

مثال توضيحي يبين طريقة عمل الحسابات الهيدروليكيّة لشبكة مرشات مائية من النوع الرطب شبكة  
( Wet Riser Sprinkler – Tree Network )

إعداد

المهندس

تامر علي القباعي

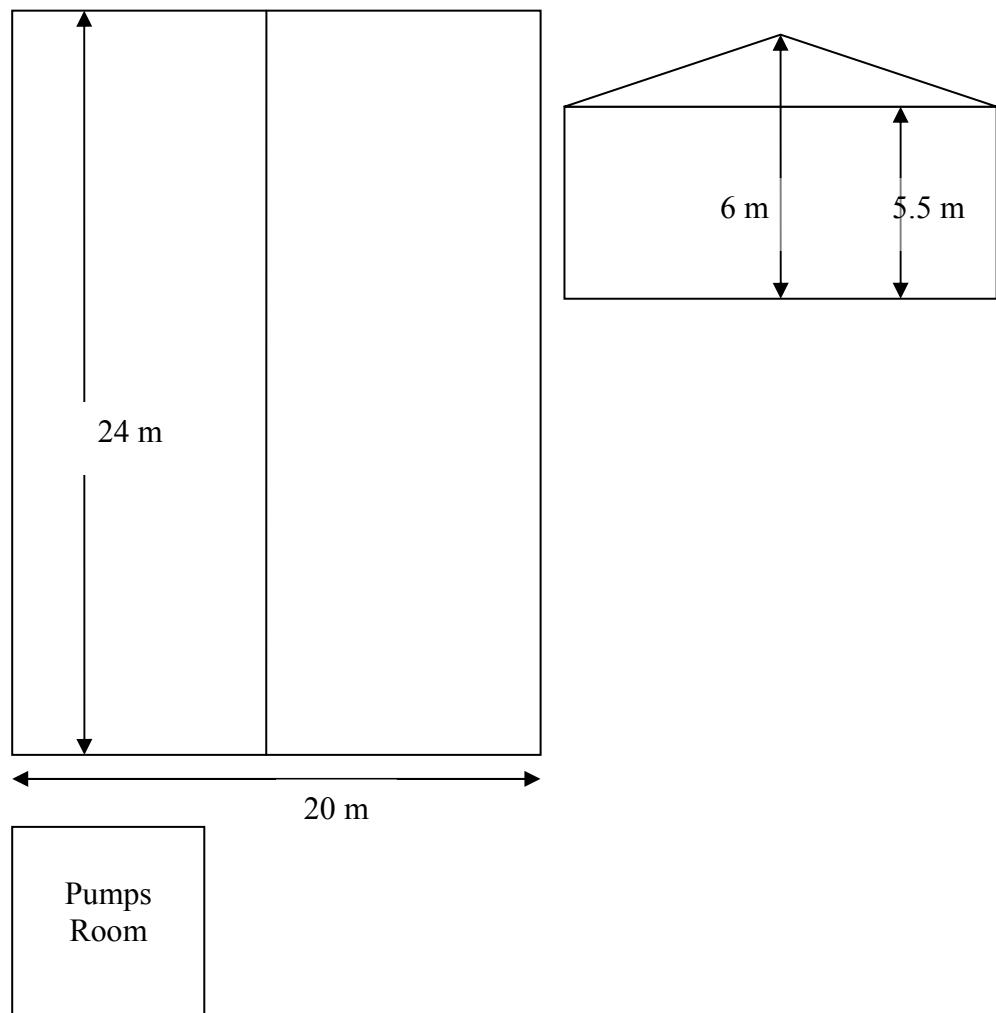
عمان – الأردن

بريد إلكتروني [tamer.qebai@gmail.com](mailto:tamer.qebai@gmail.com)

[www.geocities.com/tamer\\_cd](http://www.geocities.com/tamer_cd)

جميع الحقوق محفوظة للمؤلف ٢٠٠٦ JordanFire.Net

يبين الرسم التالي مسقط رأسى 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 13 NFPA فإن الخطورة هنا هي خطورة عادية مجموعة ثانية و حسب الجدول التالي فإن المساحة التي يجب أن يغطيها رأس المرش المعناري هي ١٣٠ قدم مربع ( ١٢.١ 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 <sup>2</sup>	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<sup>2</sup> = 0.0929 m<sup>2</sup>; 1 ft = 0.3048 m.

