متر) و لا تزيد المسافة بين رؤوس المرشات و الجدار عن نصف المسافة بين رؤوس المرشات :

طول الهنجر يساوي ٢٤ متر
عرض الهنجر يساوي ٢٠ متر
اذا اخترنا المسافة بين رؤوس المرشات على انها ٣ متر فإن المسافة بين المرش و الجدار هي نصفها ١,٥ متر

و لمعرفة عدد رؤوس المرشات على طول الهنجر : ٢٤ \ ٣ = ٧ مرشات
و عدد رؤوس المرشات على عرض الهنجر : ٢٠ \ ٤ = ٥ مرشات

كمصمم يمكنك أن تختار أي مسافة لا تزيد عن ٤,٥٦ متر بين رؤوس المرشات و نصفها بين المرش و الجدار على ألا تزيد المساحة المغطاة برأس المرش الواحد عن ١٣٠ قدم (١٢,١متر مربع) للخطورة العادية حسب الجدول أعلاه, و من الممكن ان لا تتساوى كل من L و S بشرط تحقيق المساحة القصوى التي تعرف بمساحة التغطية لرأس المرش A_{SP}.





● رأس المرش

S المسافة بين المرش و المرش الذي يليه و تساوي ٤ متر

L المسافة بين المرش و المرش الجانبي و تساوي ٣ متر

A_{SP} مساحة التغطية لرأس المرش الواحد

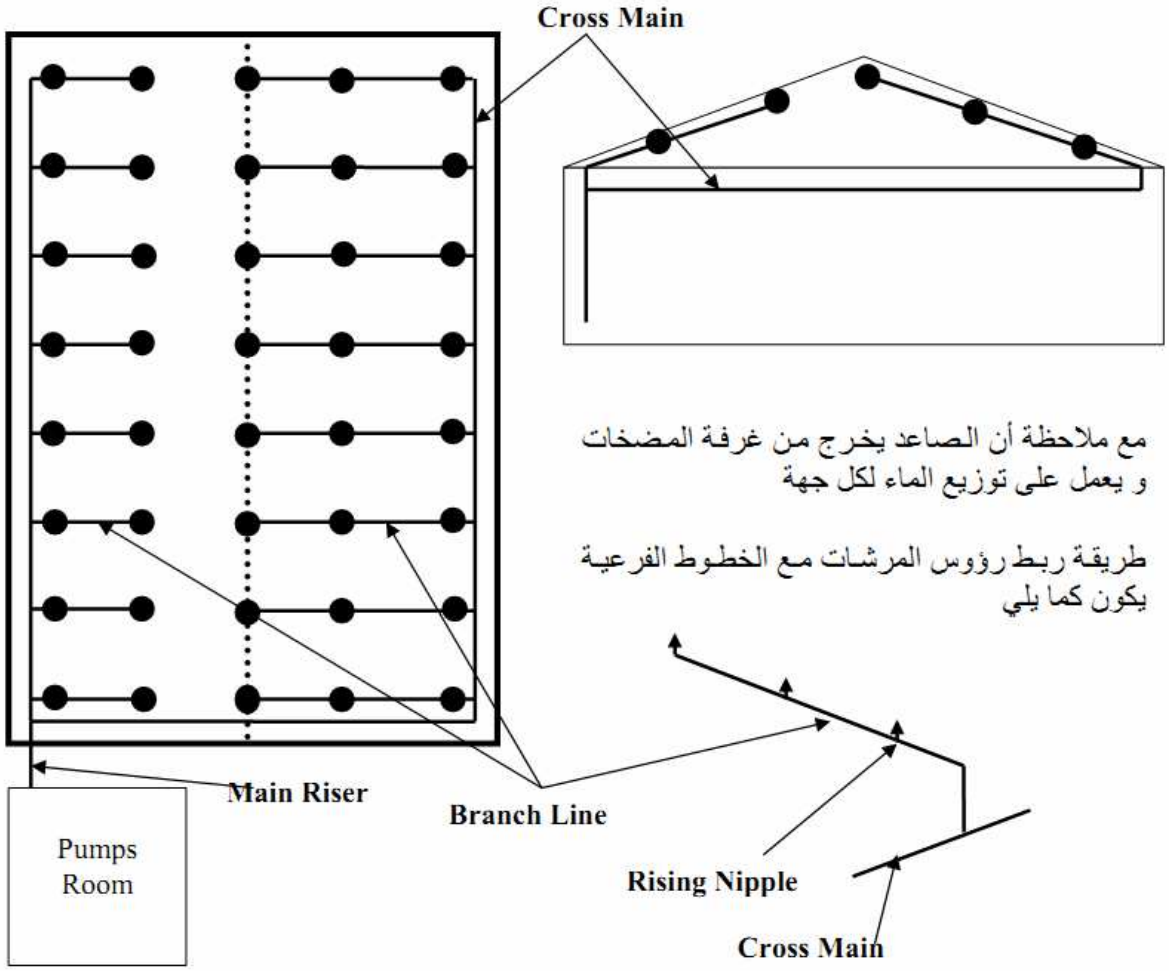
$A_{SP} = S * L$
$= 4 * 3$
$= 12\ m^2$

و الآن بعد ان تم توزيع رؤوس المرشات حسب المساحة و المسافات المسموحة كما جاء في الجدول السابق, يتم الآن إختيار طريقة ربط المرشات و تحديد طبيعة الشبكة و هناك عدة أنواع للشبكات:

- شبكة الشجرة Tree Network
- الشبكة شبه المغلقة Grid Network
- الشبكة المغلقة Loop Netwrok

في هذا المثال سوف نستخدم شبكة الشجرة لسهولة الحسابات فيها كونه مثال تعليمي, و يمكنك الإطلاع على تلك الأنواع و طريقة ربطها في المواصفة NFPA 13.

يوضح الشكل أدناه الشبكة الشجرة.

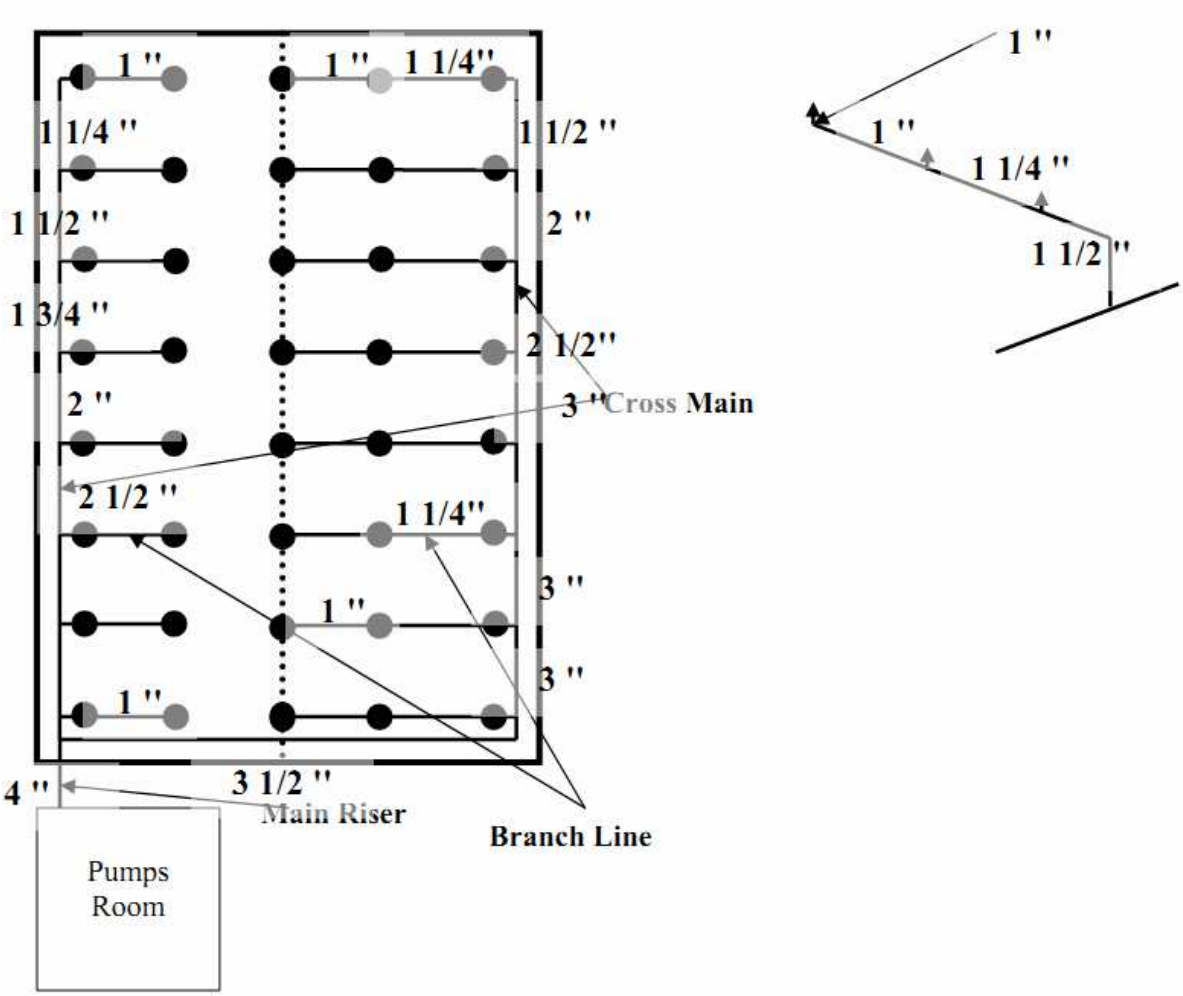


مع ملاحظة أن الصاعد يخرج من غرفة المضخات و يعمل على توزيع الماء لكل جهة

طريقة ربط رؤوس المرشات مع الخطوط الفرعية يكون كما يلي

بعد ذلك يتم تحديد أقطار كل من الخطوط الفرعية Branch Lines و الخط الرئيسي Cross Main و الصاعد Riser حسب المواصفات بحيث : (للخطورة العادية)

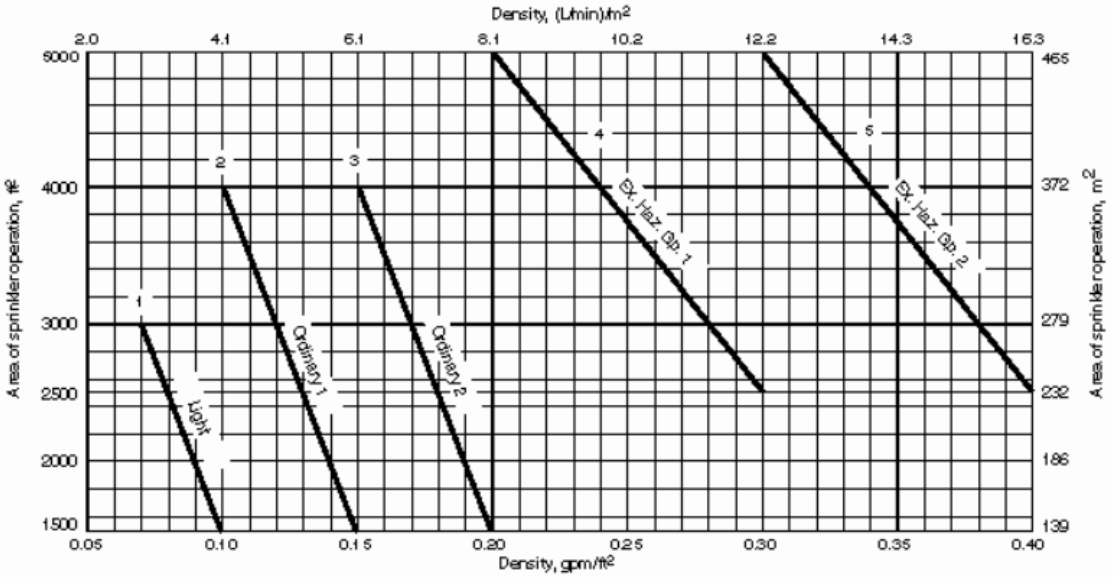
- لا يقل قطر الأنبوب الذي يخدم رأس مرش واحد عن ١ انش
- لا يقل قطر الأنبوب الذي يخدم رأسي مرشين عن ١,٢٥ انش
- لا يقل قطر الأنبوب الذي يخدم ٤ رؤوس مرشات عن ١,٥ انش
- يتم مراعاة أن لا يكون الهبوط الكلي بالضغط نتيجة الإحتكاك و الإرتفاع و السرعه أن لا يزيد عن نصف بار (٧ باوند لكل انش مربع 7 psi)



تم تحديد الأقطار مبدئياً حسب المواصفة و يمكن تغييرها لاحقا حسب خسارة الضغط.

الآن يتم العمل على تحديد مساحة التصميم Design Area A_D

و هي المساحة التي يتم تحديدها حسب خطورة الإشغال و التي تضم كافة رؤوس المرشات التي يمكن أن تعمل في آن واحد, و يتم تحديدها من الشكل التالي:



بما أن الخطورة للهنجر عادية نختار الخط الذي يمثل الخطورة العادية المجموعة الثانية Ordinary Hazard Group 2

يمكن أن نختار مساحة تصميمية كبيرة لكي نقلل من الكثافة التصميمية و بالتالي نزيد عدد رؤوس المرشات التي تعمل في آن واحد و نقلل من قدرة المضخة, و يمكن أن نختار مساحة تصميمية صغيرة بحيث تزيد كثافة التصميم و بالتالي تزيد قدرة المضخة, و لكن ثبت عمليا أن إختيار أقل مساحة تصميمية و بالتالي اختيار أكبر كثافة تصميمية هي الأفضل كون زيادة عدد رؤوس المرشات يؤدي أيضا الى زيادة قدرة المضخة و بالتالي لا نعمل الى تقليل قدرة المضخة بإختيار أقل كثافة تصميمية.

من الشكل اعلاه فإن أقل مساحة تصميمية للخطورة العالية هي ١٥٠٠ قدم مربع تقريبا ١٤٠ متر مربع و تقابل كثافة تصميمية ٠,٢٠ جالون بالدقيقة لكل قدم مربع.

يتم إختيار أبعد مساحة عن المضخات بحيث تكون قدر الإمكان مستطيلة الشكل و يتم تحديد طول مساحة التصميم عن طريق المعادلة التالية:

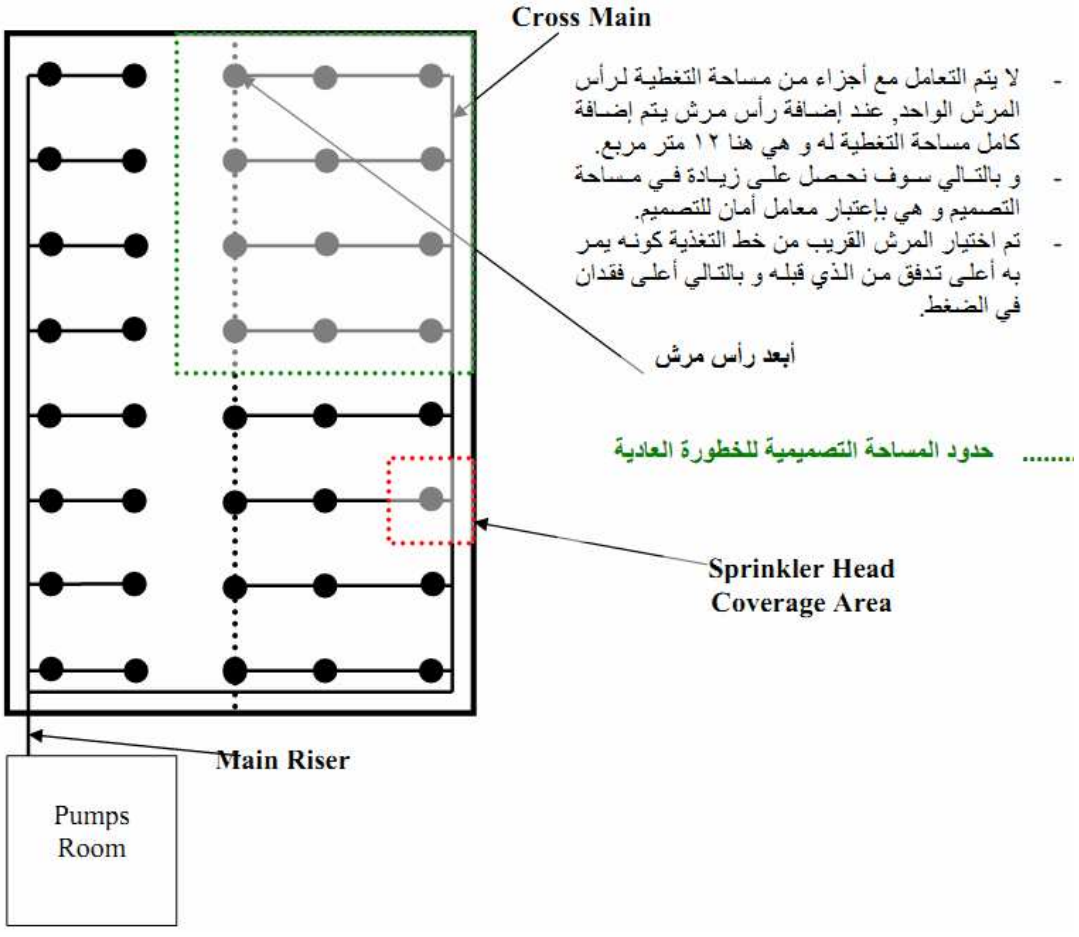
$$L_{AD} = 1.2 \sqrt{A_D} = 1.2 * \sqrt{140} = 14.2 \text{ m}$$

ملاحظة: طول المساحة التصميمية يكون على طول الخط الفرعي Branch Line و ليس على طول الخط المغذي Cross Main.

عرض مساحة التصميم يساوي المساحة على الطول :

$$140/14.2 = 9.86 \text{ m}$$

الآن تم معرفة المساحة و طولها و عرضها, يتم تحديد الموقع في أبعد مكان عن المضخات (المكان الذي يتم فيه أكبر فقدان في الضغط و التدفق) و هو حسب الشكل التالي:



يتم حساب عدد المرشات في مساحة التصميم بقسمة المساحة التصميمية على مساحة التغطية لرأس المرش الواحد :

No. of sprinklers in design area = A_D / A_{Sp} = 140 / 12 = 11.67 ➔ 12 Sprinkler Heads

بعد أن تم تحديد المساحة التصميمية و رسمها و تحديد الكثافة التصميمية (D_d) Design Density يتم حساب التدفق عند أبعد رأس مرش كما هو موضح على الشكل السابق من المعادلة التالية:

$$Q_{st.} = A_{Sp} * D_d$$

حيث

$Q_{st.}$= معدل التدفق لأبعد مرش (gpm)
A_{Sp} = مساحة التغطية للمرش (ft^2)
D_d = الكثافة التصميمية (gpm/ft^2)

$$Q_{st.} = (12 * 3.28 * 3.28) * 0.20$$

$$= 129.1 * 0.20$$

$$= 25.82 \text{ gpm}$$

و هو التدفق عند أبعد رأس مرش, و يتم حساب الضغط عند أبعد رأس مرش كما يلي:

$$Q_{st.} = K \sqrt{P_{st.}}$$

حيث

$P_{st.}$ = هو الضغط عند أبعد مرش (psi)
K = ثابت الفوهة Nozzle Factor و يتم تحديده من الجدول التالي:

Sprinkler Inlet (inch)	K
1/2	5.6 – 5.7
3/4	8

لرؤوس المرشات المعيارية يتم أخذ المعامل على أنه 5.65

ملاحظة: يجب أن يكون الضغط الناتج بحده الأدنى لا يقل عن (7 psi) أو (0.5 bar) و هو أدنى ضغط تشغيلي لرأس المرش.

$$Qst. = K \sqrt{P_{st.}}$$

$$P_{st.} = (Qst. / K)^2$$

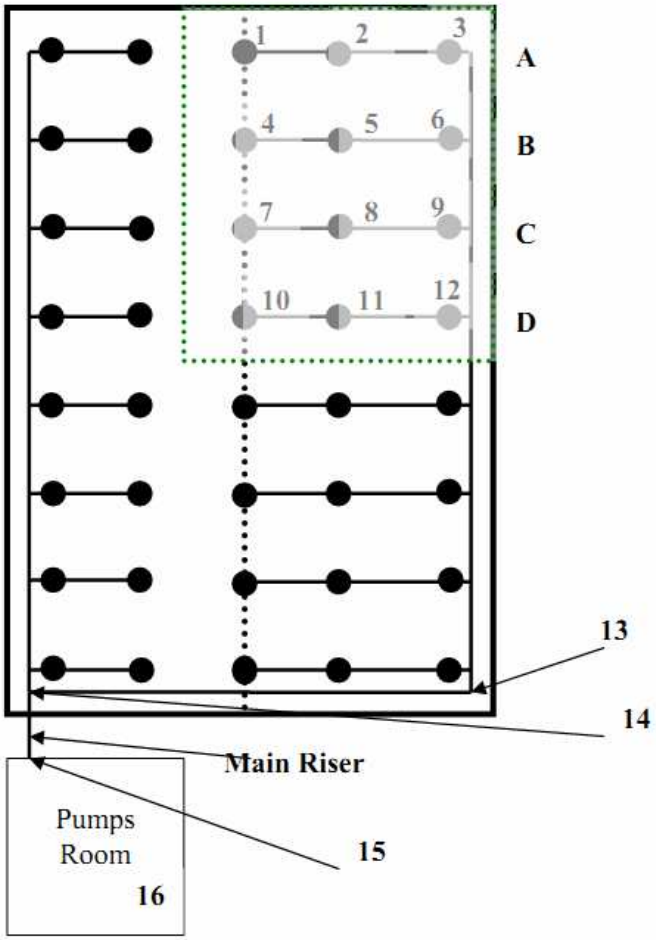
$$= (25.82 / 5.65)^2$$

$$= 20.88 \text{ psi}$$

لاحظ كم يلزم تطبيق ضغط للحصول على تدفق معين للوصول الى أقل كثافة تصميمية للنظام (1.4 بار)

سؤال : ما هو الضغط اللازم تطبيقه للحصول على الكثافة التصميمية للخطورة العالية (0.40 جالون بالدقيقة لكل قدم مربع) لنفس التصميم لمساحة التغطية للمرش ٩ متر مربع ؟!؟!؟ اوجد ذلك و لاحظ الفرق.

