المحاضرة الخامسة: تصميم شبكات المياه الداخلية الباردة والساخنة

بعد تأمين المعلومات اللازمة للدراسة وتحديد نظام التغذية بالمياه الباردة وأسلوب تأمين المياه الساخنة وتخطيط الشبكة تبدأ مرحلة تصميم **الشبكة أي الحساب الهيدروليكي للشبكة: حساب الأقطار، الضياعات في كل وصلة ...وفق الخطوات التالية :**

1- الخطوة الأولى :

الشبكات الداخلية شبكات شجرية، وبالتالي لحساب الشبكة يتم تقسيم الشبكة إلى وصلات حسابية، حيث يتم تحديد بداية ونهاية كل وصلة تبعاً لتغير عدد الأجهزة الصحية المرتبطة بالوصلة، وبالتالي لتغير الغزارة الحسابية العظمى، أي أن تغيرّ الغزارة بسب تغيرّ عدد التجهيزات الصحية المرتبطة أو المغذاة من الوصلة (بسبب تفرعات أو غيرها). هذا ما يحدد بداية ونهاية كل وصلة حسابية.

2 - الخطوة الثانية:

حساب الغزارات العظمى التصميمية لكل وصلة حسابية وفقاً لما يلي:

2-1- تحديد الغزارة الحسابية الخاصة بكل جهاز من الأجهزة المرتبطة بكل وصلة من جداول خاصة يبين الجدول التالي رقم (1) الغزارات الحسابية لبعض التجهيزات الصحية وفق الكود الألماني.

نوع الجهاز الصحي	مياه باردة L/sec	مياه ساخنة L/sec	القطر الخارجي للانبوب المغذي للجهاز من PPR	الضاط الادنى m
خلاط بانيو أو دوش	0.15	0.15	D 20	5
خلاط مغسلة	0.07	0.07	D 20	5
WC عربي مع خزان طرد	0. 13	***	D 20	5
WC عربي مع سكر طرد d20 مع سكر طرد d25	0.7 1.0	***	D 20 D 25	8 8
غسالة منزلية اوتوماتيك	0.25	***	D 20	10
جلاية صحون منزلية	0.15	***	D 20	10
مجلى	0.07	0.07	D 20	10
مأخذ مرش عشب قطر d 20	0.3	***	D 20	15
مأخذ مرش عشب قطر d25	0.5	***	D 25	15
سكر طرد لمباول	0.3		D 10	15

2-2 -حساب مجموع الغزارات الحسابية لكل الأجهزة الصحية المرتبطة بالوصلة الحسابية.

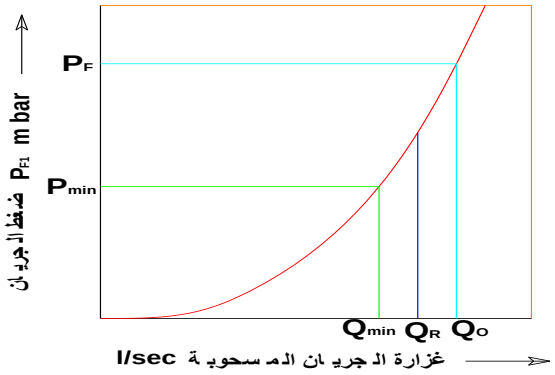
2-3- إن **تحديد الغزارة العظمى التصميمية** لكل وصلة حسابية يتبع طبيعة استخدام الأجهزة الصحية والتي ترتبط مباشرة بنوع المبنى(سكني، مرفق عام، مستشفى، مبنى مكاتب....) وهي ليست حاصل جمع

الغزارات الخاصة بالتجهيزات المرتبطة بكل وصلة، لأن الاجهزة الصحية (ما عدا حالات خاصة) لا تعمل بشكل متزامن. أن معامل التزامن هذا مرتبط بنوع المبنى وطبيعة استخدام التجهيزات الصحية.

<u>وبشكل أخر نكتب</u>: إن تحديد الغزارة الحسابية التصميمية هي حاصل جداء مجموع الغزارات الخاصة بالتجهيزات الصحية مضروبا بعامل التزامن لاستخدام التجهيزات الصحية تبعاً لنوع المبنى وهذا العامل كما ورد يتعلق بعدد وبنوع ووظيفة البناء واستخداماته. لقد تم وضع علاقات (منحنيات وجداول) لتحديد الغزارة التصميمية للوصلات الحسابية حسب قيمة الغزارة التجميعية لغزارات الأجهزة الصحية المرتبطة بالوصلة الحسابية حسب وظيفة المبنى وطبيعة استخدام البناء.