و تكون أقصى مسافة بين رؤوس المرشات هي ١٥ قدم

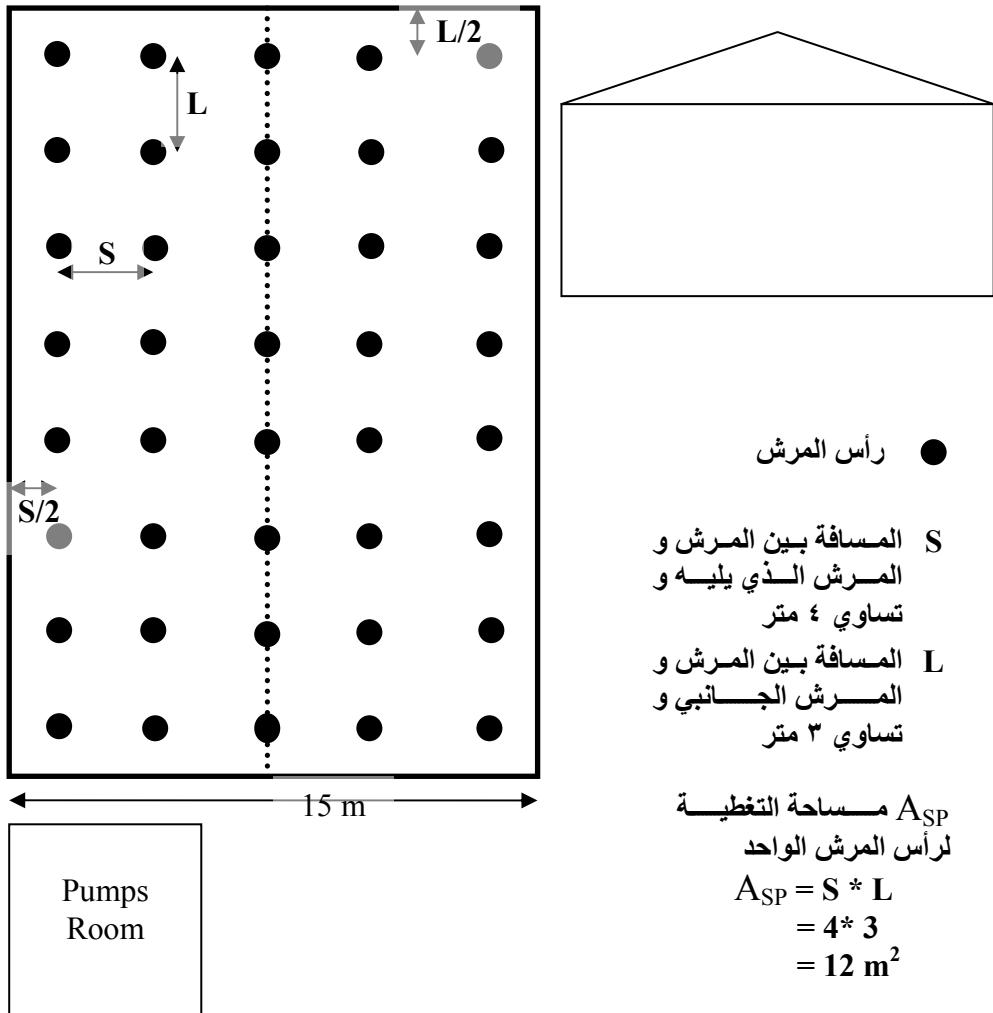
و كون موقع المضخة محدد في الرسم يتم تحديد موقع رؤوس المرشات المائية على المسقط الرأسي بحيث لا تزيد المسافة بين رؤوس المرشات عن ١٥ قدم ( ٤,٥٦ متر ) و لا تزيد المسافة بين رؤوس المرشات و الجدار عن نصف المسافة بين رؤوس المرشات :

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 :  $\frac{24}{3} = 8$  مرشات  
و عدد رؤوس المرشات على عرض الهنجر :  $\frac{20}{2} = 10$  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 ( ١٢.١ متر 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  $A_{SP}$ .