و الآن يتم حساب الضغط اللازم تطبيقه على المرش الذي يسبق آخر مرش, لتسهيل ذلك نرقم المرشات كالتالي :



الآن لحساب مفاقيد الإحتكاك بين ١ و ٢ يتم حساب مفاقيد الإحتكاك عبر الأنابيب بمعرفة كل من التدفق و قطر الأنبوب و المادة المصنع منها الانبوب و ذلك عبر معادلة هازال – ويليام التالية:

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

حيث

P = مقدار خسارة الإحتكاك (psi/ft)

Q = التدفق (gpm)

D = القطر الداخلي للانبوب (inch)

C = معامل خسارة الإحتكاك للمادة المصنوع منها الانبوب وهو للصلب المعياري Steel Schedual 40 يساوي ١٢٠

و يتم حساب الطول المكافيء .Lequ للأنبوب بجمع الطول الحقيقي للأنبوب يضاف إليه الطول المكافيء للقطع و الوصلات التي يمر عبرها التدفق, و يتم الحصول على الأطوال المكافئة للقطع من الجدول التالي: (للصلب المعياري فقط عيار ٤٠)

Equivalent Schedule 40 Steel Pipe Length Chart

Fittings and Valves	Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet of Pipe													
	1/2 in.	3/4 in.	1 in.	1 1/4 in.	1 1/2 in.	2 in.	2 1/2 in.	3 in.	3 1/2 in.	4 in.	5 in.	6 in.	8 in.	10 in.
45° Elbow		1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11
90° Standard elbow	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22
90° Long turn elbow	0.5	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16
Tee or cross (flow turned 90°)	3	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50
Butterfly valve		-	-	-	-	6	7	10	-	12	9	10	12	19
Gate valve		-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	3	4	5
Swing check*		-	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55

For SI Units: 1 in. = 25.4 mm; 1 ft. = 0.3048 m.

للقطع و الوصلات من المواد الأخرى يتم ضرب القيمة المستخرجة من الجدول أعلاه بمعامل ضرب حسب نوع المادة و يمكن الحصول على معامل الضرب من الجدول التالي:

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

بعد الحصول على قيمة كل من الطول المكافيء و مفاقيد الضغط يتم حساب هبوط الضغط في الأنبوب نتيجة الإحتكاك عبر المعادلة التالية:

Pressure Drop = P * Lequ.

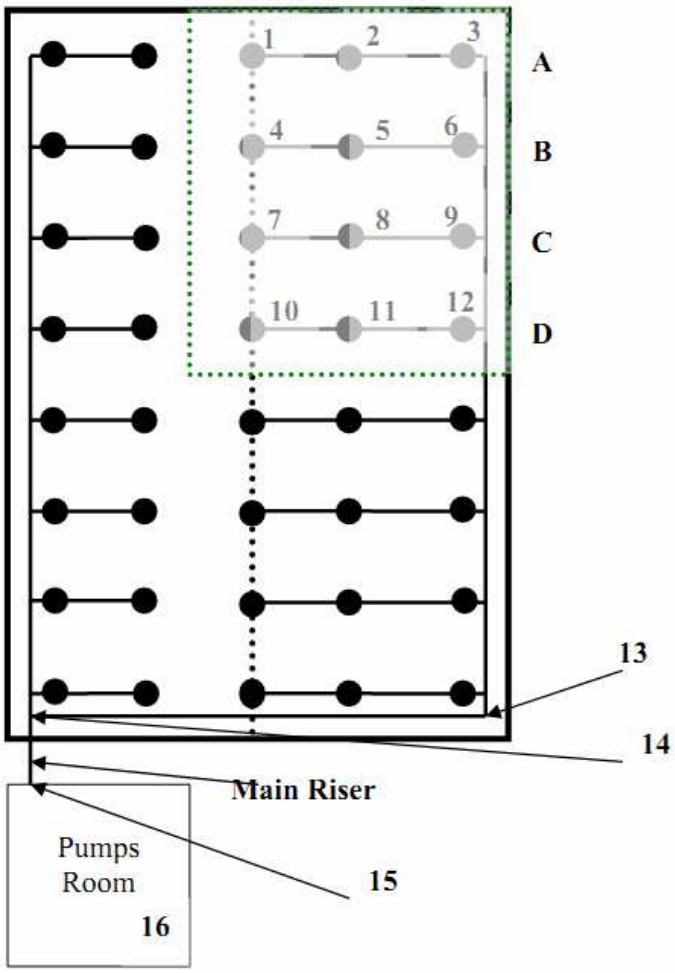
- **مفاقيد الضغط نتيجة الإرتفاع:**

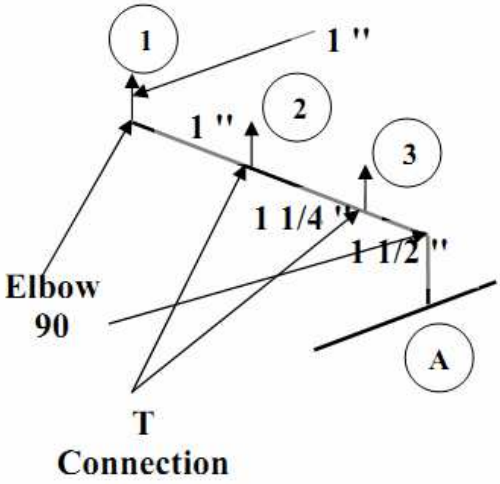
يتم حساب مفاقيد الضغط نتيجة الإرتفاع حسب المعادلة التالية و التي تعبر عن وزن عمود الماء:

Pressure Drop by Elevation = H / 10.28

حيث H هي الإرتفاع المقاس بالمتر.

و لحساب مفاقيد الضغط بين المرش ١ و المرش ٢ :
الطول المكافيء للطول الفعلي ٤ متر و طول الوصلة بين المرش و الخط الفرعي ١ قدم و كوع و الكل بقطر 1 انش و التدفق 25.82 جالون بالدقيقة:





$P2 = P1 + P_{drp12}$

$P_{drp12} = P * Lequ$

$L12 = (4*3.28)\ ft + 1\ ft + 1E = 9.84 + 1 + 2 = 16.12\ ft$

$P = 0.301\ psi/ft$

$P_{drp12} = 0.301 * 16.12 = 4.85\ psi$

و هو أقل من 7 psi و بالتالي هو مقبول.

إذا كان الفاقد أكبر من 7 psi يجب أن يتم زيادة القطر و إعادة الحسابات.

و الآن بعد أن تم معرفة مفاقيد الضغط بين ١ و ٢ يتم جمع المفاقيد الى مقدار الضغط عند النقطة ١ للحصول على قيمة الضغط عند النقطة ٢ :

$P2 = p1 + p_{drop12}$
$= 20.88 + 4.85$
$= 25.73\ psi$

بعد إيجاد الضغط عند المرش رقم ٢ يتم إيجاد التدفق عند المرش كما يلي:

$Q2=5.65 * \sqrt{P2}$
$= 5.6.5 * \sqrt{25.73}$
$= 28.66$ gpm

لاحظ أن التدفق لرأس المرش رقم ٢ أعلى من التدفق للمرش رقم ١ كون الضغط عنده أعلى و هو ما يجب أن يتحقق.

و الآن بنفس الخطوات يتم حساب مفاقيد الضغط بين المرش ٢ و المرش ٣ مع معرفة أن التدفق الذي يمر بالأنبوب بينهما هو مجموع التدفق لكل من المرشين ١ و ٢.

$Q23=28.66 + 25.82$
$= 54.48$ gpm

$P2 = 25.73$ psi

$P3 = P2 + P_{drop23}$

$P_{drop23} = Leq23 * P$

$P = 0.22$ psi/ft ….. Calculated at 1 1/4 inch and 54.48 gpm

$Leq23 = 9.84$ ft

لاحظ أنه هنا لا يتم إدخال قيم أي من القطع و الوصلات كونه الضغط المحسوب هو على الخط الفرعي نفسه.

$P_{drop23} = 9.84 * 0.22$
$= 2.165$ psi

$P3 = 25.73 + 2.165$
$= 27.9$ psi

$Q3 = 5.65 * \sqrt{27.9}$
$= 29.84$ gpm

ملاحظة : قد تعتقد بأنه كون التدفق ازداد في الأنبوب قد تزداد مفاقيد الإحتكاك, و لكن تم الحساب على قطر أكبر مما أدى الى تقليل المفاقيد كذلك.

و الآن بعد أن عرفنا التدفق في كل رأس مرش لكل من المرش ١ و ٢ و ٣ : يتم جمعها لتكون مقدار التدفق في الخط A.

$Q_A = Q_1 + Q_2 + Q_3$
$= 84.32$ gpm

هنالك أنبوب يصل بين النقطة A على الخط الرئيسي و بين المرش ٣ طولها :

١,٥ متر (٤,٨٦ قدم) و يوجد كوع و وصلة بطول ١ قدم و كلها بقطر (١,٥ انش) :

$L_{eq3A} = 4.86 + 4 + 1$ (from the table above)
$= 8.86$ ft

$Q_A = 84.32$ gpm

$P_A = P_3 + P_{drop3A}$

$P_{drop3A} = L_{eq3A} * P_{3A}$

$P_{3A} = 0.233$ psi/ft

و هي بتطبيق معادلة مفاقيد الإحتكاك أعلاه

$P_{drop3A} = 0.233 * 8.86$
$= 2.06$ psi

$P_A = 2.06 + 27.9$
$= 29.96$ psi

➔ $Q_A = 84.32$ gpm @ $P_A = 29.96$ psi

و هو ما نريد الحصول عليه و كون كل من الخطوط A , B , C, D متشابهة في عدد رؤوس المرشات و الأقطار فإن كل الخطوط لها نفس القيم عند النقاط A و B و C, D.

عند إختلاف الأنابيب الفرعية في الأقطار و عدد رؤوس المرشات يتم حساب كل خط على حده للحصول على التدفق الكلي للخط و الضغط عند مدخل الخط و من ثم متابعة الحسابات كما في الأسفل.

و لكن هناك فرق في الضغط بين كل من A و B و C و D :

عند الرجوع من النقطة A الى النقطة B هناك مفاقيد إحتكاك على الخط بقطر (١,٥ إنش) و التدفق هو تدفق النقطة A :

$Q_B = 84.32$ gpm @ 29.96 psi

$P_B = P_A + P_{dropAB}$

$P_{dropAB} = L_{eqAB} * P_{AB}$

$L_{eqAB} = 4 * 3.28 = 13.12$ ft No fittings

$P_{AB} = 0.233$ @ 84.23 gpm and 1 1/2 inch diameter

$P_{dropAB} = 13.12 * 0.233$
$= 3.06$ psi

$P_B = 29.96 + 3.06$
$= 33.02$ psi

فعند تطبيق ضغط يساوي ٢٩,٩٦ باوند لكل انش مربع يتم الحصول على تدفق مقداره ٨٤,٢٣ جالون لكل دقيقة

و لكن الضغط المطبق حاليا هو ٣٣,٠٢ باوند لكل انش مربع , فما هو التدفق الناتج عند تطبيقه ؟؟؟؟

يمكن معرفة ذلك من خلال المعادلة التالية:

$$Q_{New} = Q * \sqrt{(P_{New} / P)}$$

حيث Q_{New} هو التدفق الجديد الذي نحصل عليه عند تطبيق P_{New}

$Q_{New} = 84.23 * \sqrt{(33.02 / 29.96)}$
$= 88.43$ gpm

$Q_B = 88.43$ gpm

أي أن مجموع التدفقات لرؤوس المرشات على الخط B أكبر من مجموع التدفقات على الخط A و هو صحيح كونه أقرب الى المضخات.

الآن يتم جمع تدفق الخط A و تدفق الخط B ليتم الحصول على التدفق المار بالخط الواصل بين B و C ليتم حساب مفاقيد الإحتكاك و جمعها الى ضغط النقطة B ليتم الحصول على ضغط جديد للنقطة C و يتم حساب تدفق النقطة C (تدفقات المرشات على الخط C) و كذلك الأمر بالنسبة للخط D .

$Q_{BC} = 88.43 + 84.23$
$= 172.66$ gpm

$Q_C = 84.32$ gpm @ 29.96 psi

$P_C = P_B + P_{dropBC}$

$P_{dropBC} = L_{eqBC} * P_{BC}$

$L_{eqBC} = 4 * 3.28 = 13.12$ ft No fittings

$P_{BC} = 0.257$ @ 172.66 gpm and 2 inch diameter

$P_{dropBC} = 13.12 * 0.257$
$= 3.37$ psi

$P_C = 33.02 + 3.37$
$= 36.39$ psi

$Q_{New} = 84.23 * \sqrt{(36.39 / 29.96)}$
$= 92.83$ gpm

$Q_C = 92.83$ gpm

و هو التدفق في رؤوس المرشات على الخط C .

يتم جمعه للتدفقات السابقة للخطوط للحصول على التدفق بين الخط C و D:

$Q_{CD} = 92.83 + 172.66$
$= 265.49$ gpm

$Q_D = 84.32$ gpm @ 29.96 psi

$P_D = P_C + P_{dropCD}$

$P_{dropCD} = L_{eqCD} * P_{CD}$

$L_{eqCD} = 4 * 3.28 = 13.12$ ft No fittings

$P_{CD} = 0.084$ @ 265.49 gpm and 3 inch diameter

$P_{dropCD} = 13.12 * 0.084$
$= 1.1$ psi

$P_D = 36.39 + 1.1$
$= 37.49$ psi

$Q_{New} = 84.23 * \sqrt{(37.49 / 29.96)}$
$= 94.22$ gpm

$Q_C = 94.22$ gpm

لاحظ الفرق في زيادة الضغط كون مفاقيد الضغط قليلة على قطر ٣ انش رغم أن التدفق أكبر

و الآن بعد أن تم حساب كافة التدفقات يتم جمعها للحصول على التدفق النهائي للنظام:

$Q_{TOTAL} = 94.22 + 265.49$
$= 359.71$ gpm

$P_D = 37.49$ psi

ملاحظة مهمة: يمكن للمهندس المصمم أن يتأكد من صحة حساباته الآن و ذلك بقسمة التدفق الكلي على مساحة التصميم بحيث يكون الناتج ما يسمى بالكثافة التصميمية المعدّلة Adjusted Design Density:

$D_{AD} = Q_{TOTAL} / A_D$

$= 359.71/1500$
$= .2398$ gpm/ft^2

و هي فعلياً اكبر من القيمة النظرية لها, و هو المطلوب.

الآن يتم حساب مفاقيد الإحتكاك من النقطة D الى النقطة ١٣ و هي على الأنبوب ذو قطر ٣ انش و هو بطول ١٥ متر و يوجد عليه كوع

L_{eqD13} = 13 * 3.28 + 7 (from the table above, 1 elbow 90 deg.)
= 42.64 ft

$P_{dropD13}$ = 0.149 psi/ft @ 359.71 gmp and 3 inch

P_{D13} = 0.149 * 42.64
= 6.35 psi

لاحظ أن الخسارة في الضغط قريبة من نصف بار (7 psi) و لو تعدتها يتم زيادة القطر لتقليل المفاقيد.

P_{13} = 37.49 + 6.35
= 43.84 psi

و الآن الحساب بين النقطة ١٣ و ١٤ على قطر (3 1/2 inch) و تدفق (359.71 gpm):

$P_{14} = P_{13} + P_{drop13-14}$

$P_{drop13-14} = P_{13-14} * L_{eq13-14}$

$L_{eq13-14}$ = 15 m * 3.28 + 8 (from the table above , 1 elbow 90 deg.)
= 57.2 ft

P_{13-14} = 0.073 psi/ft @ 359.71 gpm and 3 1/2 inch

$P_{drop13-14}$ = 0.073 * 57.2
= 4.18 psi

P_{14} = 43.84 + 4.18
= 48.02 psi

و الآن يتم حساب الضغط عند النقطة ١٥ و التي هي عند مخرج المضخات و طول الأنبوب هو ١٢ متر و إرتفاع رأسي بين الشبكة و المضخات هو ٥ متر كون مستوى المضخات ادنى من مستوى الشبكة: قطر الخط ٤ انش و التدفق هو التدفق الكلي و بوجود صمام بوابي عدد ٢ و صمام صد عدد ٢ و كوع عدد ٣ :

$P_{15} = P_{14} + P_{drop14-15} + P_{elevation}$

$P_{elevation}$ = 5 /10.28 * 14.5 = 7.05 psi

$P_{drop14-15} = P_{14-15} * L_{eq14-15}$

$L_{eq14-15}$ = 12 m * 3.28 + 10 * 3 + 2*2 + 2*22 (from the table above , 1 elbow 90 deg.)
= 39.36 + 30 + 4 + 44
= 117.36 ft

$P_{14\text{-}15}$ = 0.0382 psi/ft @ 359.71 gpm and 4 inch

$P_{drop14\text{-}15}$ = 0.0382 * 117.36
= 4.46 psi

P_{15} = 48.02 + 4.46 + 7.05
= 59.53 psi

إذاً الضغط المطلوب عند مخرج المضخات هو :

P_{Pump} = 59.53 psi

P_{Pump} = 4.11 bar

و التدفق هو :

Q = 359.71 gpm

و هذا التدفق للمرشات المائية , يتم إضافة أي تدفق آخر لأنظمة الإطفاء مثل الهايدرانت و الخراطيم المطاطية:

Q_{Pump} = 359.71 + 250 + 15

عادة لا يتم شمول تدفق الخراطيم المطاطية في الحسابات كونها لا تؤثر بشكل فعال على سعة المخزون

Q_{Pump} = 624.71 gpm

Q_{Pump} = 2361.5 LPM

Q_{Pump} = 2.3615 m^3 / min.