ملاحظة هامة: بما أن شبكة مياه الشرب في الأبنية شجرية فالحساب يبدأ من الوصلات الطرفية حتى مصدر التغذية (سواء كانت التغذية من الشبكة الخارجية أو الخزان العلوي أو أنبوب الدفع لمحطة الضخ) أي عكس اتجاه الجريان. قبل استعراض علاقات حساب الغزارة العظمى التصميمية المختلفة حسب وظيفة وطبيعة استخدامه لا بد من تعريف المصطلحات المستخدمة.

الشكل أدناه يبين العلاقة بين قيمة الضغط المطبق عند مخرج المياه من المأخذ وبين الغزارة الخارجة من المأخذ والمتوافقة مع ضغط التشغيل الادنى.



من المخطط أعلاه نكتب:

Q_O : **الغزارة العظمى للمأخذ:** وهي الغزارة الموافقة للضغط المميز للجهاز الصحي P_F

Q_{min}: **الغزارة الدنيا للمأخذ:** هي الغزارة التي بالكاد تحقق استثمار مرضي للجهاز والموافقة لضاغط التشغيل الأدنى Pmin

Q_R: الغزارة الحسابية للجهاز الصحي هي المتوسط الحسابي الغزارتين $(Q_{min} + Q_O)/2$.

يبين الجدول أعلاه رقم (1) الغزارة الحسابية لكل جهاز وقطر الأنبوب المغذي لكل جهاز والضاغط الأدنى للتشغيل لبعض الأجهزة.

<u>علاقات حساب الغزارة الحسابية التصميمية تبعا لنوع البناء :</u>

إن الغزارة التصميمية لحساب المقاطع العرضية هيدروليكيًا تتبع نوع المنشأة التي تنعكس على تزامن استخدام الأجهزة لأن هذا الأمر ينعكس على الغزارة التصميمية للمقطع العرضي لأجزاء الشبكة .

<u>الأبنية السكنية:</u>

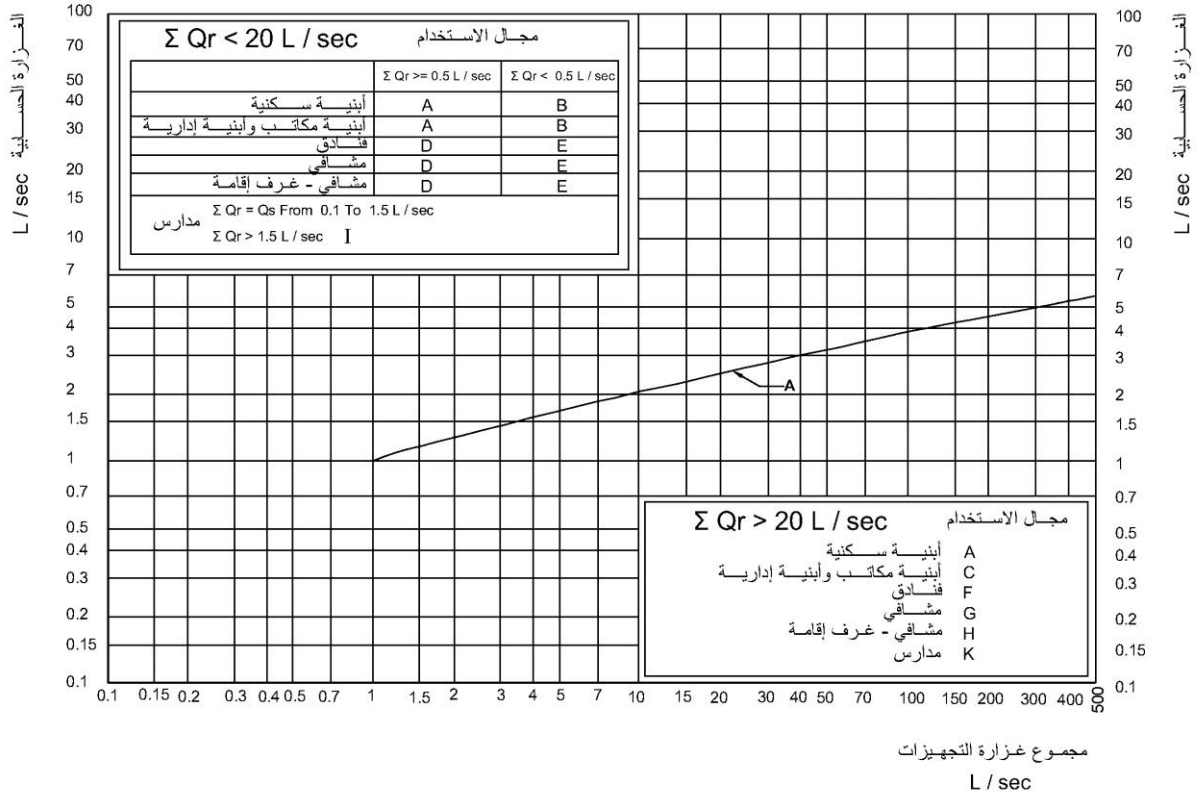
من اجل حساب الغزارة التصميمية نميز بين حالتين:

أ- **حالة وجود جهاز صحي أو أكثر** من الأجهزة الصحية بغزارة يساوي أو اكبر من (0.5 l/sec)

$\dot{Q}_R \geq$ في هذه الحالة تعطى الغزارة العظمى التصميمية بعلاقة التالية:

$$Q_S = 1.7\left(\sum Q_R\right)^{0.21} - 0.7 \ldots\ldots l/\sec .$$

أو من المنحني (A) التالي:

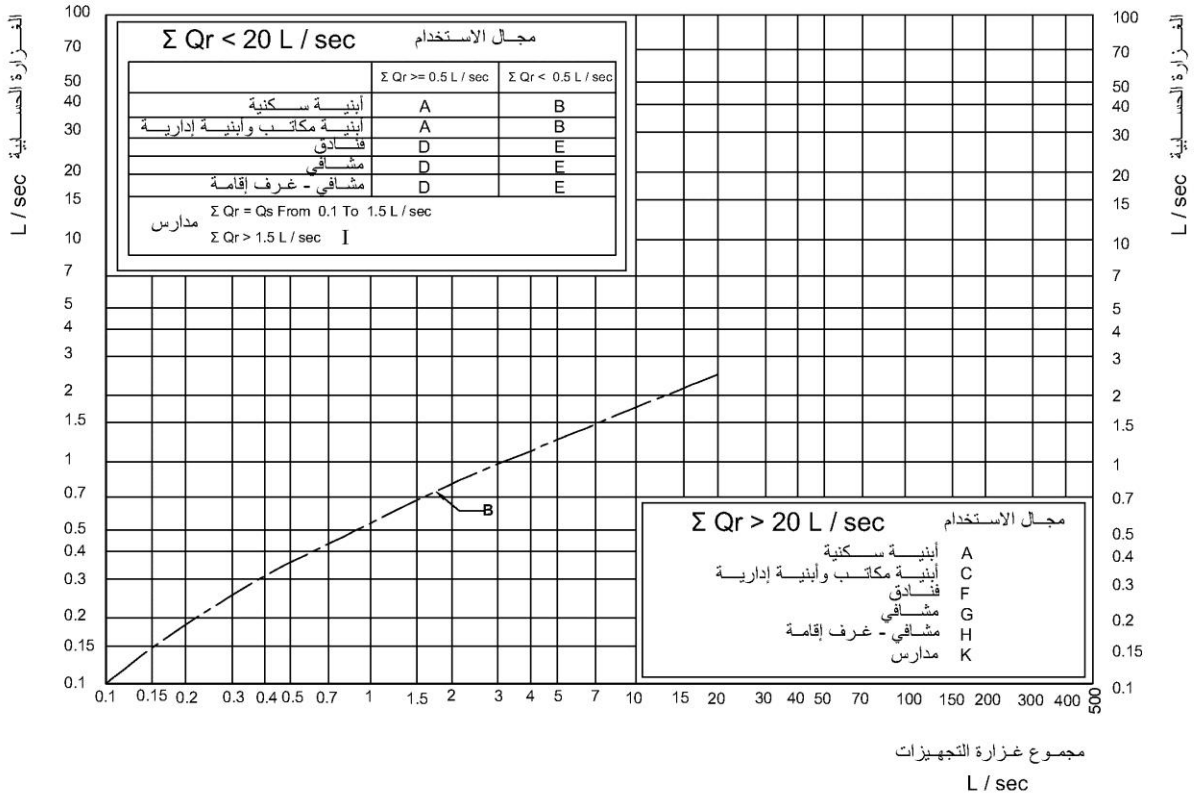


<u>ملاحظة</u>: هذه العلاقة تصحّ عندما يكون $\sum Q_R > 1.0 \ \ l / \sec$ ، أما في المجال $1.0 \geq \sum Q_R \geq 0.5$ فإن الغزارة الحسابية للوصلة تساوي مجموع الغزارت التجميعية.