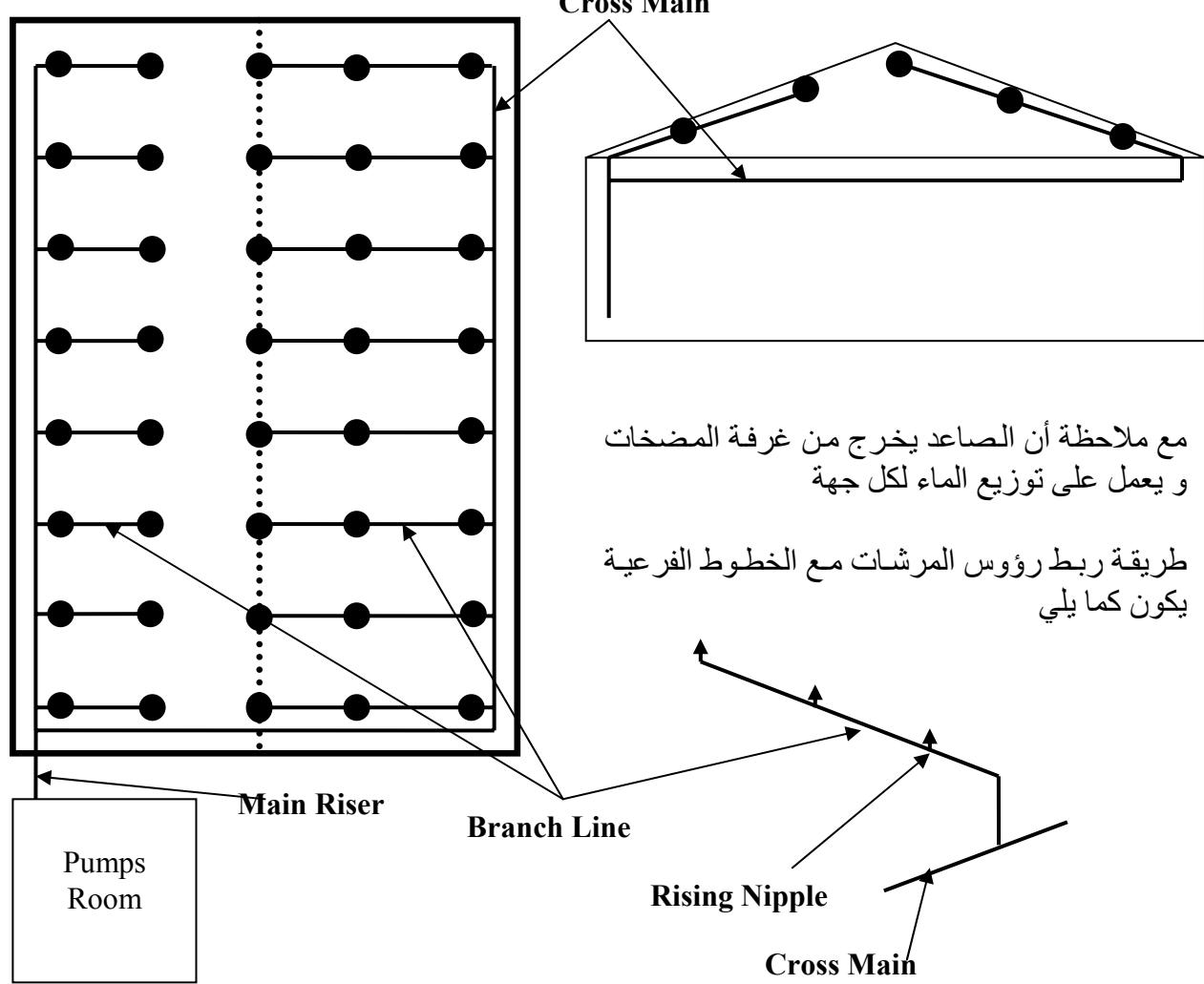


و الآن بعد أن تم توزيع رؤوس المرشات حسب المساحة و المسافات المسموحة كما جاء في الجدول السابق، يتم الآن اختيار طريقة ربط المرشات و تحديد طبيعة الشبكة و هناك عدة أنواع للشبكات:

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

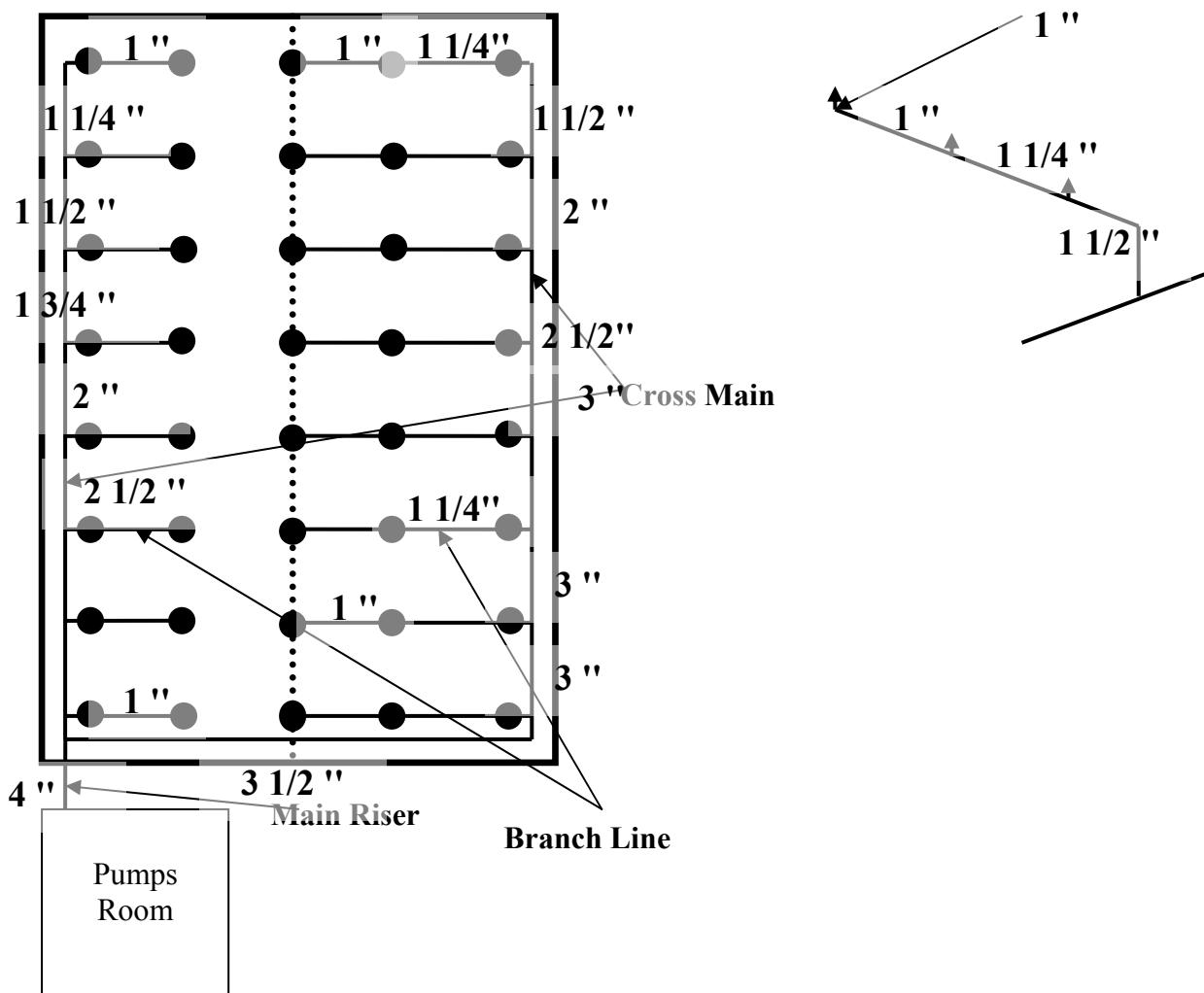
في هذا المثال سوف نستخدم شبكة الشجرة لسهولة الحسابات فيها كونه مثال تعليمي، و يمكنك الإطلاع على تلك الأنواع و طريقة ربطها في الموصفة NFPA 13.