و يتم حساب سعة مخزون المياه اللازم لعمل هذه الأنظمة لمدة ساعة واحدة في حالة الخطورة العادية كما هو في المثال:

Water Capacity = 2.3615 m^3 / min. * 60 min.
= 141.7 m^3

الضغط المطلوب للمضخة هو = ٤.١١ بار

معدل التدفق = ٦٢٤.٧١ جالون/دقيقة

مثال محلول من الكود الامريكى NFBA
بالرسم

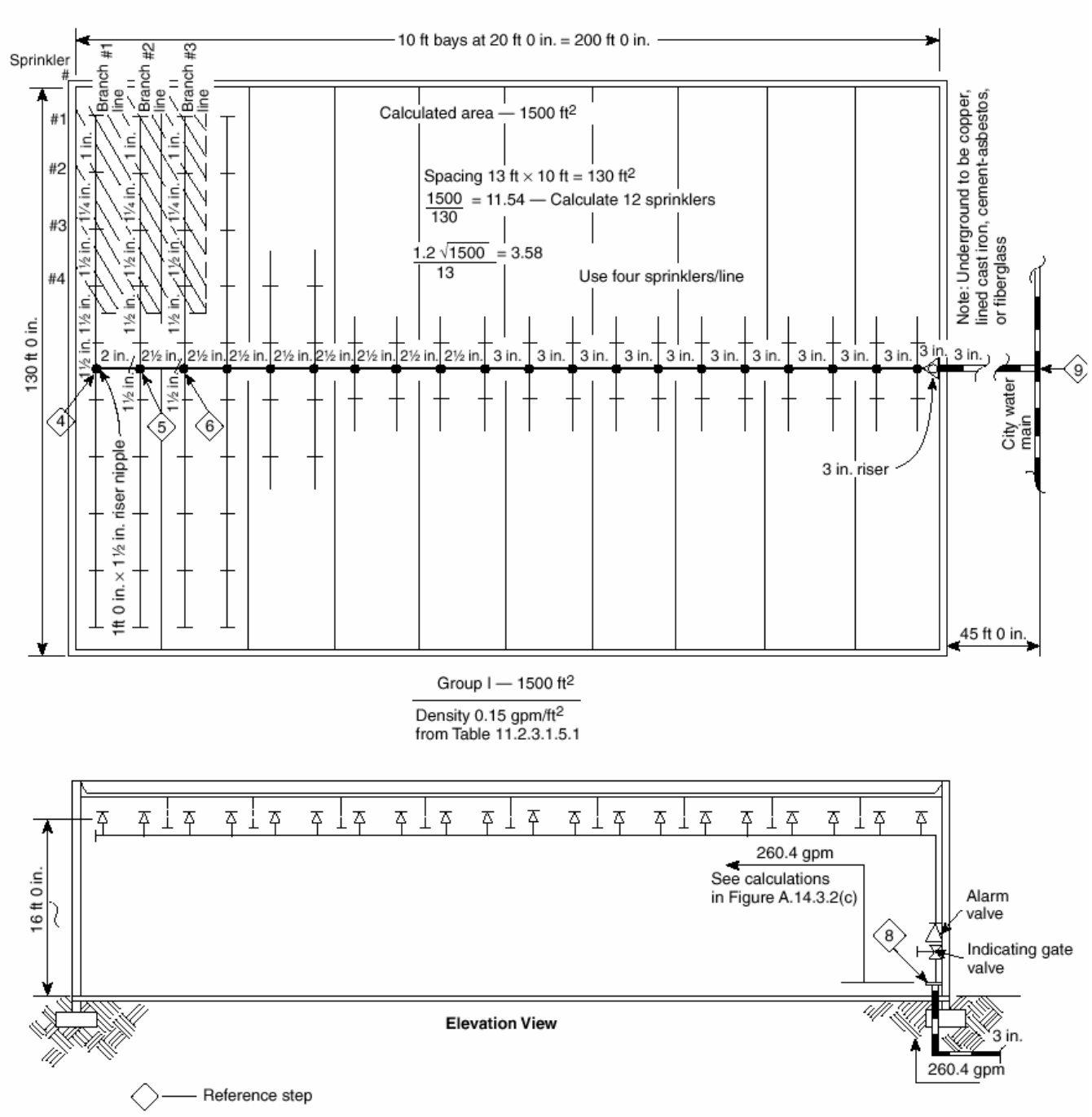


FIGURE A.14.3.2(b) Hydraulic Calculation Example (Plan View and Elevation View).

الحسابات للرسم السابق فى هذا الجدول

Contract Name GROUP I 1500 ft² Sheet 2 Of 3

Step No.	Nozzle Ident.	Nozzle Location	Flow in gpm	Pipe Size	Pipe Fittings and Devices	Equiv. Pipe Length	Friction Loss psi Foot	Pressure Summary	Normal Pressure	D = 0.15 GPM/ ft² Notes K = 5.6	Ref. Step
1	1	BL-1	q Q 19.5	1		L 13.0 F T 13.0	C=120 0.124	P_t 12.1 P_e P_f 1.6	P_t P_v P_n	Q = 130 x 0.15 = 19.5 P = (19.5/5.6)² = 12.1 psi	
2	2		q 20.7 Q 40.2	1¼		L 13.0 F T 13.0	0.125	P_t 13.7 P_e P_f 1.6	P_t P_v P_n	$q = 5.65\sqrt{13.7}$	
3	3		q 21.9 Q 62.1	1½		L 13.0 F T 13.0	0.131	P_t 15.3 P_e P_f 1.7	P_t P_v P_n	$q = 5.65\sqrt{15.3}$	4
4	4	DN RN	q 23.1 Q 85.2	1½	2T-16	L 20.5 F 16.0 T 36.5	0.236	P_t 17.0 P_e 0.4 P_f 8.6	P_t P_v P_n	$q = 5.65\sqrt{17}$ $P_e = 1 \times 0.433$	5
5		CM TO BL-2	q Q 85.2	2		L 10.0 F T 10.0	0.07	P_t 26.0 P_e P_f 0.7	P_t P_v P_n	$K = \frac{85.2}{\sqrt{26}}$ K = 16.71	
6		BL-2 CM TO BL-3	q 86.3 Q 171.5	2½		L 10.0 F T 10.0	0.107	P_t 26.7 P_e P_f 1.1	P_t P_v P_n	$q = 16.71\sqrt{26.1}$	6
7		BL-3 CM	q 88.1 Q 259.6	2½		L 70.0 F T 70.0	0.231	P_t 27.8 P_e P_f 16.2	P_t P_v P_n	$q = 16.7\sqrt{27.8}$	
8		CM TO FIS	q Q 259.6	3	E5 AV15 GV1	L 119.0 F 21 T140.0	0.081	P_t 44.0 P_e 6.5 P_f 11.2	P_t P_v P_n	$P_e = 15 \times 0.433$	8
9		THROUGH UNDER-GROUND TO CITY MAIN	q Q 259.6	3	E5 GV1 T15	L 50.0 F 27.6 T 77.6	C=150 TYPE'M' 0.061	P_t 61.7 P_e P_f 4.7	P_t P_v P_n	$F = F_{40} \times 1.51 \times F_c$ $F_c = [2.981/3.068]^{4.87} = 0.869$ F = 21 x 1.51 x 0.869 F = 27.6	9
			q Q			L F T		P_t 66.4 P_e P_f	P_t P_v P_n		
			q Q			L F T		P_t P_e P_f	P_t P_v P_n		
								P_t			

FIGURE A.14.3.2(c) Hydraulic Calculations.

نموذج لوضع الحسابات من الكود الامريكى

NFPA

وهو عبارة عن ملخص للحسابات

Hydraulic Calculations

for

ABC Company, employee garage

7499 Franklin Road

Charleston, SC

Contract No. 4001

Date 1 – 7 – 99

Design

Occupancy classification ORD. GR. 1

Density 0.15 gpm/ft²

Area of application 1500 ft

Coverage per sprinkler 130 ft

Special sprinklers ——

No. of sprinklers calculated 12

In-rack demand ——

Hose streams 250 gpm

Total water required 510.4 gpm
including hose streams

Name of contractor _____

Name of designer _____

Address _____

Authority having jurisdiction _____

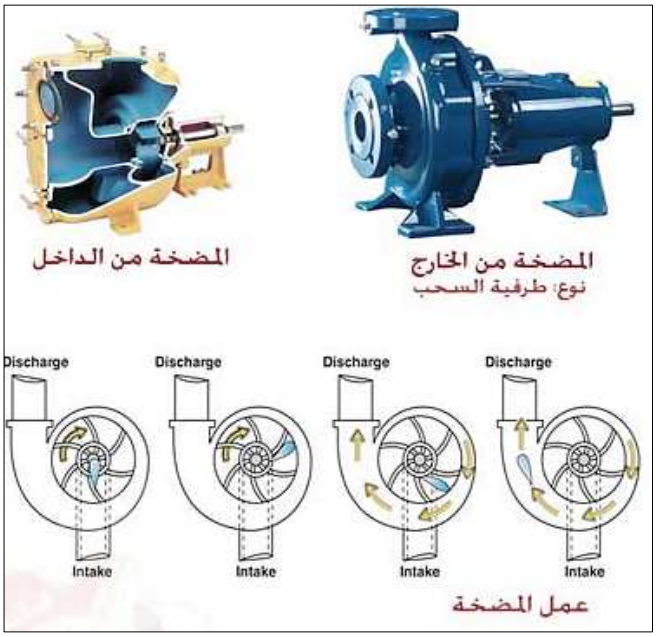
مكونات نظام مضخات الحريق

يتكون النظام من الأجزاء الرئيسية التالية:

١. مضخة الحريق Fire Pump
٢. محرك Motor
٣. لوحة التحكم Controller
٤. خط السحب Suction Connections
٥. خط الدفع (الإمداد) Discharge Connections
٦. خط الفحص Test Line

١- مضخة الحريق Fire Pump

هي عبارة عن مضخة مياه ذات الطرد المركزي Centrifugal، لها مواصفات خاصة تستخدم لدفع الماء في أنظمة مكافحة الحريق



أنواع مضخات الحريق

تصنف مضخات الحريق من حيث الشكل الى اربعة انواع رئيسية وهي كتالي:

أ. المضخات المنفصلة أفقيا Horizontal (axial) Split Case Pumps
ب. المضخات الرأسية Vertical (radial) Pumps
ج. المضخات طرفية السحب End Suction Pumps
د. المضخات التربينية Turbine Pumps

أ. المضخة المنفصلة أفقيا
Horizontal Split Case Pump

اشهرها انواعها:

١- المضخة ذات المرحلة الواحدة Single Stage Pump
٢- المضخة متعددة المراحل Multi Stage Pump

ايجابياتها:

- كمية الدفع عالية.
- امكانية استخدمها مع المحركات الكهربائية أو محركات الديزل.

سلبياتها:

- صعبة الصيانة.
- غالية الثمن
- تشغل حيز كبير.

ب- المضخات الرأسية
Vertical Pump

اشهرها:
المضخة الرأسية ذات الخط الواحد Vertical In-Line Pump

ايجابياتها:
- فعالة في عملها.
- سعرها مناسب.

سلبياتها:
- تستخدم فقط في ضخ اكثر من ١٥٠٠ جالون لكل دقيقة
- تعمل في المحركات الكهربائية فقط.
- تتطلب مصفاة خط سحب.

ج- المضخة طرفية السحب
End Suction Pump

يوجد منها عدة انواع مثل:

١. المضخة ذات القارنة المرنة Flexible coupling pump
٢. المضخة ذات القارنة الطويلة Long coupling Pump
٣. المضخة المنفصلة رأسيا Vertical Split Case Pump

ايجابياتها:
- امكانية استخدمها مع المحركات الكهربائية أومحركات الديزل.
- سهلة التركيب.

سلبياتها:
- تستخدم في ضخ اكثر من ١٥٠ جالون لكل دقيقة فقط.

د- المضخات التربينية
Turbine Pumps

ايجابياتها:
- امكانية استخدمها مع المحركات الكهربائية أومحركات الديزل.
- كمية الدفع عالية.

سلبياتها:
- صعبة التركيب و الصيانة.
- غالية الثمن.

انواع مضخات النظام

يركب على الخط الرئيسى للنظام ثلاثة مضخات وهي كالتالي:

١. المضخة الكهربائية (رئيسية) Electrical Pump:
غالبا ما تكون مضخة من نوع المنفصلة أفقيا أو طرفية السحب.

٢. مضخة الديزل (رئيسية) Diesel Pump:

تعمل اذا انقطع التيار الكهربائي عن المبنى أو إذا فشلت المضخة الكهربائية فى توفير الضغط بسبب الحمل الزائد على المضخة الكهربائية.

٣. المضخة المساعدة (التعويضية) Jocking Pump:

* تكون صغيرة فى الحجم من نوع المضخة المنفصلة أفقيا centefigual متعددة المراحل. و تعطى head = 30 ft وتدفق من ١٠ الى ١٥% من تدفق شبكة الحريق، لذلك فهى راسيه ولها ارتفاع حوالى ٥٠ او ٨٠ سم .
* الغرض منها هو التعويض عن أي فقد فى الشبكة نتيجة للتسريب في شبكة النظام أوانخفاض الضغط الذي تعمل به مضخة الحريق الرئيسية (حمل زائد عليها) وبالتالي قد يؤدي الى احتراقها لذلك يتم تركب المضخة المساعدة لتعويض هذا النقص.
*وللحفاظ على المضخه الكبيره فاذا كان ضغط الشبكه 245 psi نجعل الجوكى تعمل عند 240 psi والمضخه الكبيره عند 230 psi .حتى تشعر الجوكى أولا بنقص الضغط فتعمل لتعويض الضغط قبل المضخة الرئيسية.

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

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 .

الشروط الواجب توافرها فى مضخات الحريق :-

١- ان تعطى ال Q و ال H المرادان .
٢- يجب عند اختيارها لابد ان تكون فى الجزىء 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 %
٥- ان تكون المضخه وضعت 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

* At constant impeller diameter

$$\frac{Q1}{Q2}=\frac{N1}{N2} \qquad \left(\frac{Head1}{Head2}=\frac{N1}{N2}\right)^2 \qquad \left(\frac{Power1}{Power2}=\frac{N1}{N2}\right)^3$$

* At constant pump speed

$$\frac{Q1}{Q2}=\frac{D1}{D2} \qquad \left(\frac{Head1}{Head2}=\frac{D1}{D2}\right)^2 \qquad \left(\frac{Power1}{Power2}=\frac{D1}{D2}\right)^3$$

*المضخات الموجوده 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 9 او 10 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

اهم مواصفات مضخة الحريق

هذه المواصفات حسب المواصفات الامريكية NFPA 20 والمواصفات البريطانية LPC

- يجب أن تكون مكونات المضخات مصنوعة حسب المواصفات الدولية المعتمدة: مثل المواصفات الأمريكية ANSI أو المواصفات البريطانية BS او المواصفات الالمانية DIN.
- يشترط على الشركة المصنعة للمضخة تقديم شهادة فحص من إحدى الهيئات المعتمدة دوليا، مثل UL أو FMأو ULC تفيد بأن تم اختبار المضخة مع لوحاتها الكهربائية حسب الشروط والمواصفات المطلوبة.
- يجب ان تكون سعة مضخة الحريق اقل من (1892 لتر / دقيقة). (500 gpm)
- ان يكون عمود الإدارة للمضخة مصنوع من الصلب الغير قابل للصدأ وان يكون مقاومته للجهد عالية.
- في بعض الاحيان يتم تزويد أنظمة مكافحة الحريق بمضخات احتياطية. وكما تزود بمضخة مساعدة (لا تقل سعتها عن 5% من سعة المضخة الرئيسية) لتغطية أي تسريب متوقع خلال 10 دقائق.
- يجب توفير قواعد للمضخات تتناسب مع وزنها وحسب تعليمات الجهة المصنعة وذلك لحمايتها من الاهتزازات والعوامل الميكانيكية.
- يجب ان لا يقل سمك غلاف المضخة عن ١٠ مم للمضخات الكبيرة و ٨ مم للمضخات الصغيرة وان يكون مصنوع من من الحديد الزهر أو من الصلب المسبوك حسب المواصفات المعتمدة.
- يجب توفير اغطية حماية للأجزاء الدوارة في المضخات.

ANSI: American National Standards Institute
BS: British Standard
DIN: German Institute for Standardization
FM: Factory Mutual
ULC: Underwriters Laboratories of Canada
UL: Underwrites Laboratories

الضغط المطلوب للمضخة الرئيسية

يتم حساب الضغط الواجب توفره للمضخة حسب المعادلة التالية:

$$Pt = P1 + Hf + Hs$$

حيث:
Pt: الضغط الكلي للمضخة
P1: ضغط تشغيل النظام
Hf: فاقد الضغط نتيجة الاحتكاك
Hs: ضغط الارتفاع لمستوى النظام عن المضخات

حسب مواصفات NFPA يجب ألا يزيد أعلى ضغط للمضخة في حالة عدم وجود تدفق عن ١٢٠ % من الضغط المطلوب للمضخة المنفصلة أفقيا، ولا يزيد عن ١٤٠ % للمضخة طرفية السحب.

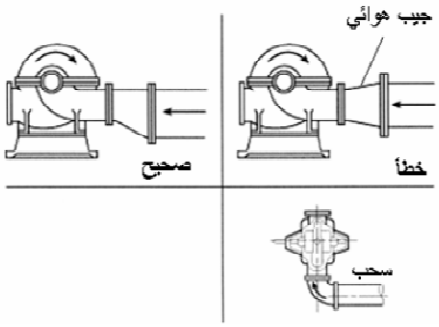
Summery of fire pump data

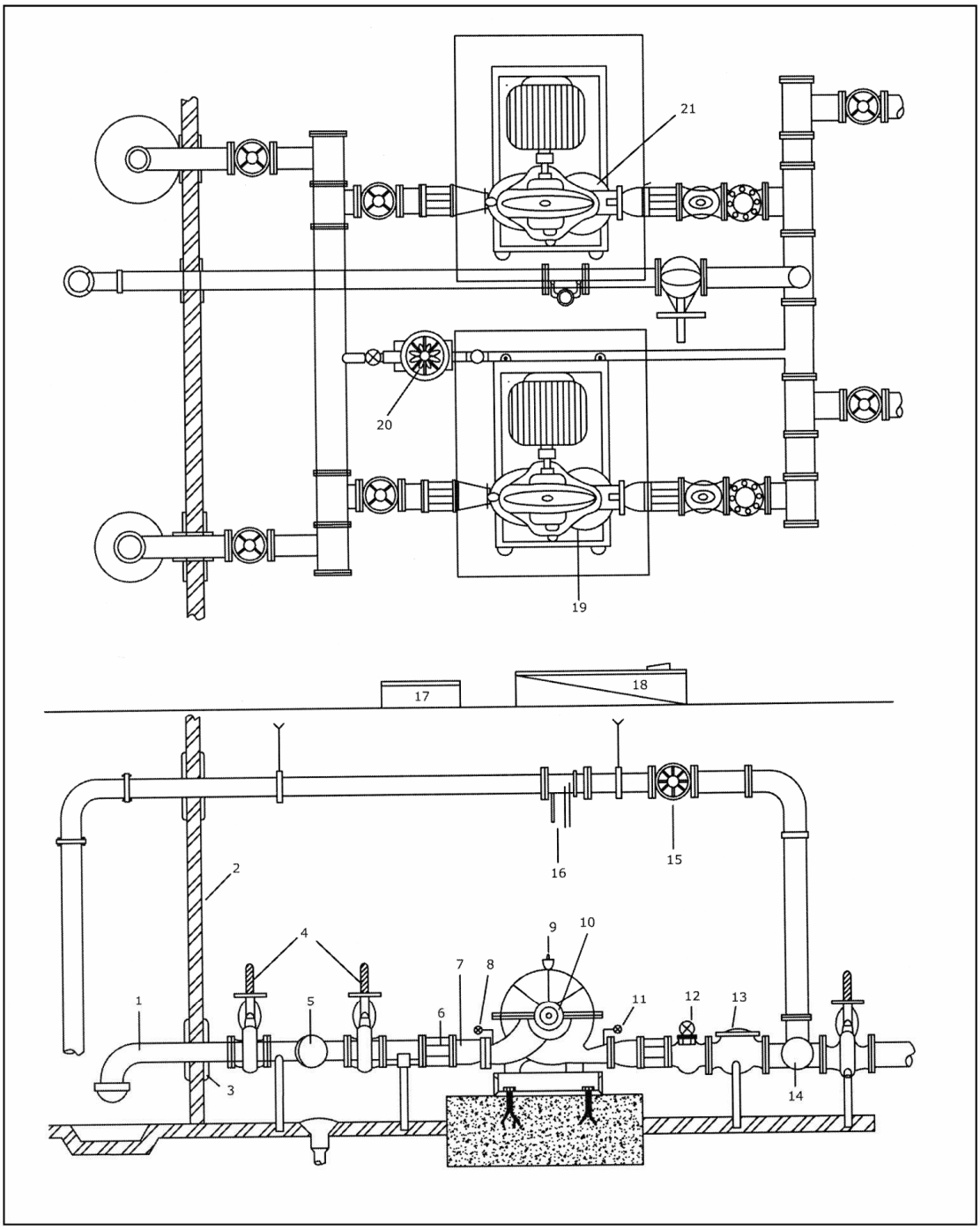
Pump Rating		Minimum Pipe Sizes (Nominal)						
gpm	L/min	Suction[1, 2] (in.)	Discharge[1] (in.)	Relief Valve (in.)	Relief Valve Discharge (in.)	Meter Device (in.)	Number and Size of Hose Valves (in.)	Hose Header Supply (in.)
25	95	1	1	3/4	1	1 1/4	1 — 1 1/2	1
50	189	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	1 — 1 1/2	1 1/2
100	379	2	2	1 1/2	2	2 1/2	1 — 2 1/2	2 1/2
150	568	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	3	1 — 2 1/2	2 1/2
200	757	3	3	2	2 1/2	3	1 — 2 1/2	2 1/2
250	946	3 1/2	3	2	2 1/2	3 1/2	1 — 2 1/2	3
300	1,136	4	4	2 1/2	3 1/2	3 1/2	1 — 2 1/2	3
400	1,514	4	4	3	5	4	2 — 2 1/2	4
450	1,703	5	5	3	5	4	2 — 2 1/2	4
500	1,892	5	5	3	5	5	2 — 2 1/2	4
750	2,839	6	6	4	6	5	3 — 2 1/2	6
1,000	3,785	8	6	4	8	6	4 — 2 1/2	6
1,250	4,731	8	8	6	8	6	6 — 2 1/2	8
1,500	5,677	8	8	6	8	8	6 — 2 1/2	8
2,000	7,570	10	10	6	10	8	6 — 2 1/2	8
2,500	9,462	10	10	6	10	8	8 — 2 1/2	10
3,000	11,355	12	12	8	12	8	12 — 2 1/2	10
3,500	13,247	12	12	8	12	10	12 — 2 1/2	12
4,000	15,140	14	12	8	14	10	16 — 2 1/2	12
4,500	17,032	16	14	8	14	10	16 — 2 1/2	12
5,000	18,925	16	14	8	14	10	20 — 2 1/2	12

[1] Actual diameter of pump flange is permitted to be different from pipe diameter.

[2] Applies only to that portion of suction pipe specified in 2-9.3.

طريقة وضع المضخة على خط السحب



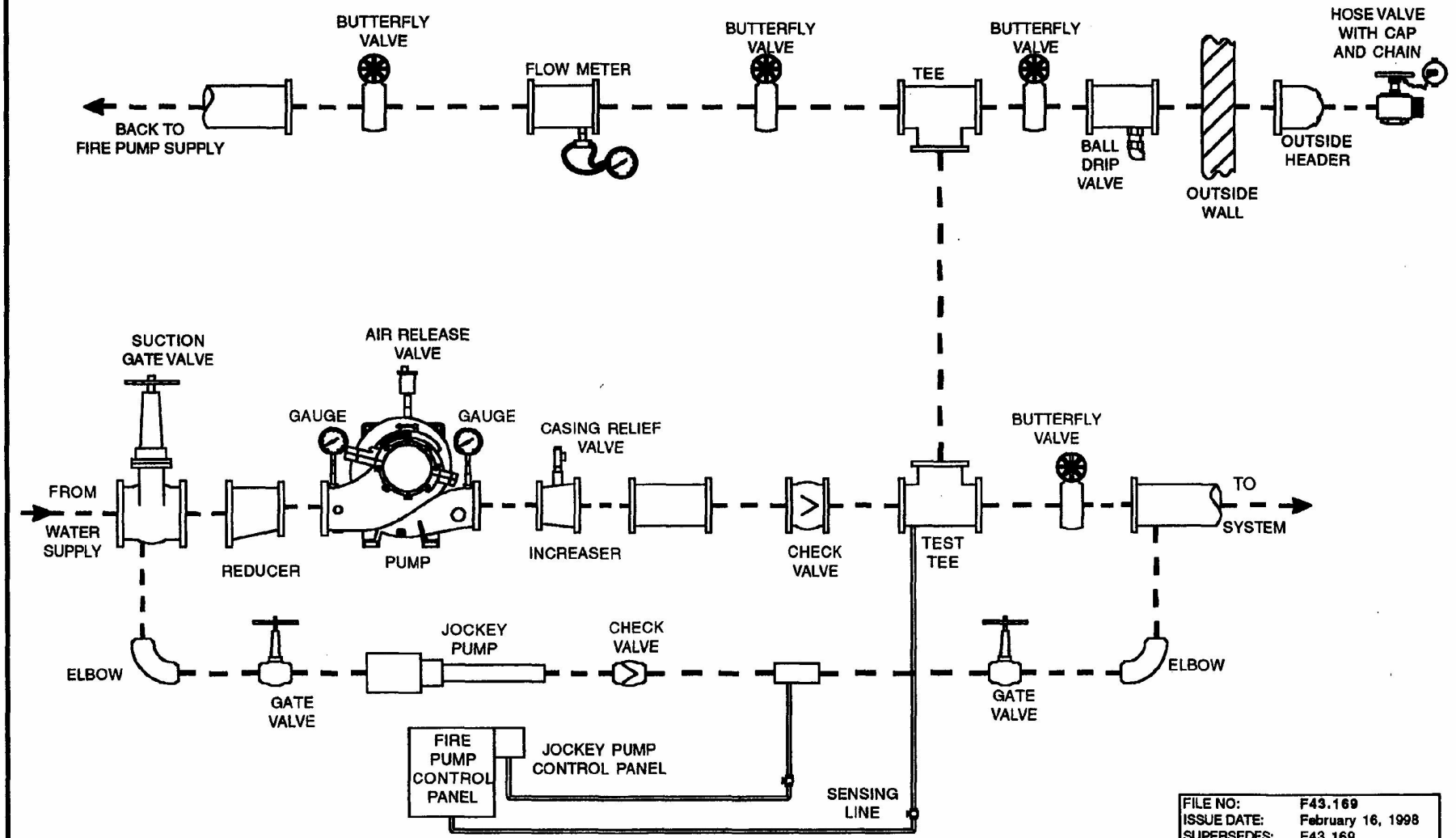


1 كوع الدخول مع مصفاة أو صمام قدم	8 مقياس ضغط السحب	15 صمام الاختبار من نوع صمام بطيء
2 خزان المياه فوق الأرض	9 منفس الهواء التلقائي	16 مقياس تدفق المياه
3 أكمام خاصة بمرور الأنبوب خلال الجدار	10 مضخة الحريق من النوع المنفصل أفقيا	17 لوحة التحكم الكهربائية للمضخة المساعدة
4 صمام عزل من نوع OSS & Y	11 مقياس ضغط الدفع	18 لوحة التحكم الكهربائية لمضخة الحريق الرئيسية
5 خط السحب الرئيسي	12 صمام تخفيف الضغط (إذا طلب)	19 مضخة الحريق الرئيسية رقم 1
6 وصلات مرنة	13 صمام عدم الرجوع لخط الدفع	20 المضخة المساعدة
7 مخفضات لا مركزية	14 أنبوب التغذية الرئيسي	21 مضخة الحريق الاحتياطية رقم 2

تجهيزات غرفة المضخات

TYPICAL FIRE PUMP & CONTROLLER ARRANGEMENT

HORIZONTAL SPLIT CASE - ELECTRIC DRIVEN



FILE NO:	F43.169
ISSUE DATE:	February 16, 1998
SUPERSEDES:	F43.169
DATE:	April 1, 1996

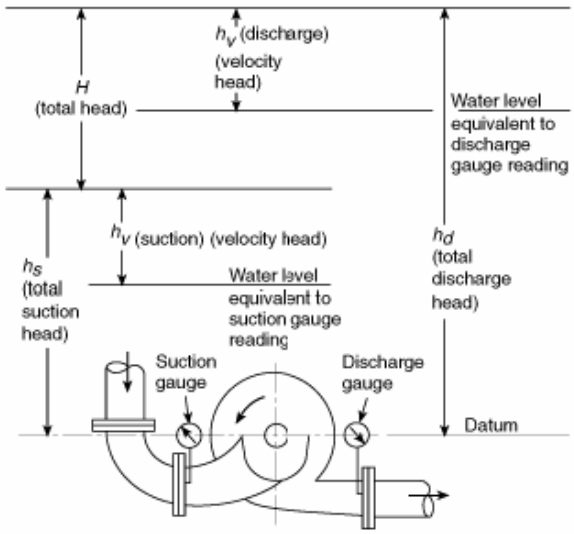
This drawing is a suggested arrangement and is issued for information purposes only.

© S.A. Armstrong Limited 1996; 1998

File:\systems\firepump\f_43_169.pm5

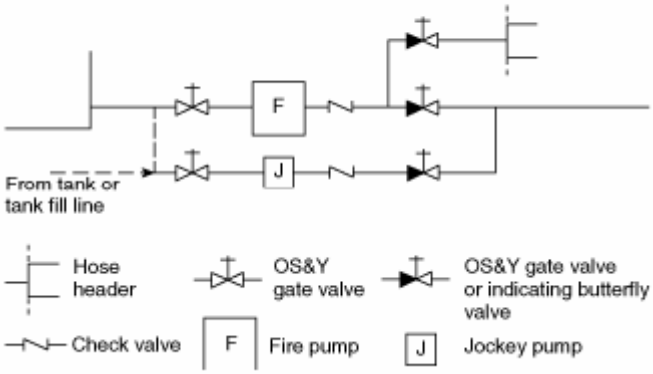
Tel: (002-01118336760) مهندس/عبدالمنعم عبدالمجيد تصميم انظمة مكافحة الحريق

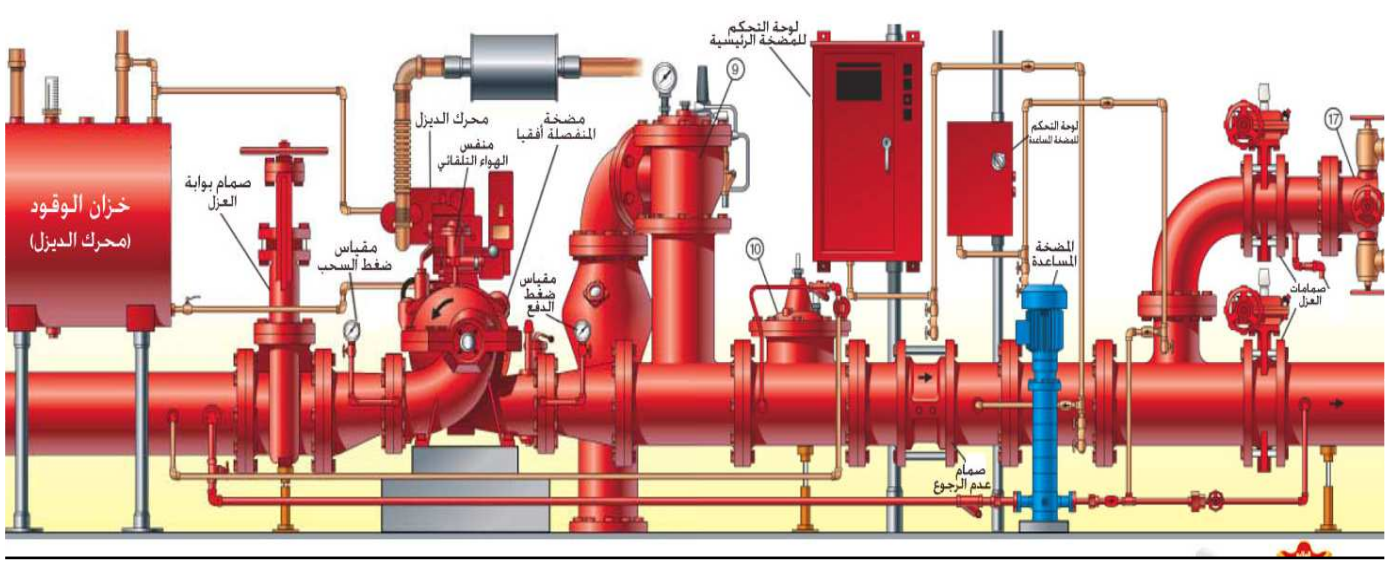
Total head of all types of stationary (not vertical turbine-type) fire pumps.



Installation with suction head above atmospheric pressure shown.

Figure A-2-19.3 Jockey pump installation with fire pump.





طريقة ضبط المضخة مع المحرك

Figure A-3-5(a) Checking angular alignment. ***(Courtesy of Hydraulics Institute Standards for Centrifugal, Rotary and Reciprocating Pumps.)***

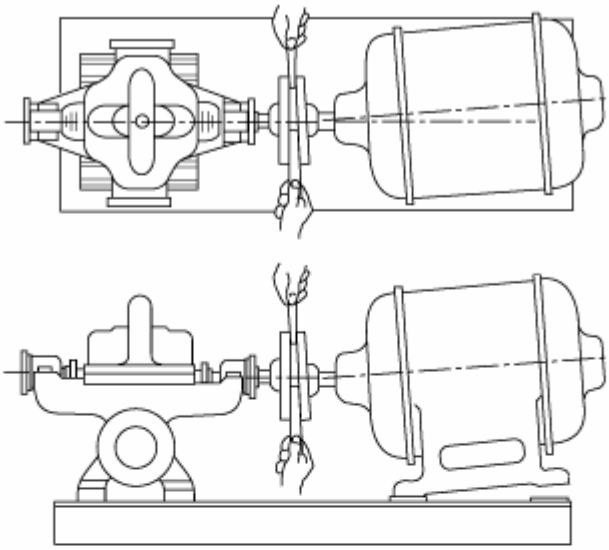
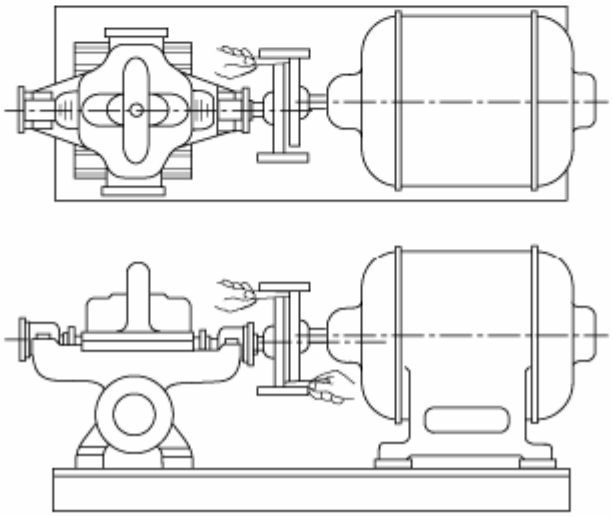


Figure A-3-5(b) Checking parallel alignment. ***(Courtesy of Hydraulics Institute Standards for Centrifugal, Rotary and Reciprocating Pumps.)***



2 -المحرك Motor

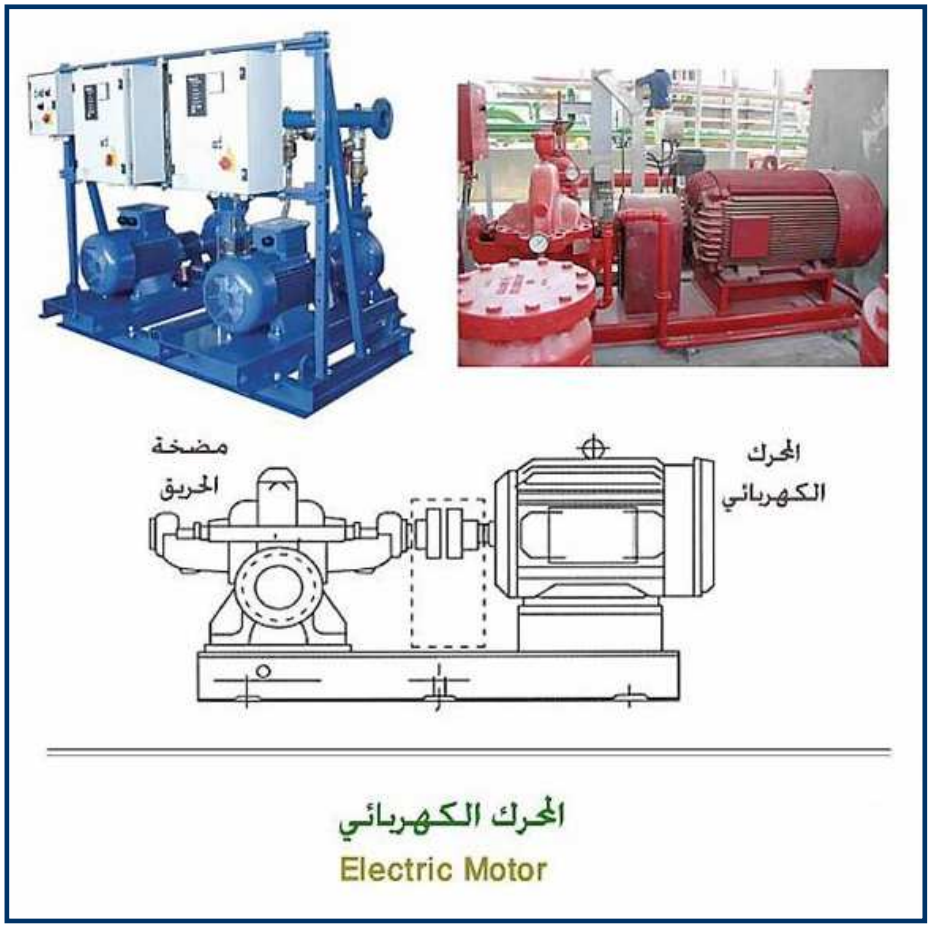
يستخدم المحرك لتدور المضخة.

انواع المحركات:

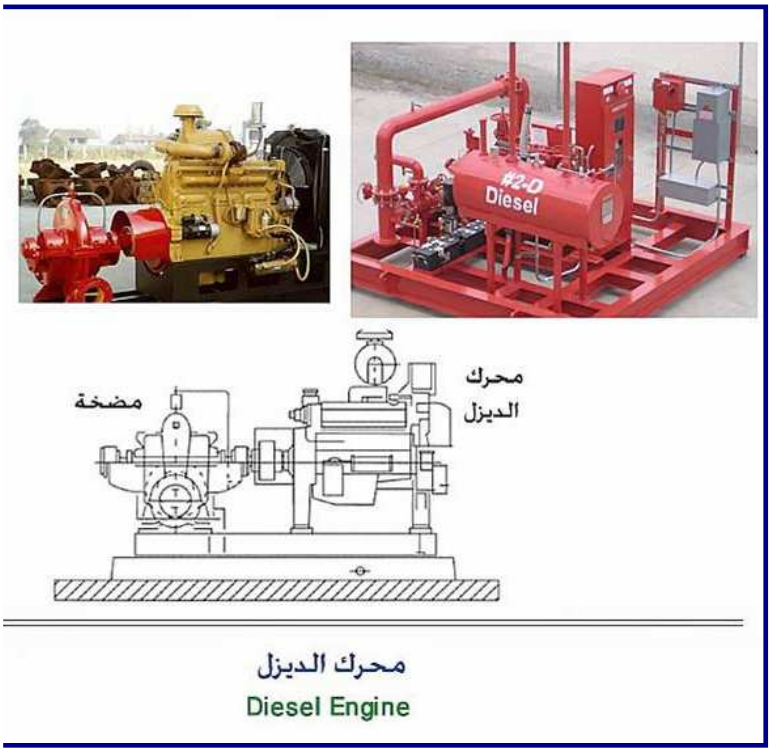
يوجد ثلاثة انواع للمحركات المستخدمة في نظام مضخات الحريق وهي كالاتي:

أ. المحرك الكهربائي Electric Motor
ب. محرك الديزل Diesel Engine
ج. محركات أخرى :مثل توربينات بخارية Steam Turbine

أ. المحرك الكهربائي Electric Motor



ب. محرك الاحتراق الداخلي رباعي الأشواط (الديزل)
Internal Combustion Engine (Diesel)



*يجب ان يتحمل المحرك العمل لمدة لا تقل عن ٦ ساعات متصلة عند الحمل الكامل.