يوضح الشكل أدناه الشبكة الشجرة.



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

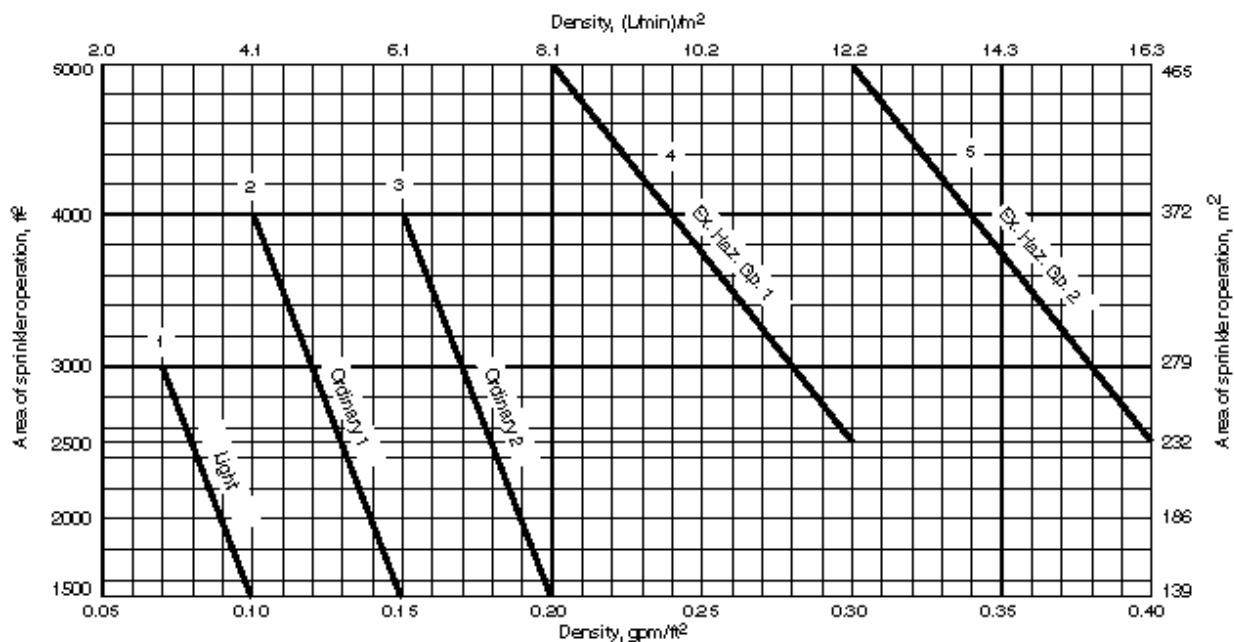
- لا يقل قطر الأنابيب الذي يخدم رأس مرش واحد عن 1 انش
- لا يقل قطر الأنابيب الذي يخدم رأسين مرتفين عن 1,25 انش
- لا يقل قطر الأنابيب الذي يخدم 4 رؤوس مرتفات عن 1,5 انش
- يتم مراعاة أن لا يكون الهبوط الكلوي بالضغط نتيجة الإحتكاك والإرتفاع و السرعه أن لا يزيد عن نصف بار ( 7 باوند لكل انش مربع 7 psi )



تم تحديد الأقطار مبدئياً حسب الموصفة و يمكن تغييرها لاحقاً حسب خسارة الضغط.

الآن يتم العمل على تحديد مساحة التصميم  $A_D$

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 وبالتالي نزيد عدد رؤوس المرشات التي تعمل في آن واحد ونقلل من قدرة المضخة، ويمكن أن نختار مساحة تصميمية صغيرة بحيث تزيد كثافة التصميم وبالتالي تزيد قدرة المضخة، ولكن ثبت عملياً أن اختيار أقل مساحة تصميمية وبالتالي اختيار أكبر كثافة تصميمية هي الأفضل كون زيادة عدد رؤوس المرشات يؤدي أيضاً إلى زيادة قدرة المضخة وبالتالي لا نعمل إلى تقليل قدرة المضخة بإختيار أقل كثافة تصميمية.