* يجب أن تكون المضخة موصلة مع المحرك بوصلة متحركة بحيث يمكن تحريك المضخة أو المحرك بدون فك أو تركيب الجزء الاضافي.

*يجب أن يتناسب المحرك مع الظروف المناخية في الدولة المعنية وكذلك نوعية الوقود الدولة.

*يجب ان تكون هناك وسيلتين للتشغيل والايقاف إحداهما تلقائية والأخرى يدوية.

قدرة المحرك

يتم تعيين قدرة المحرك المطلوب للمضخة ويجب أن يكون بقدرة ١٤٠ إلى ١٧٠ % من القدرة المطلوبة للمضخة عند أي تدفق حتى ضغط صفر وحسب المعادلة الآتية:

$$W = \frac{QP}{600E}$$

حيث:

W: القدرة الفرملية (كيلو وات)

E: كفاءة المضخة وهي في حدود 60 - 70 % عند أعلى قدرة.

Q: التدفق المطلوب (ل/د)

P: الضغط المطلوب عند هذا التدفق (بار)

٣. لوحة التحكم Controller

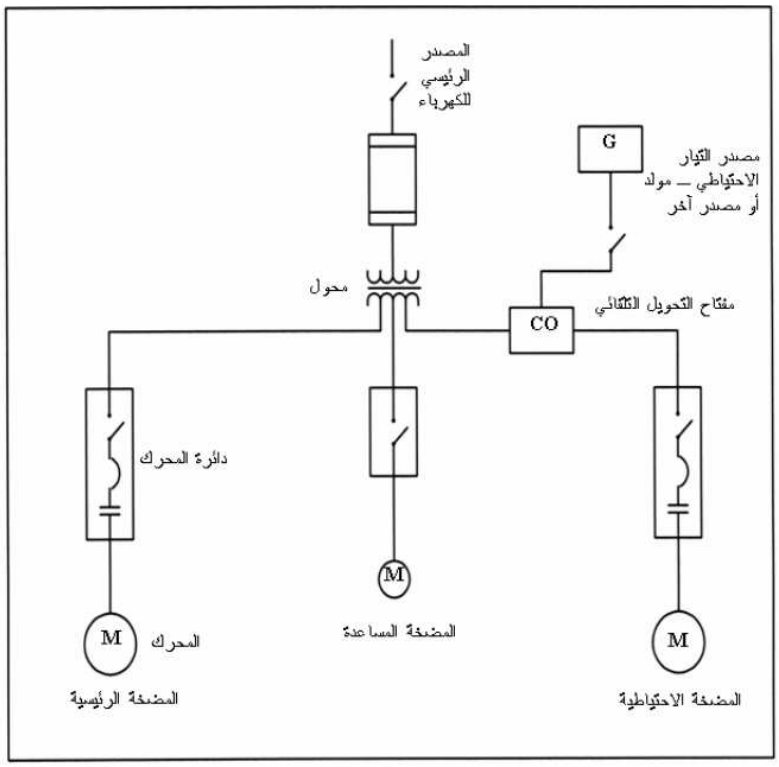
وهي تكون حسب نوع المحرك المستخدم:

أ- لوحة التحكم للمحرك الكهربائي.
ب- لوحة التحكم لمحرك الديزل.

*اهم مواصفات لوحة التحكم لمحرك الديزل

* يجب أن تكون لوحة التحكم وملحقاتها خاصة لاستعمال مضخات الحريق التي تعمل بمحرك ديزل.
* يجب وضع مخطط التوصيلات الكهربائية للمضخة داخل غلاف لوحة التحكم.
* يجب ان تكون محمية من العوامل الجوية والميكانيكية.
* يجب أن تحتوي لوحة التحكم على مصابيح و أجراس لبيان الأخطار وللتحذير(ارتفاع درجة حرارة المحرك وانخفاض مستوى الزيت، وانخفاض فولتية البطارية).
* يجب ان توجد بطاريتين لكل محرك بحيث تكون كل بطارية كافية لتشغيل المحرك يدويا وتلقائيا.

عندما يفشل تشغيل المضخة تلقائيا يجب توفير وسيلة لتحويل التشغيل يدويا.



شكل (2/2i-8) التوصيل الكهربائي لمضخات الحريق

٤. خط السحب Suction Connections

يجب أن يكون قطر أنبوب السحب قادرا على إمداد 150% من التدفق المطلوب عند صافي ضغط السحب الموجب المتاح NPSH الذي لا يقل عن 5.8 م ــ ماء للمضخات الأفقية، ويكون استخدام جدول (2/2ــ2) حسب مواصفات NFPA-20، الذي يبين الأقطار المناسبة لأنبوبي السحب والدفع للمضخة.

جدول (2/2ــ2) قطر أنبوب السحب وأنبوب الدفع

سعة المضخة (ل/د)	قطر أنبوب السحب (مم)	قطر أنبوب الدفع (مم)
100	25	25
190	40	32
375	50	50
565	65	65
750	80	80
950	100	80
1150	100	100
1500	100	100
1700	125	100
1900	125	125
2850	150	150
3750	200	150
4700	200	200
5700	200	200
7500	250	250
9500	250	250

ويتضمن الأجزاء التالية بالتسلسل:

١. صمام مانع دوامات Check valve.
٢. مصفاة خط السحب Suction line strainer
٣. صمام بوابة العزل Isolation Gate Valve
٤. وصلة مرنة Flexible Connection
٥. مخفضات لا مركزية للأنابيب
٦. مقياس ضغط السحب Compound Suction Gauge
٧. مقياس الضغط Pressure meter

يجب تركيب صمام قدم عند مأخذ السحب، ويجب ألا تزيد المسافة بين مأخذ الصمام وأرضية الخزان عن المسافات الموضحة بجدول (2/2ـ3) حسب مواصفات LPC، حسب قطر أنبوب السحب وارتفاع مستوى مياه الخزان عن مأخذ الصمام.

يجب ألا يزيد طول أنبوب السحب عن 30 م من الخزان إلى المضخات وذلك بعد حساب كل نقطة من الوصلات بـ 3 أمتار طولية مكافئة.

جدول(2/2ـ3) أقصى مسافة رأسية بين الصمام و أرضية الخزان

قطر أنبوب السحب (مم)	ارتفاع المياه عن الصمام (مم)	المسافة الرأسية بين الصمام وأرضية الخزان (مم)
65	250	80
80	310	80
100	370	100
150	500	100
200	620	150
250	750	150

حسابات التصميم

(أ) يتم تعيين الضغط اللازم الذي توفره المضخة حسب المعادلة التالية:

$$P_t = P_1 + H_f + H_s$$ معادلة (2/2ـ1)

حيث:

P_t = الضغط الكلي للمضخة

P_1 = ضغط تشغيل النظام

H_f = فاقد الضغط نتيجة الاحتكاك

H_s = ضغط الارتفاع لمستوى النظام عن المضخات

(ب) يتم تحديد صافي ضغط السحب الموجب المطلوب حسب طبيعة مصدر المياه.

(ج) يتم تحديد قدرة المحرك المطلوب للمضخة ويجب أن يكون بقدرة 140 إلى 170% من القدرة المطلوبة للمضخة عند أي تدفق حتى ضغط صفر وحسب المعادلة الآتية:

$$W = \frac{QP}{600E}$$ معادلة (2/2ـ2)

حيث:

W = القدرة الفرملية (كيلو وات)

E = كفاءة المضخة وهي في حدود 60 ـ 70% عند أعلى قدرة

Q = التدفق المطلوب (ل/د)

P = الضغط المطلوب عند هذا التدفق (بار)

٥- خط الدفع Discharge Connections

ويحتوي على الأجزاء التالية بالتسلسل:

١. منفس الهواء التلقائي Auto air release valve
٢. مقياس ضغط الدفع Discharge Pressure Gauge بسعة ١٧٥ % من الضغط المطلوب
٣. مخفضات مركزية للأنابيب
٤. وصلة مرنة Flexible Connection: لامتصاص الصدمات والاهتزازات وتلاشي عيوب عدم ضبط محاور الأنابيب
٥. صمام تخفيف الضغط (اختياري) Pressure relief valve
٦. صمام عدم الرجوع Check (non-return) valve
٧. صمام بوابة العزل Isolation Gate Valve : يكون مصنوع من من الحديد الزهر أو الصلب الكربوني والأجزاء الداخلية من البرونز
٨. مفتاح الضغط Pressure switch

٦- خط الفحص

يشمل الأجزاء التالية بالتسلسل:

(أ) صمام بطيء Globe valve
(ب) مقياس التدفق Flow meter

٧-غرفة المضخات

يجب أن تتوفر في غرفة المضخات المواصفات التالية:

* أن تكون مبنية من مواد مقاومة للحريق.

* ذات إضاءة وتهوية كافية ومناسبة.

*يجب ان تكون كافية للمضخات وملحقاتها وتوصيلاتها.

==== التجهيزات الفنية ====

يجب أن تكون غرفة المضخات نظيفة وتركب المضخات ولوحاتها الكهربائية كما هو موضح بشكل (2/2ـ9).

يجب توفير وسائل مناسبة لتصريف المياه في أرضية غرفة المضخات، وأيضا توفير وسائل العزل الكهربائي والأرضي.

يجب عمل قواعد للمضخات تتناسب مع وزنها وحسب تعليمات الجهة المصنعة وذلك لحمايتها من الاهتزازات والعوامل الميكانيكية.

يجب أخذ الاحتياطات في تركيب الأنابيب بحيث لا تشكل جيوباً هوائية وإذا دعت الحاجة يركب صمام تنفيس للهواء على خط السحب قريبا من المأخذ.

إذا كان مستوى المياه في الخزان أقل من مستوى المضخات فإنه يجب أن يكون لكل مضخة أنبوب سحب منفصل، وعمل خزان تحضير يوصل بخط منفصل لكل مضخة.

إذا كان مستوى المياه في الخزان أعلى من مستوى المضخات فإنه يمكن إمداد المضخات بخط سحب رئيسي بحيث يكون قطره كافياً لتغذية كل المضخات معا، ويجب تزويد خطوط السحب الفرعية للمضخات بصمامات للعزل.

يجب أن يكون أنبوب الفحص بقطر لا يقل عن قطر أنبوب الدفع للمضخة، ويجب تركيب صمام بطيء ومقياس تدفق عليه.

يجب وضع العلامات الإرشادية واللوحات التحذيرية في غرفة المضخات، بحيث تبين نوع النظام الذي تغذيه المضخات، ولوحة تحكم لكل مضخة، وتبين حالة الصمامات أهي مفتوحة أو مغلقة دائما، والضغوط التي تعمل وتقف عندها المضخات.

يجب توصيل عادم مضخات الديزل إلى الخارج وأن يكون بقطر مناسب، وعزله بمواد مقاومة للحرارة، وتوفير التهوية الكافية.

عمل حماية للأجزاء الدوارة في المضخات بتركيب أغطية عليها.

يجب أن تكون جميع الأنابيب في غرفة المضخات فوق الأرض وتسهيل الوصول إلى أي جزء منها، وأن تكون التركيبات والعلاقات والمثبتات والركائز حسب أصول الصناعة والمواصفات المعتمدة لمثل هذه الأعمال.

يجب أن تطلى أنابيب مياه أنظمة مكافحة الحريق داخل غرفة المضخات باللون الأحمر، وباللون الأخضر لأنابيب الوقود أو الزيوت.

إذا كان النظام كبيراً وقطر الأنبوب الرئيسي أكبر من 150 مم وفي حالة المباني العالية يفضل تركيب مانع لظاهرة الطرق المائي في الأنابيب.

يجب تركيب الوصلات المرنة لخطوط الأنابيب قبل وبعد المضخات لامتصاص الصدمات والاهتزازات وتلاشي عيوب عدم ضبط محاور الأنابيب.

يجب سد جميع الفتحات والفراغات حول اختراق الأنابيب والكبلات للحوائط أو الأسقف أو الأرضيات لغرف المضخات.

يجب أن يبعد صمام العزل الخاص بالسحب مسافة لا تقل عن خمسة أمثال قطر أنبوب السحب عن المأخذ وذلك في حالة توصيل خط الفحص بخط السحب.

يجب أن تكون المسافة بين مقياس المياه وصمام العزل كما تحددها الجهة المصنعة للمقياس.

يجب تركيب صمام تخفيف الضغط قبل صمام عدم الرجوع وفي نقطة يسهل تصريف المياه فيها ويفضل أن تكون خارج الغرفة وموصلة بنقطة صرف أرضية. وفي حالة تركيب صمام التخفيف ليصرف إلى الخزان يجب تعيين الضغط الخلفي وتعيين حدود التخفيف للصمام.

* التجهيزات الفنية للمضخات والمحركات معا

(أ) **إجراء ضبط الاستقامة**

(1) يجب إجراء ضبط الاستقامة لمحور المضخة مع محور المحرك بعد تركيبها على القواعد وكذلك بعد تثبيت القاعدة المشتركة لهما وتوصيل الأنابيب والصمامات ويجب أن يكون ضبط الاستقامة أفقيا ورأسيا، كما هو موضح في شكل (2/2ـ10).

(2) يجب إجراء عملية تصحيح الاستقامة بعد 10 س من عمل المضخة أو مدة 3 شهور للتأكد من عدم وجود تأثيرات للإجهاد الحراري أو التمدد في الأنابيب أو ما شابه ذلك.

(3) تكون الدقة في ضبط الاستقامة حسب مواصفات **NFPA-20**.

(ب) عندما يكون تبريد مضخة الديزل عن طريق مبادل حراري يبرد بواسطة مياه خط الدفع، يزود أنبوب الخروج من خط الدفع بصمام إغلاق ومصفاة ومنظم ضغط ومقياس ضغط.

(ج) يجب أن لا يركب صمام تخفيف الضغط لمضخة الديزل التي تبرد من خارج المضخة، وفي حالة المضخات الأخرى يكون صمام تخفيف الضغط من النوع التلقائي ويضبط عند ضغط الإغلاق للمضخة ويكون بقطر 17 مم.

(د) في حالة محرك الديزل يجب أن توضع البطاريات فوق حامل على الأرض وأن يكون هذا الحامل متيناً وفي موقع لا يتأثر بالعوامل الميكانيكية أو الحرارية أو رشح المياه أو الوقود أو الزيوت.

(هـ) إذا كان نظام المضخات مكوناً من مضخة رئيسية واحتياطية ومساعدة وفي حالة وجود نظام مراقبة للمبنى على مدى 24 س، وإذا كانت المضخات بعيدة وغير مراقبة فإنه يجب تركيب إشارة سمعية ومرئية تعمل على جهد منخفض في غرفة المراقبة وتعطي هذه الإشارة البيانات التالية (وتكون دائرة منفصلة عن دائرة التحكم):

(1) المحرك يعمل: مفتاح التشغيل للوحة التحكم على وضع التشغيل التلقائي أو اليدوي أو الإيقاف.

(2) وجود عطل في المحرك أو لوحة التحكم.

(3) يمكن وضع إشارة واحدة تعطي أياً من هذه الأوضاع، وفي هذه الحالة يقوم المراقب بفحص اللوحة.

==== الاختبارات ====

* اختبار مضخة الحريق الكهربية

(أ) يجب تقديم شهادة اختبار من الجهة المصنعة تفيد بأنه قد تم فحص المضخة والمحرك ولوحة التحكم معا حسب مواصفات دولية معتمدة مثل المواصفات المذكورة في جدول (ج2/2ـ5) أو ما يعادلها.

(ب) يجب أن تقوم الشركة المنفذة (المقاول) باختبار المضخة عند الحمل الكامل لمدة لا تقل عن 6 س عند السرعات المحددة أو القصوى.

(ج) يجب أن يوفر المقاول مقياس شدة التيار، و مقياس مؤشر الجهد، و تاكومتر لقياس عدد الدورات/د وأي أجهزة قياس أخرى.

(د) يتم ضبط (ترتيب) تتابع عمل المضخات عن طريق مفاتيح الضغط كما يلي:

(1) تضبط المضخة المساعدة لتعمل عند ضغط أقل من ضغط النظام الكلي مباشرة.

(2) تضبط المضخة المســـاعدة لتغلق عند ضغط أعلى من ضغط التشغيل بمقدار 1.0 بار على الأقل.

(3) تضبط المضخة الرئيسية لتعمل عند ضغط يقل 0.5 بار من ضغط النظام.

(4) تضبط المضخة الاحتياطية لتعمل عند ضغط يقل 0.5 بار من ضغط تشغيل المضخة الرئيسية.

(هـ) تجرى الاختبارات اللازمة بعد التأكد من وجود المياه بالخزان الرئيسي على المضخة وخط السحب وخزان التحضير (إن وجد) وأن الصمامات في الوضع المناسب للاختبار.

(و) تبدأ حركة المضخات بفتح صمام الاختبار جزئيا سواء كان الصمام خارجياً أو داخلياً وإذا كان صمام الخط الرئيسي هو صمام الاختبار فيجب تنظيم الدفع باختبار عدد من فوهات الحريق والخراطيم بحيث يمكن تبديل النهايات، وفي كل حالة يتم إغلاق فوهات الرش قبل تبديل النهايات.

(ز) يتم الاختبار بتدفق حتى 50% ثم 100% وحتى أقصى تدفق، واختبار ضغط الإغلاق، وأخذ عدة قراءات مختلفة للضغط المناظر للتدفق وتوزيع منحنى الأداء الحقيقي.

(ح) يتم تسجيل القراءات الخاصة بعدد (الدورات/د)، وصافي ضغط السحب الموجب، والجهد الكهربائي (فولت)، وشدة التيار (أمبير)، واستهلاك الكهرباء (كيلو وات)، وعمل المنحنيات الخاصة بكل حالة ومقارنة النتيجة مع البيانات الخاصة بلوحة المحرك والمضخة.

(ط) يجب ملاحظة مدى الاهتزازات الميكانيكية وارتفاع درجة حرارة المضخة وملاحظة ارتفاع الحرارة والتسرب لحلقات الحشو و صندوق الحشو (إن وجدت) أو ملاحظة عمل مانع التسرب الميكانيكي.

(ي) يجب اختبار عملية التشغيل التلقائي للوحة التحكم 10 مرات متتالية بفترة زمن 15 ث للمرة الواحدة وإجراء عملية التشغيل اليدوي 10 مرات أخرى.

(ك) يجب اختبار عملية التوصيل من مصدر التيار الكهربائي الاحتياطي بواسطة مفتاح التحويل التلقائـــي على أن يكون التحويل عند الحمل الكامل للمضخة (بقطع التيار الأصلي) وكذلك إعادة التحويل لمرة أخرى للمصدر الأصلي، والتأكد من عدم حدوث فتح وسائل حماية الأجهزة من التيار الزائد في كل حالة وملاحظة عمل وسيلة التأخير.

(ل) يجب اختبار عمل المحرك لمدة لا تقل عن 5 د عند أقصى حمل للمحرك ويجب تشغيل المضخة المدة الكافية لثبات قراءات المقاييس.

(م) يمكن اختبار المضخة بواسطة أنبوب بيتو باستخدام صمام الاختبار مع خرطوم وتغيير قطر فوهة الخرطوم وقياس السرعة (عدد الدورات/د) والتدفق والضغط في كل حالة.

(ن) يجب إجراء اختبار استقامة مع المضخة.

* اختبار مضخة الديزل

إضافة إلى ما جاء باختبار المضخة الكهربائية يجب إجراء الاختبارات التالية:

(أ) يتم اختبار محرك الديزل عند أقصى حمل لمدة لا تقل عن 30 د.

(ب) يجب اختبار بدء حركة المحرك 6 مرات متتالية بينها فترة زمنية 15 ث لكل مرة.

(ج) يجب تسجيل القراءات الخاصة ومقارنتها بالمواصفات الأصلية للمحرك.

(د) اختبار سرعة المحرك وسرعة المضخة عند عدم وجود تحميل.

(هـ) اختبار سرعة المحرك وسرعة المضخة عند التدفق الكامل.

(و) اختبار ضغط المضخة عند عدم وجود تحميل والتدفق المناظر.

(ز) اختبار ضغط السحب للمضخة عند حالة التحميل الكامل.

(ح) اختبار الضغط عند أقصى تدفق.

(ط) اختبار ارتفاع درجة حرارة مياه التبريد لمدة 90 د وإذا كان المحرك يبرد من مبادل حراري يجب تسجيل درجة الحرارة الابتدائية والنهائية للمياه.

(ي) اختبار ارتفاع درجة حرارة زيت التزييت وضغطه.

(ك) اختبار معدل تدفق مياه التبريد.

(ل) اختبار معدل شحن البطاريات.

(م) اختبار أي تسرب للوقود أو الزيوت.

(ن) اختبار الاهتزازات الميكانيكية وخروج العادم.

الاختبار و التسليم لشبكه الحريق

وذلك حسب ما جاء فى الكود كالآتى

10.10.2.2 Hydrostatic Test.

10.10.2.2.1* All piping and attached appurtenances subjected to system working pressure shall be hydrostatically tested at 200 psi (13.8 bar) or 50 psi (3.5 bar) in excess of the system working pressure, whichever is greater, and shall maintain that pressure without loss for 2 hours.

10.10.2.2.2 Loss shall be determined by a drop in gauge pressure or visual leakage.

10.10.2.2.3 The test pressure shall be read from a gauge located at the low elevation point of the system or portion being tested.

10.10.2.2.4 The permitted amount of underground piping leakage shall be as follows:

(1)* The amount of leakage at the joints shall not exceed 2 qt/hr (1.89 L/hr) per 100 gaskets or joints, irrespective of pipe diameter.

(2)* The amount of allowable leakage specified in 10.10.2.2.4(1) shall be permitted to be increased by 1 fl oz (30 ml) per inch valve diameter per hour for each metal-seated valve isolating the test section.

(3) If dry barrel hydrants are tested with the main valve open so the hydrants are under pressure, an additional 5 fl oz/min (150 ml/min) of leakage shall be permitted for each hydrant.

(4) The amount of leakage in buried piping shall be measured at the specified test pressure by pumping from a calibrated container.

==== الصيانة الدورية ====

* الصيانة الاسبوعية

(أ) القيام بتشغيل المضخة لمدة 30 د على الأقل تلقائيا عن طريق مفتاح الضغط ومرة أخرى يدوياً، واختبار ارتفاع حرارة المضخة والاهتزازات الميكانيكية والتوصيلات الكهربائية للمحرك.

(ب) إذا كان مصدر التيار الاحتياطي هو مولد احتياطي يتم اختبار المولد لمدة 3 د على الأقل على أن يتم تسجيل النتائج وملاحظة عدم وجود أعطال في التحويل.

(ج) بالنسبة لمحرك الديزل يجب التأكد من عدم وجود تسرب للوقود أو الزيوت، وفحص البطاريات، ومعدل الشحن وملاحظة معدلات زيت التزييت ومياه التبريد.

(د) يجب إجراء الصيانة اللازمة مثل التنظيف والتجفيف لغرفة المضخات مع التزييت والتشحيم اللازم لأجزاء المضخة والمحرك.

* الصيانة الشهرية

(أ) عمل سجل فحص وصيانة دورية وأخذ قراءات البيانات المختلفة.

(ب) إجراء خطوات الصيانة الأسبوعية إضافة إلى الخطوات التالية.

(ج) التأكد من أن البطاريات تشحن شحنا كاملا بفحص خلايا البطاريات وكمية الشحن مع استكمال محلول البطاريات في حالة نقصانه.

(د) التأكد من أن مستوى الوقود في الخزان لا يقل عن 75% من سعته، واستكماله إن لزم الأمر، مع فحص الوقود وعدم احتوائه على رواسب أو مياه.

(هـ) التأكد من سلامة وصلات العادم ونظام التبريد والتزييت وقراءة المقاييس بتشغيل المحرك لمدة 1 س على الأقل ومراجعة التشحيم والتنظيف.

(و) يجب اختبار قراءات وإشارات لوحات التحكم في كل حـــالة وتوصيلاتها مع أجهزة الإنذار وغرفة المراقبة إن وجدت).

(ز) اختبار عمل محرك الكهرباء وانخفاض الجهد وتيار بدء الحركة ووسائل حماية المحرك والتوصيلات الكهربائية.

* الصيانة السنوية

(أ) إضافة إلى ما ذكر في الصيانة الشهرية.

(ب) اختبار أداء المضخة والمحرك ولوحة التحكم عند أقصى حمل وتشغيل الإنذار وإصلاح الأعطال إن وجدت.

(ج) مراجعة مواعيد العمرات والإصلاحات السابقة والآتية حسب سجلات الصيانة واتباع جداول الصيانة من الجهة المصنعة.

(د) فحص استقامة المحرك مع المضخة.

(هـ) يجب في كل حالة تجهيز المضخة للعمل تلقائيا بعد إجراء الصيانة والفحص ومراجعة أوضاع جميع الصمامات في حالة التشغيل الكامل.

=== قطع الغيار والكمية اللازمة ===

(أ) يجب التأكد من وجود طقـم مفاتيح فك وتركيب جميع أجزاء المضخات ولوحة التحكم والمحرك.

(ب) يجب توفير قطع الغيار التالية للمضخات:

(1) طقم كامل من الحاشيات والوصلات الخاصة بالمضخة.

(2) طقم من مانع التسرب الميكانيكي أو حلقات الحشو الخاصة بالمضخة.

(3) طقم من مسامير الربط و مثبتات وصواميل وأداة منع الاحتكاك (بللي).

(ج) توفير قطع الغيار التالية لمحركات الديزل

(1) عدد 2 طقم مرشحات الوقود والزيت.

(2) طقم حاشيات أجزاء المحرك وموانع التسرب.

(3) عدد 2 طقم سيور لأي سير بالمحرك.

(4) عدد 2 حاقن وقود.

(5) عدد 1 مضخة تحضير (إن وجدت).

(د) توفير قطع الغيار التالية للوحة التحكم

(1) طقم من جميع مصابيح الإشارات للوحة التحكم.

(2) طقم من المنصهرات الخاصة بلوحة التحكم.

(3) طقم من المرحلات الخاصة بلوحة التحكم.

=== Zone Control Valve ===

للتأكد من عمل المنظومه ولاغراض التنظيف والصيانة يركب مجموعه ZV (zone control valve) على كل cross main يأخذ من ال riser ويعطى branch line ,وهى عبارة عن صندوق به المكونات الاتية

Gate Valve : وهو عباره عن OS&Y Gate Valve with Temp. Switch ويحوى على عمود قلاووظ موصل بقرص دائرى من اعلى، ويحتوى 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.

خراطيم الحريق Fire Hose

ويوجد منها نوعان :-

١- **Hose Reel:** عباره عن خرطوم من المطاط Rubber ملفوف 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 ”½ 1 or ”1 وهو خاص بالافراد الغير مدربين وهو يعطى 100 gpm عند ضغط 4.5 bar ، و النوع الثانى ”½ 2 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 (دولاب الحريق)

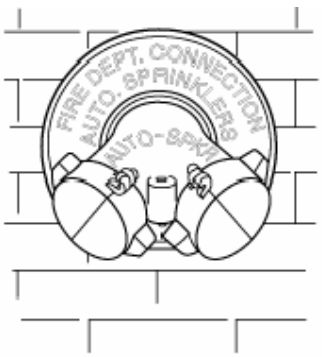
١- بالقرب من سلالم الهروب .
٢- فى الجراجات بالمداخل و مخارج السيارات .
٣- الخرطوم يغطى 30 م ويراعى ال Travel Distance وهى المسافه التى يمر الخرطوم يها مع وجود عوائق كالحوائط حتى يصل الى الحريق وطول مدى المياه الخارجه من الخرطوم 6 امتار .
٤- بجوار الباب الرئيسى للمبنى .
٥- ارتفاع الصندوق من الارض من حدود 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 30 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 Siamese Connection وتسمى الماسوره بـ Landing Valve حتى اذا حدث الحريق وانتهى التانك فيتم توصيل الـ Siamese 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 .



Water Tank خزان المياه

تعتمد انظمة الإطفاء على وجود كمية كافية من المياه لكي تعمل لفترة كافية يتم تحديدها حسب الخطورة و من قبل الجهة المختصة (الدفاع المدني) و كل نظام إطفاء تلقائي يجب أن يزود بمصدر مياه آلي واحد على الأقل.

مصادر التزود بالمياه يجب أن تكون موثوقة وتَكُونَ قادرة على تحقيق التدفق والضغطِ المطلوبين للمدّة المحددة.

أنواع مصادر المياه:

1 – الربط مع شبكة المياه العامة: Connections to Water Works Systems

يجب أن يكون الربط مع شبكة مياه موثوقة بحيث يتم تحديد الحجم و الضغط لشبكة المياه العامة بالفحص لتدفق الماء و تعديله و بحيث تسمح الجهة المختصة (الدفاع المدني) بذلك لكي يتماشى مع التقلبات عليها مثل التجمد أو الفيضانات أو الإستخدامات الصناعية الكبيرة و المتطلبات المستقبلية للمياه أو أي تأثير آخر قد يحدث على الشبكة.

2 – المضخات: Pumps

حيث يتم تزويد النظام بمضخات مكافحة حريق تلقائية تكون مطابقة للمواصفات, و يتم توفير مخزون مياه كافي لعمل النظام.

3 – خزانات الضغط: Pressure Tanks

و هي خزانات يكون الماء فيها مضغوطاً بواسطة الهواء و هي تعمل بشكل آلي,و في حالة وجود خزان الضغط كمصدر وحيد للمياه يجب أن يكون مزود بنظام إنذار ليدل على إنخفاض ضغط الهواء و جهاز إنذار يدل على إنخفاض منسوب المياه و يكون على دائرة كهربائية منفصلة عن ضاغطات الهواء.

يكون حجم خزانات المياه المضغوطة كافية لتكفي عمل الأنظمة للفترة المحددة و الكمية الكافية لتعبئة الأنابيب الجافة في حال وجود نظام سباق, بحيث يكون الحجم الكلي مساوياً لكمية المياه المطلوبة و حجم الهواء الكافي لضغط الخزان.

يكون الخزان مملوء لثلثية بالمياه على الأقل و أدنى ضغط للهواء لا يقل عن (75 psi = 5,2 bar) , و في حال وجود قاع الخزان تحت منسوب أعلى رأس مرش مزود بالمياه يكون أدني ضغط مطلوب للهواء لا يقل عن (75 psi = 5,2 bar) مضافاً إليه ثلاثة أضعاف وزن عمود الماء الواقع فوق قاع الخزان حتى أعلى منسوب.

4 – خزانات الجاذبية الأرضية: Gravity Tanks or Elevated Tanks

و هي خزانات علوية تعمل على تزويد الأنظمة بالمياه بفعل الجاذبية الأرضية و يتم تصميمها حسب المواصفات العالمية و تكو في اماكن بعيدة عن خطر الحريق و خطر الإنجماد و بحيث تكون مصممة بشكل بمكنها تحمل العوامل الخارجية مثل الهزات الأرضية و الأحمال و سرعة الرياح.

حساب سعة مخزون المياه الكافى لعمل أنظمة الاطفاء

يتم حساب كمية المياه الكافية لعمل أنظمة الإطفاء بتحديد المدة الزمنية الكافية لعمل الأنظمة و تحديد كمية تدفق المياه المناسب.

يتم تحديد التدفق المناسب عن طريق الحسابات الهيدروليكية التي تتم بناءاً على تحديد خطورة الإشغال حيث يتم جمع التدفقات الكاملة لأنظمة الإطفاء العاملة (مرشات و نقاط هيدرن و خراطيم مطاطية أو كتانية).

يتم تحديد المدة الزمنية الكافية لعمل الأنظمة حسب خطورة الإشغال مع الأخذ بعين الإعتبار المسافة عن أقرب مركز دفاع مدني حيث يجب أن لا تزيد عن 5 كم و ضرورة موافقة الجهة المختصة (الدفاع المدني) على ذلك كما تراه مناسباً, و الجدول التالي يبين المدة الكافية لعمل الأنظمة حسب الخطورة:

Hazard Classification	Duration (in minutes)
Light	30
Ordinary	30 – 60
Extra	90 –120

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

حيث يتم حساب سعة مخزون المياه اللازمة لعمل الأنظمة كما يلي:

$$C = \frac{3.785}{1000}\left(Qtot * time\right)$$

حيث c : سعة الخزان بالمتر المكعب

Q_{tot}: مجموع التدفقات للانظمة العاملة (gpm)

Time: الوقت اللازم بالدقيقة

مثـــــــال:-

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

C = 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 60 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

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 بالماسوره 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 جزء منخفض 50 cm X 50 cm و بعمق 10 cm وذلك 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- يتم عمل بي التانك وغرفه الطلمبات branch لمنع تسرب المياه من الخزان الى غرفه الطلمبات ويكون عرضه حوالى ٣٠ سم ولايقل عمقه عن ٢٠ سم .

طفايات الحريق 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 تحديد وزنها و ماده الاطفاء التى بداخلها وكيفية توزيعها .

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:-

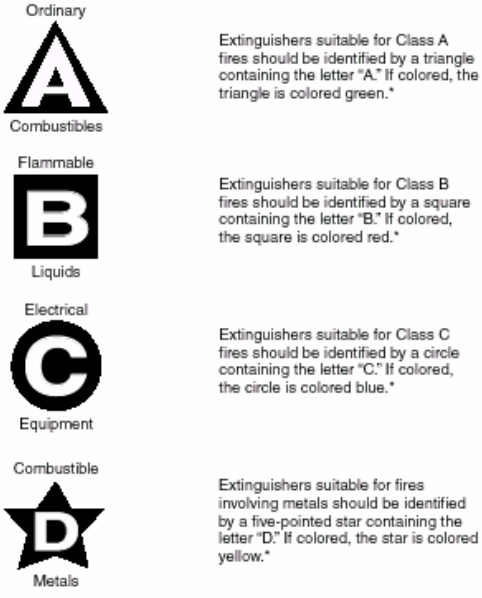
وكل منها تحوى على ماده اطفاء مختلفه حسب الهاذرد

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

Note: Recommended colors, per PMS (Pantone Matching System) include the following:

BLUE — 299
RED — Warm Red

Recommended marking system



* Recommended colors, per PMS (Pantone Matching System) include the following:

GREEN — Basic Green
RED — 192 Red
BLUE — Process Blue
YELLOW — Basic Yellow

Letter-shaped symbol markings

Fire Extinguisher Size & Placement

تتحقق الفائدة من أجهزة الإطفاء اليدوية إذا وجدت بعدد كاف وبقدرات إطفائية مناسبة للموقع ، كذلك بوجود أفراد مدربين على إستخدامها.

فى حوادث الحريق يتعين على شخص ما أن يقطع مسافة من مكان الحريق إلى حيث يوجد جهاز الإطفاء ، وعليه أيضا أن يقطع نفس المسافة مرة أخرى قبل تشغيل الجهاز لإطفاء الحريق ، والوقت الذى تستغرقه تلك العملية نطلق عليه المسافة المقطوعة Travel Distance .

وليست المسافة المقطوعة مجرد نصف قطر دائرة ترسم حول موقع جهاز الإطفاء ، وإنما هى المسافة الفعلية التى يتعين على الشخص أن يقطعها ، متضمنة طول الطرقات مرورا بالدوران حول الأثاث والماكينات والإلتفاف حول العوائق والمعترضات الثابتة الموجودة بالمكان لحين الوصول إلى جهاز الإطفاء. وحسب متطلبات الجمعية الوطنية الأمريكية لمكافحة الحرائق فإن المسافة المقطوعة لحرائق النوع A يجب ألا تزيد عن 75 قدما ، وعن 50 قدما بالنسبة لحرائق النوع B .

تنظيم وضع أجهزة الإطفاء:

يتحقق أفضل توزيع لأجهزة الإطفاء فى أى مبنى بمعاينته على الطبيعة ، ومع ذلك فهناك مبادىء عامة يجب مراعاتها فى إختيار أماكن وضع الأجهزة اليدوية وهى:

١- سهولة تناول الجهاز (على إرتفاع مناسب).

٢- خلو الطريق إلى موقع الجهاز من العوائق.

٣- وضع الأجهزة قريبا من الممرات العادية بالمبنى.

٤- وضع الأجهزة بالقرب من مداخل ومخارج المبنى.

٥- عدم تعريض الأجهزة للتأثر بالعوامل الجوية.

٦- أن تكون الأجهزة مرئية بوضوح.

تعليق الأجهزة:

تركب أجهزة الإطفاء على الجدران أو الأعمدة بواسطة حمالات يتناسب كل منها ووزن الجهاز المركب عليها ، ولقد وضعت الجمعية الأمريكية لمكافحة الحرائق NFPA مستويات نموذجية لإرتفاعات الأجهزة عن الأرضيات وذلك على النحو الآتى:

١- الأجهزة التى لايزيد وزنها عن 40 رطلا تركب بحيث لاتزيد المسافة بين قمة الجهاز والأرضية عن خمسة (5) أقدام (150 سم تقريبا).

٢- الأجهزة التى يزيد وزنها عن 40 رطلا (بخلاف الأجهزة المركبة على عجلات) تعلق بحيث لا تزيد المسافة بين الأرضية وقمة الجهاز عن ثلاثة ونصف (3.5) قدم (105 سم تقريبا).

٣- يجب ألا يقل المسافة بين قاعدة الجهاز والأرضية عن 4 بوصات (10 سم).

إختيار وتوزيع أجهزة الإطفاء:

قبل إختيار طفايات الحريق المناسبة وأعدادها اللازمة لموقع ما ، يجب أن نتعرف على درجات المخاطر المختلفة ، وقد وضعت الجمعية الوطنية الأمريكية لمكافحة الحرائق (NFPA) مستويات ثلاثة لمخاطر الحريق ، وعلى ضوء تلك المستويات يتحدد حجم ونوع جهاز الإطفاء وذلك على النحو الآتى:

١- المخاطر الخفيفة Light (Low) Hazard :

هى الأماكن التى يكون مجموع كميات المواد الصلبة القابلة للإشتعال بها بما فيها الأثاث ومواد الديكور قليل جدا وعلى سبيل المثال تشمل هذه الأماكن : المكاتب والفصول الدراسية ودور العبادة إلخ..... ، كذلك يفترض وجود كميات قليلة من المواد الملتهبة مثل أحبار ماكينات التصوير أو المواد المستخدمة فى أقسام الرسم والفنون شريطة أن تكون مخزنة جيدا وفى حاوياتها.

٢- المخاطر المتوسطة (العادية) Ordinary (Moderate) Hazard :

هى الأماكن التى يكون بها مجموع كميات المواد الصلبة القابلة للإشتعال كميات المواد الملتهبة أكبر من الكميات المتوقع وجودها فى الأماكن ذات المخاطر الخفيفة وعلى سبيل المثال: السوبرماركت ، صالات الطعام ، معارض السيارات ، الجراجات ، مناطق الصناعات الصغيرة إلخ .....

٣- المخاطر الجسيمة Extra (High) Hazard :

هى الأماكن التى يكون بها مجموع كميات المواد الصلبة القابلة للإشتعال وكميات المواد الملتهبة ، موجودة بكميات تخزينية ، حيث يتوقع مع هذا الحجم أن تنتشر النيران بسرعة فى حالة حدوث حريق. ومثال ذلك: ورش النجارة ، ورش إصلاح السيارات ، أماكن إصلاح الطائرات والسفن ، أماكن الطبخ ، أماكن الدهان والصباغة والمخازن التابعة لها.