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

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

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

**ملاحظة:** طول المساحة التصميمية يكون على طول الخط الفرعي Branch Line وليس على طول الخط المغذي Cross Main.

عرض مساحة التصميم يساوي المساحة على الطول :

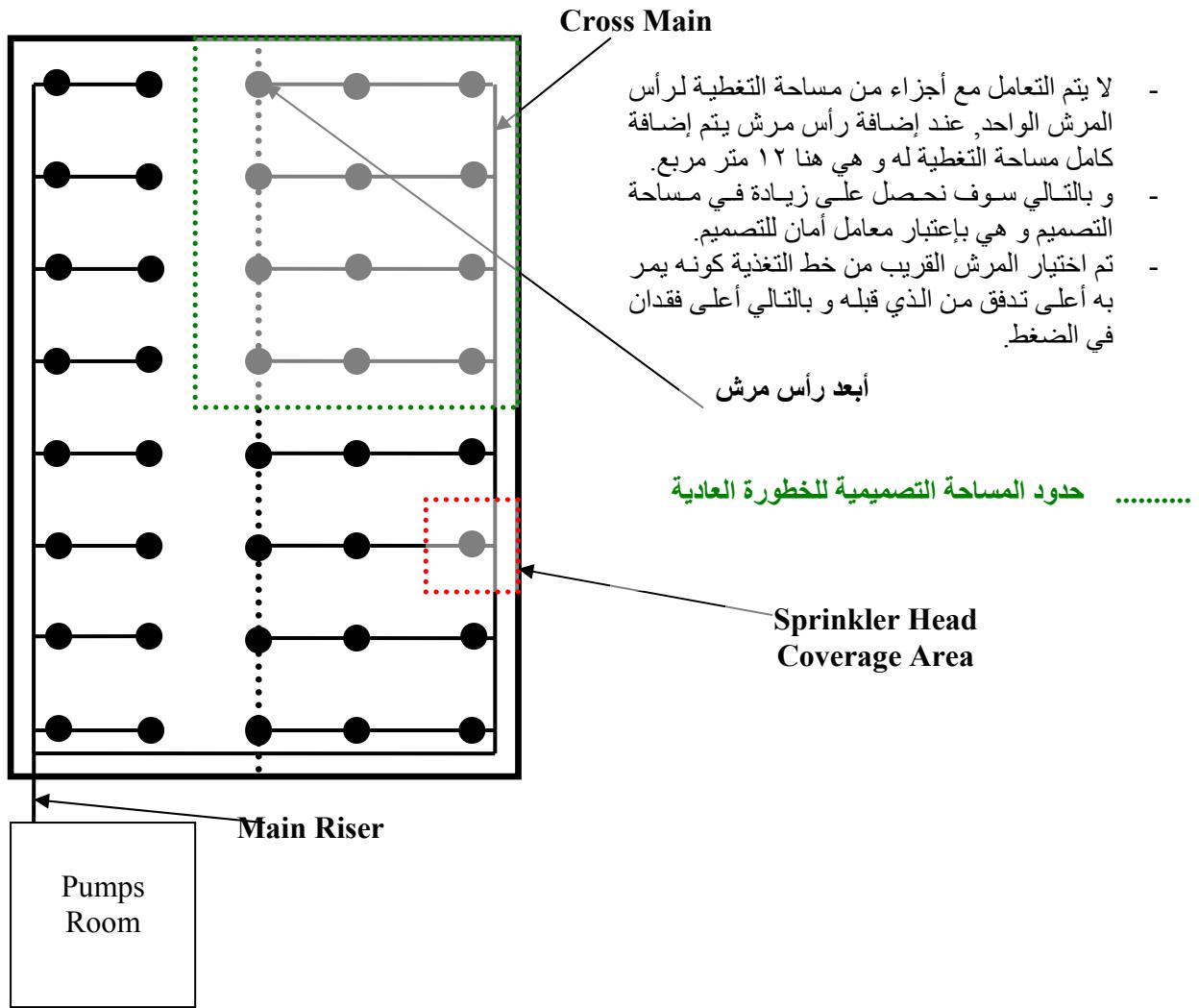
$$140/14.2 = 9.86 \text{ m}$$

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 =  $A_D / A_{Sp} = 140 / 12 = 11.67 \rightarrow 12$  Sprinkler Heads

إذن عدد المرشات في المساحة التصميمية هو 12 رأس مرش



بعد أن تم تحديد المساحة التصميمية و رسماها و تحديد الكثافة التصميمية ( $D_d$ ) يتم حساب التدفق عند بعد رأس مرض كما هو موضح على الشكل السابق من المعادلة التالية:

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

حيث

$$\begin{aligned} Q_{st.} &= \text{معدل التدفق لأبعد مرض (gpm)} \\ A_{Sp} &= \text{مساحة التغطية للمرض (ft}^2\text{)} \\ D_d &= \text{الكثافة التصميمية (gpm/ft}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{st.} &= (12 * 3.28 * 3.28) * 0.20 \\
 &= 129.1 * 0.20 \\
 &= 25.82 \text{ gpm}
 \end{aligned}$$

و هو التدفق عند أبعد رأس مرش، ويتم حساب الضغط عند أبعد رأس مرش كما يلي:

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

حيث

$P_{st.}$  = الضغط عند أبعد مرش (psi).  
 $K$  = ثابت الفوهه 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 ( 0.5 bar ) أو ( 7 psi ) و هو أدنى ضغط تشغيلي لرأس المرش.