أ- توزيع طفايات الحريق لنوع الحرائق (A)

عند إختيار طفايات الحريق لأى مكان ، يتم أولا تحديد نوع المخاطر الموجودة بهذا المكان (هل هى: خفيفة أو عادية أو جسيمة) ثم بعد ذلك يتم حساب المساحة المراد حمايتها ويتم الإسترشاد بالجدول رقم١ أدناه وفى كل الأحوال يجب ألا تزيد المسافة المقطوعة للوصول لجهاز الإطفاء عن 75 قدم. مع الأخذ بالإعتبار إختيار جهاز الإطفاء الذى يلبى كلا من الشرطين (المساحة والمسافة المقطوعة).

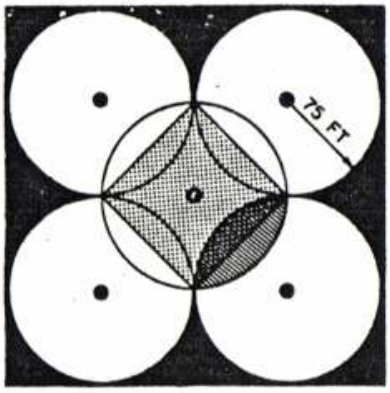
جدول (١) دليل توزيع أجهزة الإطفاء للنوع (A)

قدرة جهاز الإطفاء	أقصى مسافة مقطوعة	المساحة التى يخصص الجهاز لحمايتها (قدم٢)		
		مخاطر خفيفة	مخاطر عادية	مخاطر جسيمة
١A	٧٥ قدم	-----	-----	-----
٢ A	٧٥ قدم	٦٠٠٠	٣٠٠٠	-----
٣ A	٧٥ قدم	٩٠٠٠	٤٥٠٠	-----
٤ A	٧٥ قدم	١١٢٥٠	٦٠٠٠	٤٠٠٠
٦ A	٧٥ قدم	١١٢٥٠	٩٠٠٠	٦٠٠٠
١٠ A	٧٥ قدم	١١٢٥٠	١١٢٥٠	١٠٠٠٠
٢٠ A	٧٥ قدم	١١٢٥٠	١١٢٥٠	١١٢٥٠
٣٠ A	٧٥ قدم	١١٢٥٠	١١٢٥٠	١١٢٥٠
٤٠ A	٧٥ قدم	١١٢٥٠	١١٢٥٠	١١٢٥٠

١- فى حالة ما كانت مساحة الأرضية للمكان المراد حمايته أقل من 3000 قدم مربع (279 مترا مربعا) ، فيزود الموقع بجهاز إطفاء واحد من أصغر حجم (2A) .

٢- فى حالة ما تكون مساحة الأرضية لمبنى ما ، لا توجد بها عوائق ودائرية الشكل بنصف قطر يبلغ 75 قدم ، فإنه من الممكن وضع طفاية حريق واحدة فى المنتصف بدون تجاوز شرط المسافة المقطوعة (75 قدم) . وفى هذه الحالة فإن مساحة قدرها 17700 قدما مربعا يمكن حمايتها بواسطة طفاية حريق واحدة ذات كفاءة مناسبة.

ولكن لأن معظم المبانى تكون مستطيلة الشكل ، لذلك فإن أكبر مساحة لمربع يمكن رسمها بحيث لا تبعد أية نقطة به عن ٧٥ قدما من المنتصف هى 11250 قدما مربعا (1045 مترا مربعا) وطول ضلع هذا المربع 106 قدما تقريبا ويكون مرسوما داخل الدائرة التى يبلغ نصف قطرها 75 قدما (22.7 م) ، لذلك من الرسم أدناه يتبن أن أقصى مساحة يمكن لأى جهاز إطفاء أن يغطيها بدون الإخلال بشرط المسافة المقطوعة(75 قدما) هى 11250 قدما مربعا.



Maximum Area [11,250 ft2 (1045 m2)] that an Extinguisher Can Protect within the Limits of the 75 ft (22.7 m) Radius (shown by gray shading)

مثال توضيحى:

مبنى مستطيل الشكل أبعاده ٤٥٠ قدم × ١٥٠ قدم (مساحته ٦٧٥٠٠ قدما مربعا) . كم يبلغ عدد أجهزة الإطفاء المطلوبة لحمايته من حرائق النوع الأول (Class A fires) فى حالة المخاطر الخفيفة والعادية والجسيمة؟ مع بيان معدلات أداء الأجهزة.

الحل:

فى حالة إعتبار أكبر مساحة يمكن لجهاز إطفاء واحد تغطيتها وهى ١١٢٥٠ قدما مربعا (١٠٤٥ مترا مربعا) وبقسمة مساحة المبنى على هذه المساحة:

٦٧٥٠٠ ÷ ١١٢٥٠ = ٦ طفايات

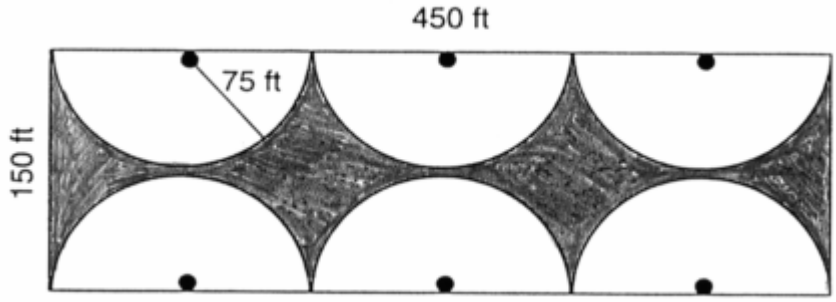
ومن الجدول رقم (١) :

٦ طفايات (4 A) فى حالة المخاطر الخفيفة

٦ طفايات (10 A) فى حالة المخاطر العادية

٦ طفايات (20 A) فى حالة المخاطر الجسيمة

وفى حالة تثبيت طفايات الحريق أعلاه على الحوائط الخارجية للمبنى ، لن يكون ذلك مقبولا وذلك للإخلال بشرط المسافة المقطوعة ، حيث أن المناطق المظللة بالشكل أدناه تعتبر مناطق عارية.



لذلك لحل المشكلة أعلاه يمكن أن تقسم مساحة الموقع إلى مساحات متساوية مع عدم الإخلال بقاعدة المسافة المقطوعة ويمكن الأخذ بالمساحة الأقل وهى ٦٠٠٠ قدما مربعا:

٦٧٥٠٠ ÷ ٦٠٠٠ ~ ١٢ جهاز إطفاء

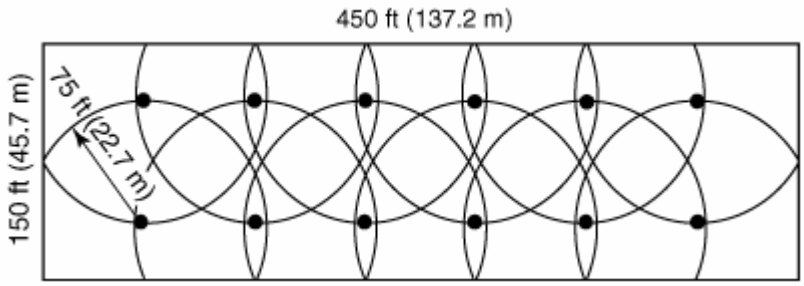
ومن الجدول رقم (١) :

١٢ طفاية (2 A) للمخاطر الخفيفة

١٢ طفاية (4 A) للمخاطر العادية

١٢ طفاية (6 A) للمخاطر الجسيمة

ويمكن تعليق هذه الطفايات على الأعمدة والحوائط التى تتخلل المبنى ويؤدى ذلك إلى الوفاء بقاعدة المسافة المقطوعة (حسب الشكل أدناه)



ب- توزيع طفايات الحريق لنوع الحرائق B

تقع حرائق النوع (B) فى أحدى مجموعتين هما:

١- حرائق السوائل القابلة للشتعال والتى يقل عمق السائل فيها عن ¼ بوصة ، ومن أمثلتها السوائل المنسكبة على الأرضيات ، الحرائق الناتجة عن تسرب الأبخرة من الحاويات أو من الأنابيب ، أو الحرائق المتحـــركة Running Fire from Broken Container . ويتم تحديد طفايات الحريق المطلوبة لهذا النوع من الجدول رقم ٢ بحيث لا يتم تجاوز المسافة المقطوعة.

٢- حرائق السوائل الملتهبة العميقة (أكثر من ¼ بوصة) مثل الحرائق التى تنشأ فى خزانات المواد الملتهبة فى الصناعات البترولية والمنشآت الصناعية.

جدول رقم (٢) معدلات أجهزة الإطفاء اليدوية لحرائق النوع (B)

نوع المخاطر	الحد الأدنى لمعدل أداء الجهاز	أقصى مسافة بين موقع الخطر وموقع الجهاز	
		ft	m
مخاطر خفيفة	5 B	30	9.15
	10 B	50	15.25
مخاطر عادية	10 B	30	9.15
	20 B	50	15.25
مخاطر جسيمة	40B	30	9.15
	80 B	50	15.25

يلاحظ من الجدول أعلاه أن المسافة المقطوعة للوصول لأجهزة إطفاء النوع (B) لا تزيد عن 50 قدم ، والسبب وراء قصر المسافة هو أن هذا النوع من الحرائق سريع الإشتعال ولا يتدرج فى الوصول إلى الإشتعال كما هو الحال فى حرائق النوع (A) .

والقاعدة العامة فى توزيع أجهزة إطفاء النوع (B) من الحرائق ، أن الأجهزة كلما كانت أقرب من مكان الخطر كلما كان ذلك أفضل.

يراعى أن توجد مسافات متساوية بين طفايات الحريق بحيث لا تزيد المسافة بين أية نقطة فى الموقع وأقرب جهاز إطفاء عن المسافة المقطوعة حسب الجدول رقم (٢).

فى حالة الحرائق التى تنشأ فى المواد الملتهبة والتى تكون ذات عمق أكثر من ¼ بوصة ، يتم تزويد المكان بطفايات من النوع B بحيث تكون ذات معدل أداء يبلغ 2B لكل قدم مربع من مساحة سطح السائل المشتعل لأكبر خزان بالمنطقة مع عدم الإخلال بقاعدة المسافة المقطوعة حسب الجدول رقم (٢)

Pictures and photos

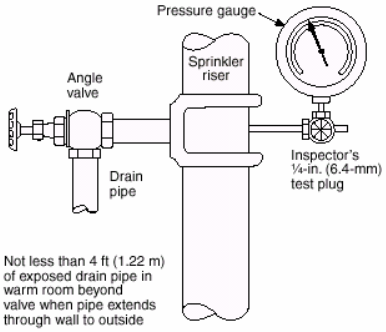


FIGURE 8.15.2.4 Drain Connection for System Riser.

8.15.2.4.1 Provisions shall be made to properly drain all parts of the system.

8.15.2.4.2 Drain connections for systems supply risers and mains shall be sized as shown in Table 8.15.2.4.2.

Table 8.15.2.4.2 Drain Size

Riser or Main Size	Size of Drain Connection
Up to 2 in.	¾ in. or larger
2½ in., 3 in., 3½ in.	1¼ in. or larger
4 in. and larger	2 in. only

For SI units, 1 in. = 25.4 mm.

Figure A-2-1.66(a) Typical fire hydrant connection. [25:Figure 1-5(a)(1)]

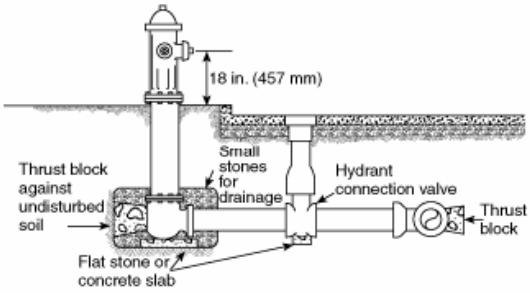


Figure A-2-1.66(b) Flush-type hydrant. [25:Figure 1-5(a)(2)]

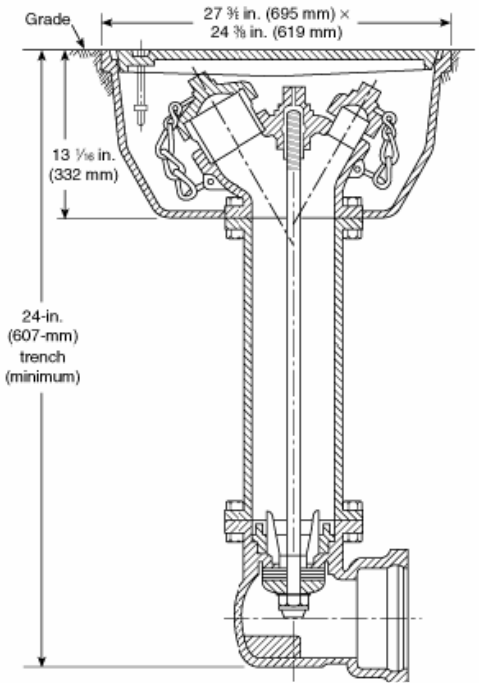


Table A.6.3.2 Steel Pipe Dimensions

Nominal Pipe Size (in.)	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
⅛[b]	0.405	10.3	—	—	—	—	0.269	6.8	0.068	1.7	—	—	—	—	0.269	6.8	0.095	2.4
¼[b]	0.540	13.7	—	—	—	—	0.364	9.2	0.088	2.2	—	—	—	—	0.364	9.2	0.119	3.0
⅜[b]	0.675	17.1	—	—	—	—	0.493	12.5	0.091	2.3	—	—	—	—	0.493	12.5	0.126	3.2
½[b]	0.840	21.3	—	—	—	—	0.622	15.8	0.109	2.8	—	—	—	—	0.622	15.8	0.147	3.7
¾[b]	1.050	26.7	—	—	—	—	0.884	22.4	0.083	2.1	—	—	—	—	0.824	21.0	0.113	2.9
1	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	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	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	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	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	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	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	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	5.563	141.3	—	—	—	—	5.295	134.5	0.134	3.4	—	—	—	—	5.047	128.2	0.258	6.6
6	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	8.625	219.1	—	—	—	—	8.249	209.5	0.188[c]	4.8	8.071	205.0	0.277	7.0	7.981	—	0.322	—
10	10.750	273.1	—	—	—	—	10.370	263.4	0.188[c]	4.8	10.140	257.6	0.307	7.8	10.020	—	0.365	—
12	12.750	—	—	—	—	—	12.090	—	0.330	—	—	—	—	—	11.938	—	0.406	—

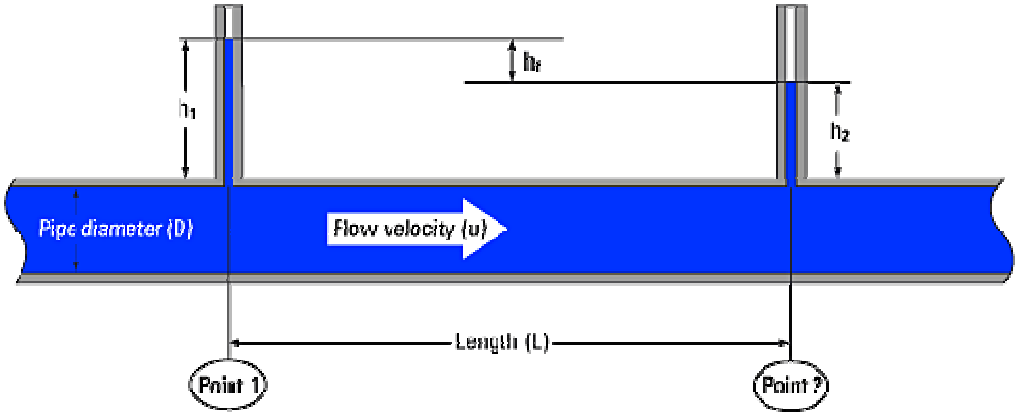
[a] Schedule 10 defined to 5-in. (127-mm) nominal pipe size by ASTM A 135, *Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Steel Pipe*.

[b] These values applicable when used in conjunction with 8.14.19.3 and 8.14.19.4.

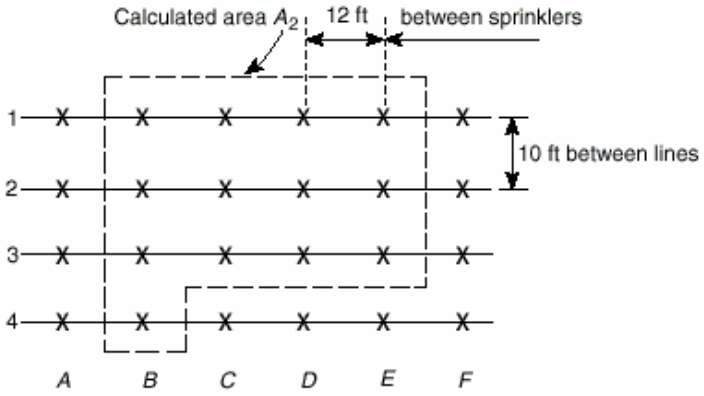
[c] Wall thickness specified in 6.3.2 and 6.3.3.

Table A.6.3.5 Copper Tube Dimensions

Nominal Tube Size (in.)	Outside Diameter		Type K				Type L				Type M			
			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
¾	0.875	22.2	0.745	18.9	0.065	1.7	0.785	19.9	0.045	1.1	0.811	20.6	0.032	0.8
1	1.125	28.6	0.995	25.3	0.065	1.7	1.025	26.0	0.050	1.3	1.055	26.8	0.035	0.9
1¼	1.375	34.9	1.245	31.6	0.065	1.7	1.265	32.1	0.055	1.4	1.291	32.8	0.042	1.1
1½	1.625	41.3	1.481	37.6	0.072	1.8	1.505	38.2	0.060	1.5	1.527	38.8	0.049	1.2
2	2.125	54.0	1.959	49.8	0.083	2.1	1.985	50.4	0.070	1.8	2.009	51.0	0.058	1.5
2½	2.625	66.7	2.435	61.8	0.095	2.4	2.465	62.6	0.080	2.0	2.495	63.4	0.065	1.7
3	3.125	79.4	2.907	73.8	0.109	2.8	2.945	74.8	0.090	2.3	2.981	75.7	0.072	1.8
3½	3.625	92.1	3.385	86.0	0.120	3.0	3.425	87.0	0.100	2.5	3.459	87.9	0.083	2.1
4	4.125	104.8	3.857	98.0	0.134	3.4	3.905	99.2	0.110	2.8	3.935	99.9	0.095	2.4
5	5.125	130.2	4.805	122.0	0.160	4.1	4.875	123.8	0.125	3.2	4.907	124.6	0.109	2.8
6	6.125	155.6	5.741	145.8	0.192	4.9	5.845	148.5	0.140	3.6	5.881	149.4	0.122	3.1
8	8.125	206.4	7.583	192.6	0.271	6.9	7.725	196.2	0.200	5.1	7.785	197.7	0.170	4.3
10	10.130	257.3	9.449	240.0	0.338	8.6	9.625	244.5	0.250	6.4	9.701	246.4	0.212	5.4



صورة لتوضيح الفقد فى الضغط نتيجة مرور السائل داخل المواسير



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.14.4.4 Example of Determining the Number of Sprinklers to Be Calculated.

Photo 1 The end of the carpenters rule is flush to the end of the 1 1/2″ nipple. This illustrates the 1″ take-out, measured on the interior of the broken fitting, of a 1 1/2″ × 1 1/2″ × 1″ cast-iron tee.

Photo 2 An installed brass upright sprinkler head. This sprinkler should not have been painted!

Photo 3 The sign hanging from the chain declares the 1″ valve to be a (wet-pipe) inspector's test valve; located in a remote furnace room.

© 2001 by CRC Press LLC

Photo 4 This is the resulting installation from the plan drawing depicted in Figure L-15. The fire department connection has been moved during installation to a different location. As a precaution against freezing, the contractor installed pipe covering around all piping including the main drain line, with the exception of the valve stems, pressure gauge, and the metered backflow preventer by-pass. Of course, the drain piping downstream of the drain valve is dry, and some pipe covering will have to be removed if and when the backflow preventer interior requires cleaning.

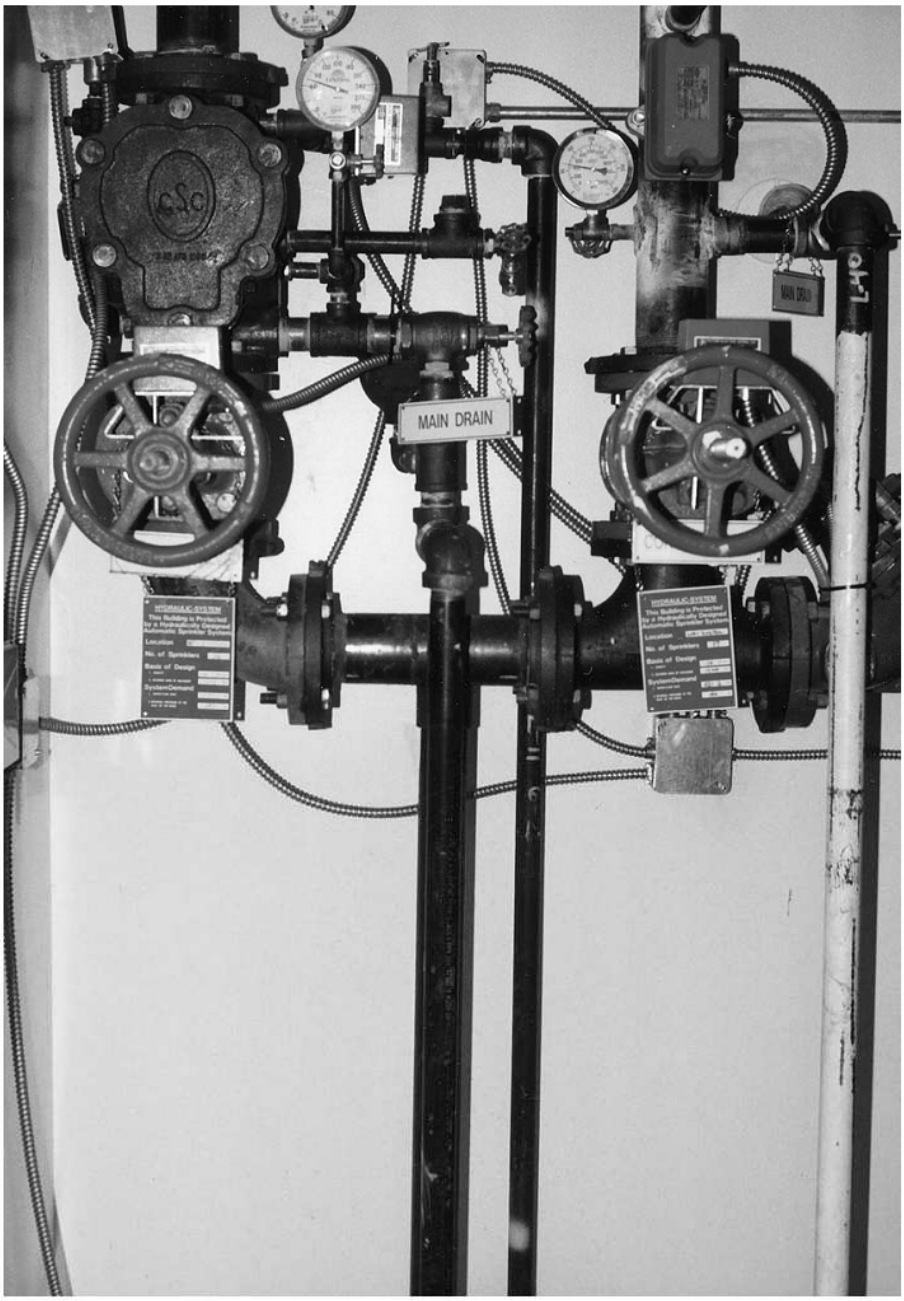


Photo 5 A wet-pipe system riser and a dry-pipe system riser are installed side-by-side. It was not advisable to install only a dry-pipe system in the small structure that these systems service, since there exist numerous heated areas to protect. Separate hydraulic placards are affixed to each system riser.

© 2001 by CRC Press LLC

Photo 6 These sprinklers installed beneath a combustible outdoor roof section are part of an anti-freeze system.

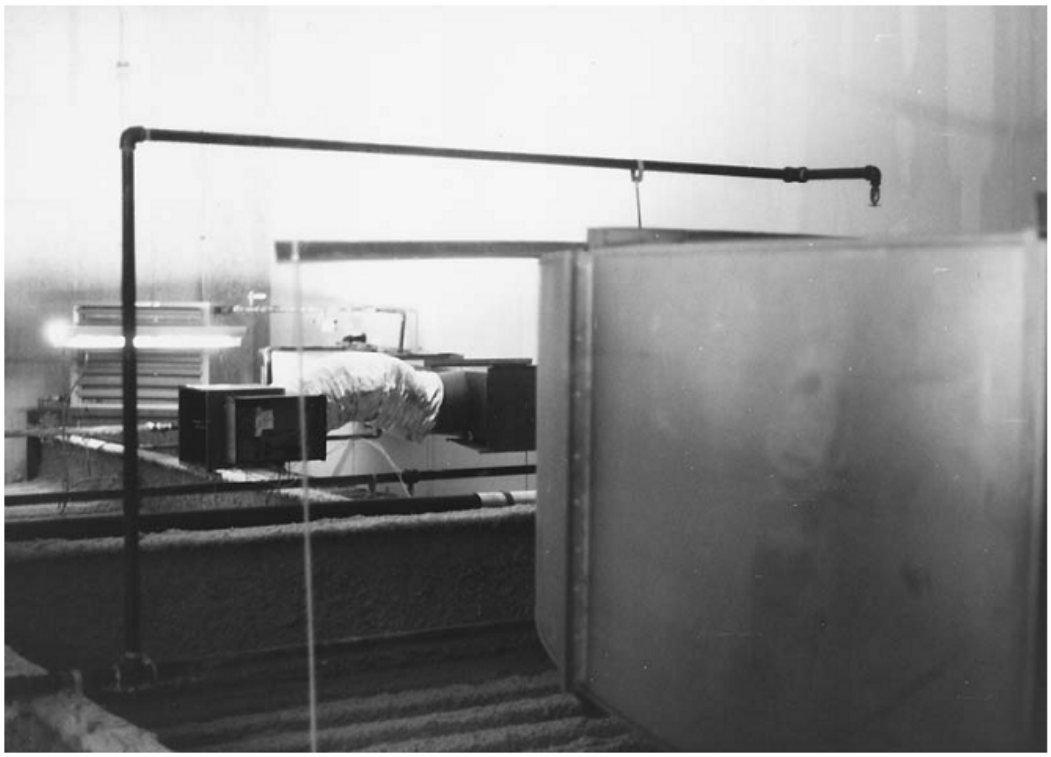


Photo 7 This single sprinkler has been piped from the branch-line to a location beneath very wide ductwork.

Photo 8 A hanger assembly consisting of a top-beam clamp, 3/8″ threaded rod, and a standard swivel ring.

Photo 9 Located near the ceiling, this system cut-in to a combination standpipe includes a butterfly valve, flow switch, and a system drain that is piped to an express drain. Note that the drain valve is correctly placed downstream of the flow switch.

© 2001 by CRC Press LLC

Photo 10 Another system cut-in made on a combination standpipe in a high-rise building. The component shown downstream of the flow switch is a combination system drain/inspector's test connection.

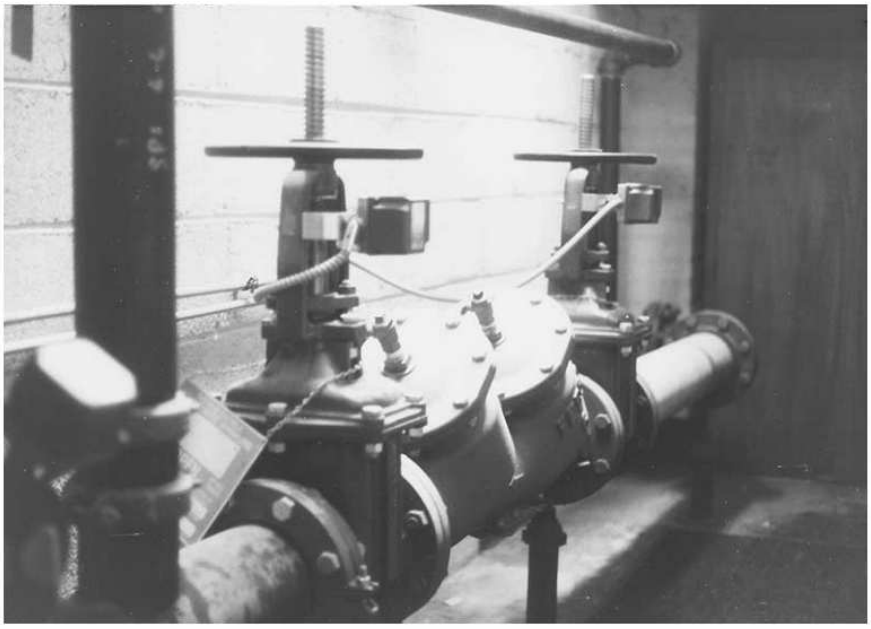


Photo 11 The system supply for this header is at the far end of the photograph. Notice that the flanged spool preceding the backflow preventer is galvanized. Both control valves are equipped with tamper switches.

© 2001 by CRC Press LLC

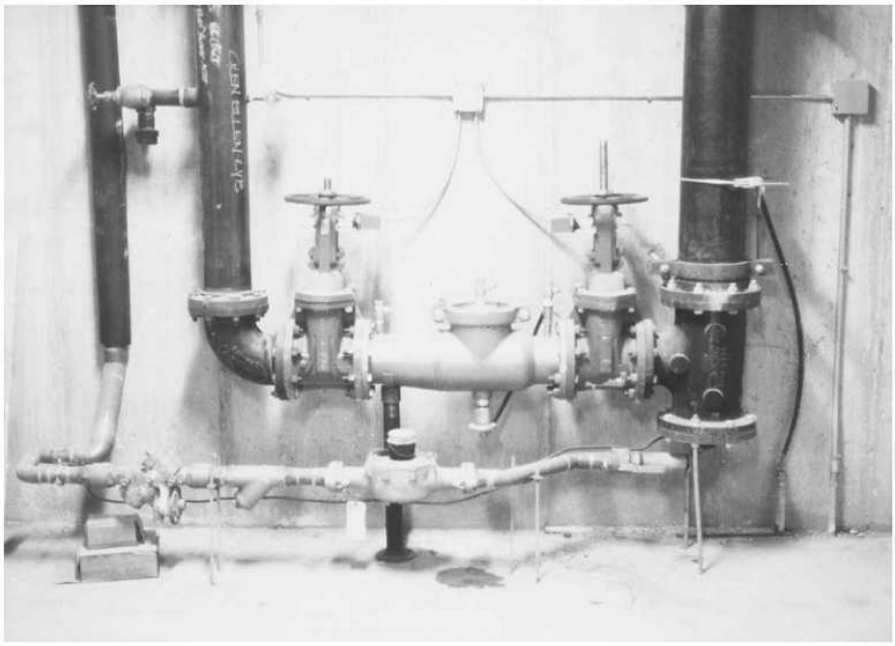


Photo 12 This header is located in the basement level and has the domestic supply piped out the bottom of the flanged tee. The fire department connection for this single wet-pipe system will be piped from the grade-level floor. The supply side O, S, and Y valve is open, but we can visually establish (by its stem position) that the system side O, S, and Y valve is shut. Note that the 2″ main drain discharge is piped nowhere in particular. It will be no fun draining this system.

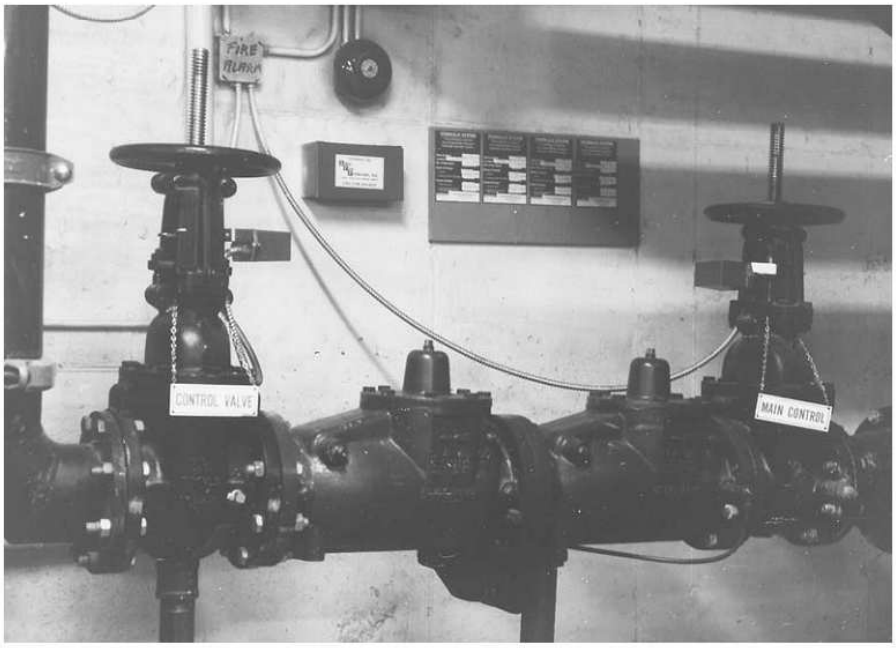


Photo 13 This is also a basement installation. The signs identify the control valves. Note that four hydraulic placards are neatly mounted to the right of the spare-head cabinet. The large component is a 6″ reduced-pressure backflow preventer, which is *not* listed for below-grade installations.

© 2001 by CRC Press LLC

Photo 14 This shows an acceptable pressure gauge installation, which has been piped off of the riser on the 2″ main drain piping upstream of the drain valve.

© 2001 by CRC Press LLC

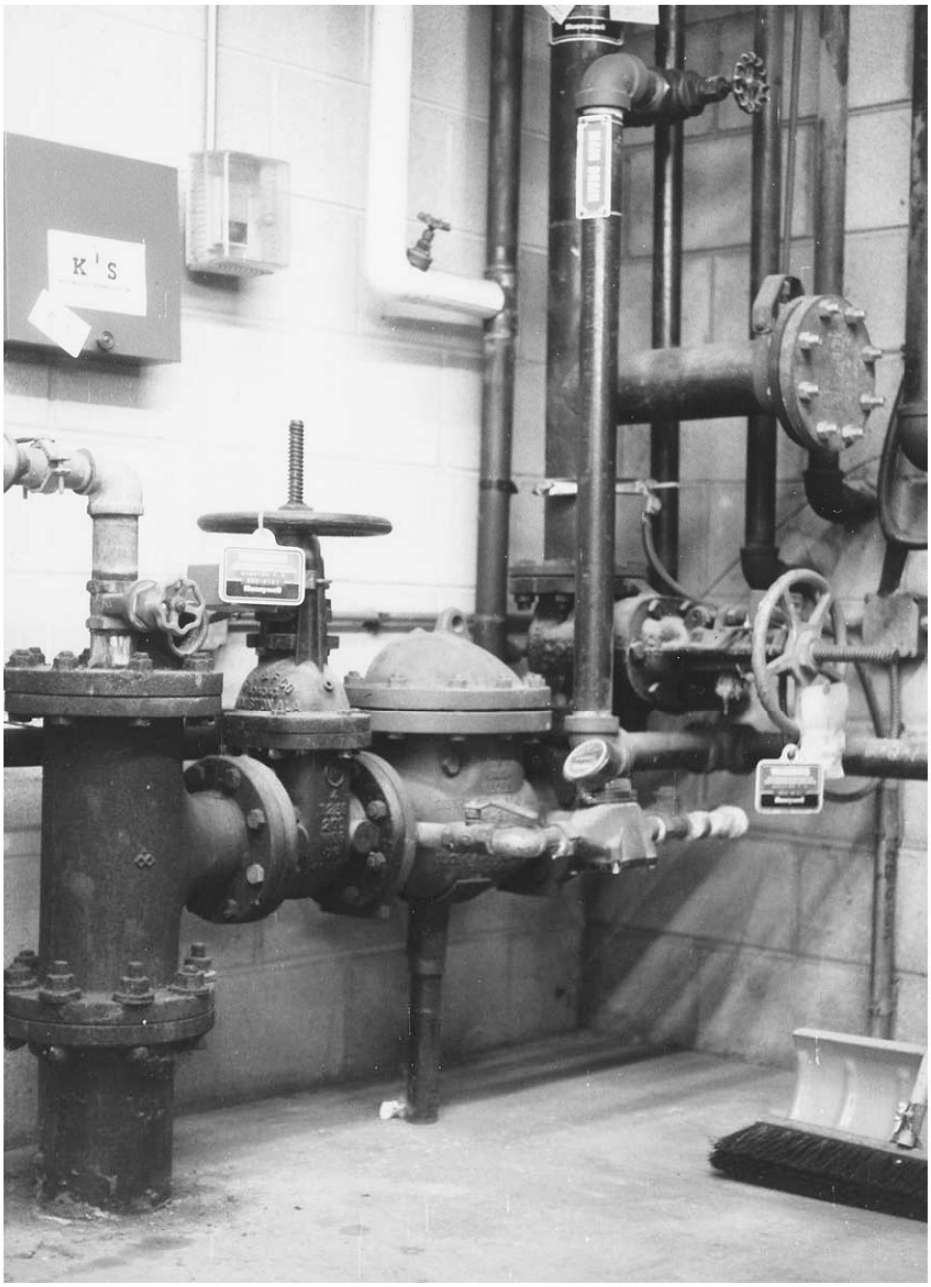


Photo 15 The domestic supply originates from the top of the 4″ flanged tee. The system control valve is located at the base of the riser, downstream of the detector check valve. The 4″ fire department connection piping was moved from its original intended location during installation, with the result being a 4″ blank flange forever hanging in place, piped from a 4″ pipe-o-let on the riser. This pipestand should have been properly secured to the floor.

© 2001 by CRC Press LLC

Conversions				
US gallon	×	3.785	=	litre
inch	×	25.4	=	millimetre
inch	×	0.0254	=	metre
feet	×	0.3048	=	metre
lb/ft^3	×	16.02	=	kg/m^3
Pascal (Pa)	÷	100000	=	bar
Pascal (Pa)	×	0.000145	=	psi

Table 1-5.1 Metric Units of Measure

Name of Unit	Unit Symbol	Conversion Factor
Meter	m	1 ft = 0.3048 m
Millimeter	mm	1 in. = 25.4 mm
Liter	L	1 gal = 3.785 L
Cubic decimeter	dm3	1 gal = 3.785 dm3
Pascal	Pa	1 psi = 6894.757 Pa
Bar	Bar	1 psi = 0.0689 bar
Bar	Bar	1 bar = 10^5 Pa

Note: For additional conversion and information, see ASTM E 380, Standard Practice for Use of the International System of Units (SI).

خاتمـــــة

أسأل الله سبحانه وتعالى أن ينفع بهذا العمل

والحمد لله أولا وآخرا

جميع الحقوق محفوظة

مهندس ميكانيكى / عبدالمنعم عبدالمجيد

002-01118336760

Eng_abdoo99@yahoo.com

References

المصادر الإجنبية

- NFPA 1: Fire Prevention Code 2000 Edition
- NFPA 10 : Standard for Portable Fire Extinguishers 2002 Edition
- NFPA 13: Installation of Sprinkler Systems - 2010 Edition
- NFPA 20: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection 1999 Edition
- National Fire Protection Association: www.nfpa.org
- The U.S. Fire Administration: www.usfa.dhs.gov
- Reliable: Fire Equipment Company: www.reliablefire.com

المصادر العربية

- المديرية العامة للدفاع المدني السعودي: www.cd.gov.sa
- أحمد محمد سامى
- مرتضى الرويعى
- تامر القباعي
- أحمد رشاد عبدالعزيز