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

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

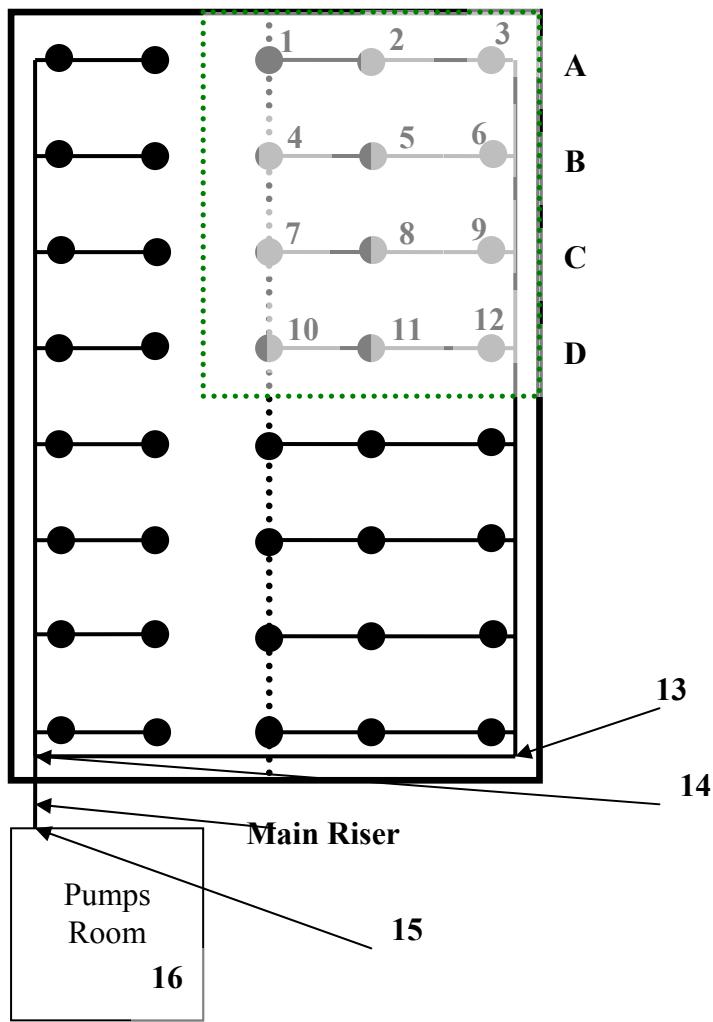
$$= (25.82 / 5.65)^2$$

$$= 20.88 \text{ psi}$$

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 9 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 مفائق الإحتكاك بين ١ و ٢ يتم حساب مفائق الإحتكاك عبر الأنابيب بمعرفة كل من التدفق و قطر الأنابيب و المادة المصنوع منها الأنابيب 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 للأنابيب (inch)

$C$  = معامل خسارة الإحتكاك للمادة المصنوع منها الأنابيب وهو للصلب المعياري Steel

١٢٠ يساوي Schedual 40

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.

لقطع 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 المكافئ و مفائد الضغط يتم حساب هبوط الضغط في الأنابيب نتيجة الإحتكاك عبر المعادلة التالية:

$$\text{Pressure Drop} = P * L_{equ.}$$

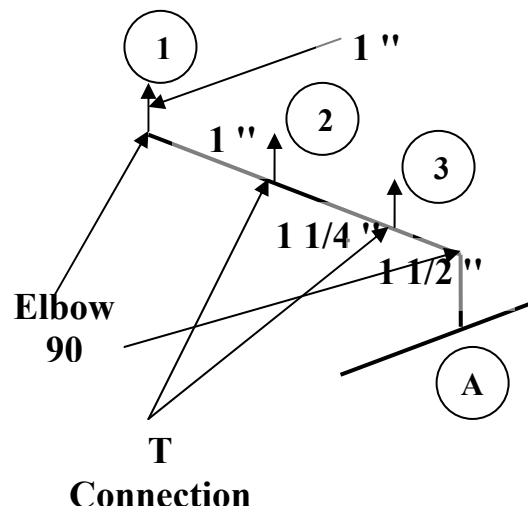
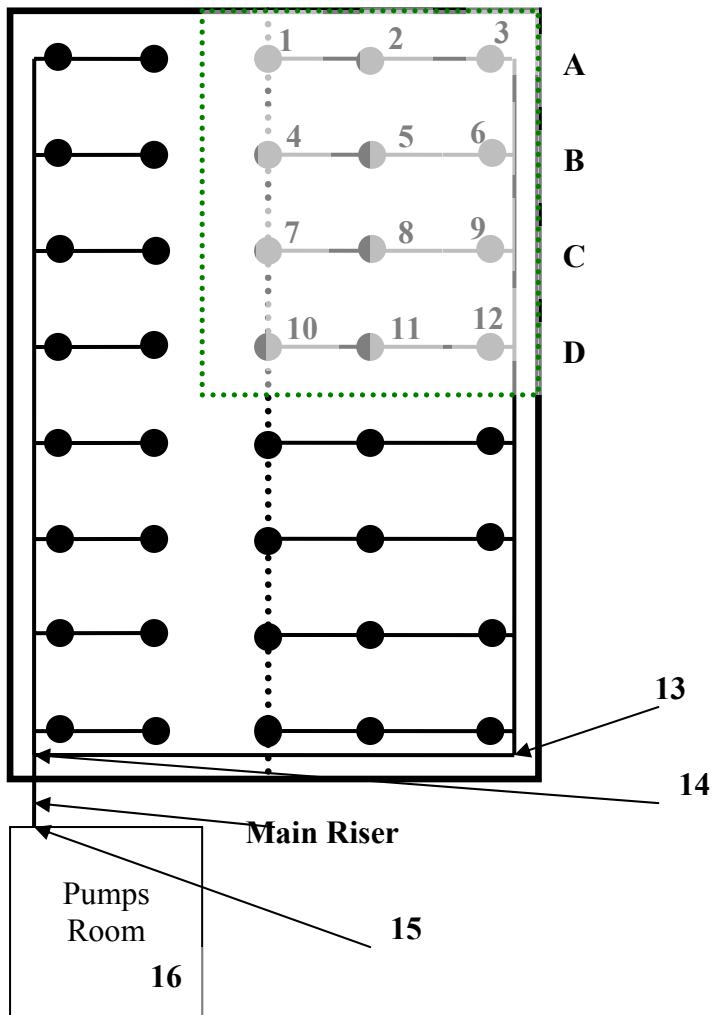
#### - مفائد الضغط نتيجة الإرتفاع:

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

$$\text{Pressure Drop by Elevation} = H / 10.28$$

حيث H هي الإرتفاع المقاس بالمتر.

و لحساب مقايد الضغط بين المرش ١ و المرش ٢ :  
 الطول المكافئ للطول الفعلي ٤ متر و طول الوصلة بين المرش و الخط الفرعى ١ قدم و كوع و الكل بقطر ١ انش و التدفق 25.82 جالون بالدقيقة:



$$P_2 = P_1 + P_{drp12}$$

$$P_{drp12} = P * L_{equ}$$

$$L_{12} = (4 * 3.28) \text{ ft} + 1 \text{ ft} + 1E = 9.84 + 1 + 2 = 16.12 \text{ ft}$$

$$P = 0.301 \text{ psi/ft}$$

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

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 مفهود الضغط بين ١ و ٢ يتم جمع المفهودات إلى مقدار الضغط عند النقطة ١ للحصول على قيمة الضغط عند النقطة ٢ :

$$\begin{aligned} P_2 &= p_1 + p_{\text{drop}12} \\ &= 20.88 + 4.85 \\ &= 25.73 \text{ psi} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Q_2 &= 5.65 * \sqrt{P_2} \\ &= 5.65 * \sqrt{25.73} \\ &= 28.66 \text{ gpm} \end{aligned}$$

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 مفهود الضغط بين المرش ٢ و المرش ٣ مع معرفة أن التدفق الذي يمر بالأنبوب بينهما هو مجموع التدفق لكل من المرشين ١ و ٢.

$$\begin{aligned} Q_{23} &= 28.66 + 25.82 \\ &= 54.48 \text{ gpm} \end{aligned}$$

$$P_2 = 25.73 \text{ psi}$$

$$P_3 = P_2 + P_{\text{drop}23}$$

$$P_{\text{drop}23} = Leq_{23} * P$$

$$P = 0.22 \text{ psi/ft} \dots \text{ Calculated at } 1 \frac{1}{4} \text{ inch and } 54.48 \text{ gpm}$$

$$Leq_{23} = 9.84 \text{ ft}$$

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

$$\begin{aligned} P_{\text{drop}23} &= 9.84 * 0.22 \\ &= 2.165 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_3 &= 25.73 + 2.165 \\ &= 27.9 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= 5.65 * \sqrt{27.9} \\ &= 29.84 \text{ gpm} \end{aligned}$$

ملاحظة : قد تعتقد بأنه كون التدفق ازداد في الأنابيب قد تزداد مفهودات الإحتكاك، ولكن تم الحساب على قطر أكبر مما أدى إلى تقليل المفهودات 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.

$$Q_A = Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ = 84.32 \text{ gpm}$$

هناك أنبوب يصل بين النقطة A على الخط الرئيسي وبين المرش ٣ طولها :

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

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

$$Q_A = 84.32 \text{ gpm}$$

$$P_A = P_3 + P_{drop3A}$$

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

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

و هي بتطبيق معادلة مفاهيد الإحتكاك أعلاه

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

$$P_A = 2.06 + 27.9 \\ = 29.96 \text{ psi}$$

$$\rightarrow Q_A = 84.32 \text{ gpm} @ P_A = 29.96 \text{ psi}$$

و هو ما نريد الحصول عليه و كون كل من الخطوط A , C , B , D متشابهة في عدد رؤوس المرشات والأقطار فإن كل الخطوط لها نفس القيم عند النقاط A و B و C و 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 إلى النقطة B هناك مفاهيد إحتكاك على الخط بقطر (١,٥ انش) و التدفق هو تدفق النقطة A :

$$Q_B = 84.32 \text{ gpm} @ 29.96 \text{ psi}$$

$$P_B = P_A + P_{dropAB}$$

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

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

$$P_{AB} = 0.233 \text{ @ } 84.23 \text{ gpm and } 1 \frac{1}{2} \text{ inch diameter}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{drop AB}} &= 13.12 * 0.233 \\ &= 3.06 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_B &= 29.96 + 3.06 \\ &= 33.02 \text{ psi} \end{aligned}$$

ف عند تطبيق ضغط يساوي ٢٩,٩٦ باوند لكل انش مربع يتم الحصول على تدفق مقداره ٨٤,٢٣ غالون 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:

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

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

$$\begin{aligned} Q_{\text{New}} &= 84.23 * \sqrt{(33.02 / 29.96)} \\ &= 88.43 \text{ gpm} \end{aligned}$$

$$Q_B = 88.43 \text{ gpm}$$

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

الآن يتم جمع تدفق الخط A و تدفق الخط B ليتم الحصول على التدفق المار بالخط الواسع بين B و C ليتم حساب مفهود 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 .

$$\begin{aligned} Q_{BC} &= 88.43 + 84.23 \\ &= 172.66 \text{ gpm} \end{aligned}$$

$$Q_C = 84.32 \text{ gpm @ } 29.96 \text{ psi}$$

$$P_C = P_B + P_{\text{drop BC}}$$

$$P_{\text{drop BC}} = L_{\text{eq BC}} * P_{BC}$$

$$L_{\text{eq BC}} = 4 * 3.28 = 13.12 \text{ ft No fittings}$$

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

$$P_{\text{drop BC}} = 13.12 * 0.257$$

$$= 3.37 \text{ psi}$$

$$\begin{aligned}P_C &= 33.02 + 3.37 \\&= 36.39 \text{ psi}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_{\text{New}} &= 84.23 * \sqrt{(36.39 / 29.96)} \\&= 92.83 \text{ gpm}\end{aligned}$$

$$Q_C = 92.83 \text{ gpm}$$

و هو التدفق في رؤوس المرشات على الخط C .

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

$$\begin{aligned}Q_{CD} &= 92.83 + 172.66 \\&= 265.49 \text{ gpm}\end{aligned}$$

$$Q_D = 84.32 \text{ gpm} @ 29.96 \text{ psi}$$

$$P_D = P_C + P_{\text{dropCD}}$$

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

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

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

$$\begin{aligned}P_{\text{dropCD}} &= 13.12 * 0.084 \\&= 1.1 \text{ psi}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_D &= 36.39 + 1.1 \\&= 37.49 \text{ psi}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_{\text{New}} &= 84.23 * \sqrt{(37.49 / 29.96)} \\&= 94.22 \text{ gpm}\end{aligned}$$

$$Q_C = 94.22 \text{ gpm}$$

لاحظ الفرق في زيادة الضغط كون مفهيد 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:

$$\begin{aligned}Q_{\text{TOTAL}} &= 94.22 + 265.49 \\&= 359.71 \text{ gpm}\end{aligned}$$

$$P_D = 37.49 \text{ psi}$$

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

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

$$= 359.71 / 1500 \\ = .2398 \text{ gpm/ft}^2$$

و هي فعلياً أكبر من القيمة النظرية لها، و هو المطلوب.

الآن يتم حساب مقايد الإحتكاك من النقطة D إلى النقطة 13 و هي على الأنابيب ذو قطر 3 انش و هو بطول 15 متراً و يوجد عليه كوع

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

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

$$P_{D13} = 0.149 * 42.64 \\ = 6.35 \text{ psi}$$

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

$$P_{13} = 37.49 + 6.35 \\ = 43.84 \text{ psi}$$

و الآن الحساب بين النقطة 13 و 14 على قطر ( 3 1/2 inch ) و تدفق ( 359.71 gpm ) :

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

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

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

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

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

$$P_{14} = 43.84 + 4.18 \\ = 48.02 \text{ psi}$$

و الآن يتم حساب الضغط عند النقطة 15 و التي هي عند مخرج المضخات و طول الأنابيب هو 12 متراً و إرتفاع رأسياً بين الشبكة و المضخات هو 5 متراً كون مستوى المضخات أدنى من مستوى الشبكة: قطر الخط 4 انش و التدفق هو التدفق الكلي و بوجود صمام بوابي عدد 2 و صمام صد عدد 2 و كوع عدد 3 :

$$P_{15} = P_{14} + P_{\text{drop}14-15} + P_{\text{elevation}}$$

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

$$P_{\text{drop}14-15} = P_{14-15} * L_{\text{eq}14-15}$$

$$\begin{aligned}L_{\text{eq}14-15} &= 12 \text{ m} * 3.28 + 10 * 3 + 2*2 + 2*22 \text{ (from the table above , 1 elbow 90 deg.)} \\&= 39.36 + 30 + 4 + 44 \\&= 117.36 \text{ ft}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}P_{\text{drop}14-15} &= 0.0382 * 117.36 \\&= 4.46 \text{ psi}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{15} &= 48.02 + 4.46 + 7.05 \\&= 59.53 \text{ psi}\end{aligned}$$

إذاً الضغط المطلوب عند مخرج المضخات هو :

$$P_{\text{Pump}} = 59.53 \text{ psi}$$

$$P_{\text{Pump}} = 4.11 \text{ bar}$$

و التدفق هو :

$$Q = 359.71 \text{ gpm}$$

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

$$Q_{\text{Pump}} = 359.71 + 250 + 15$$

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

$$Q_{\text{Pump}} = 624.71 \text{ gpm}$$

$$Q_{\text{Pump}} = 2361.5 \text{ LPM}$$

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

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

$$\begin{aligned}\text{Water Capacity} &= 2.3615 \text{ m}^3 / \text{min.} * 60 \text{ min.} \\&= 141.7 \text{ m}^3\end{aligned}$$

إعداد

المهندس

تامر علي القباعي

عمان – الأردن

بريد إلكتروني [tamer.qebai@gmail.com](mailto:tamer.qebai@gmail.com)

[www.geocities.com/tamer\\_cd](http://www.geocities.com/tamer_cd)

جميع الحقوق محفوظة للمؤلف © JordanFire.Net ٢٠٠٦