ب- **في حالة أن كل الأجهزة الصحية** الموجودة ذات غزارة حسابية أقل من $(0.5 > \text{l/sec})$ و $0.07 \leq \sum Q_R \leq 20 l / \sec$ فتصح العلاقة :

$$Q_S = 0.682\left(\Sigma Q_R\right)^{0.45} - 0.14 l / \sec$$

أو من المنحني (B)



في حالة $\sum Q_R > 20 \quad l / \sec$ تستخدم علاقة الحالة (أ) أو المنحني A

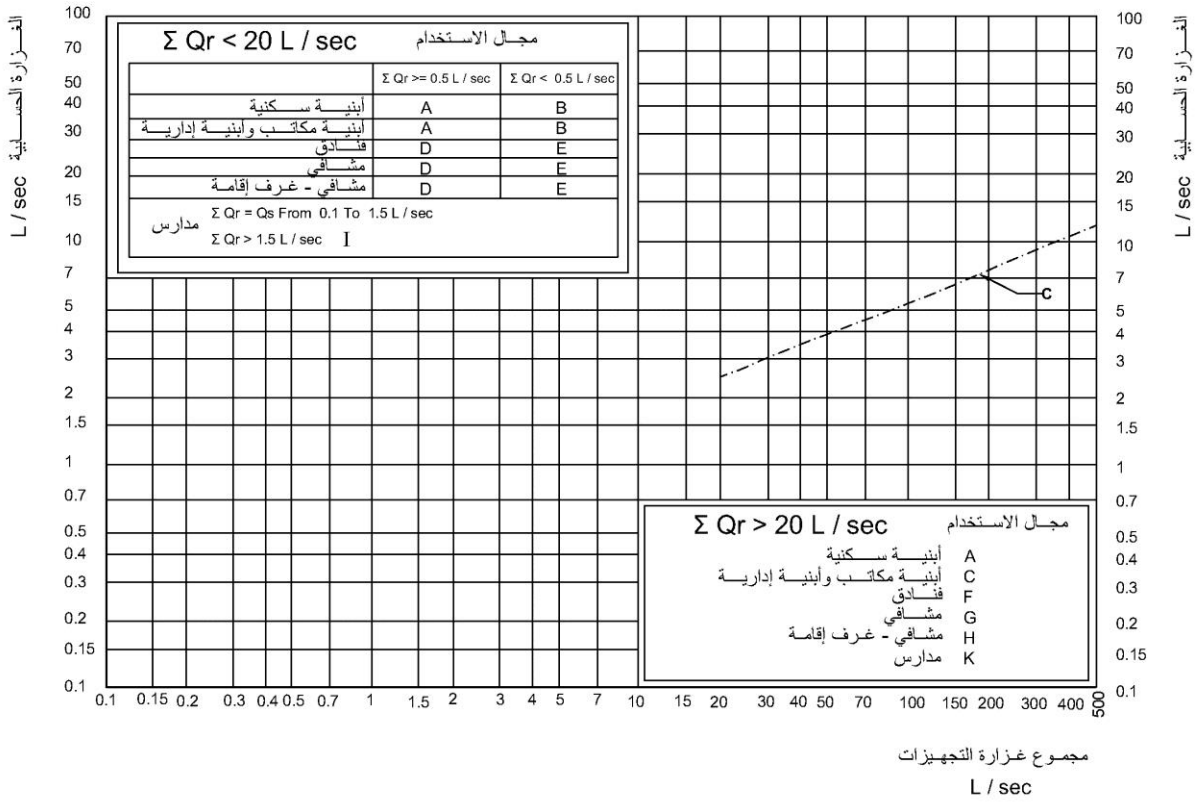
– **<u>الأبنيـة الإداريـة والمكاتب</u>:**

نستخدم ذات المنحني والجداول الخاصة بالأبنية السكنية عندما يكون ($\sum Q_R \leq 20 l / \sec$)

وفي حال ($\sum Q_R > 20 \quad l / \sec$) تحسب الغزارة العظمى من العلاقة التالية :

$$Q_S = 0.4\left(\sum Q_R\right)^{0.54} + 0.48 l / \sec$$

أو المنحني (C)



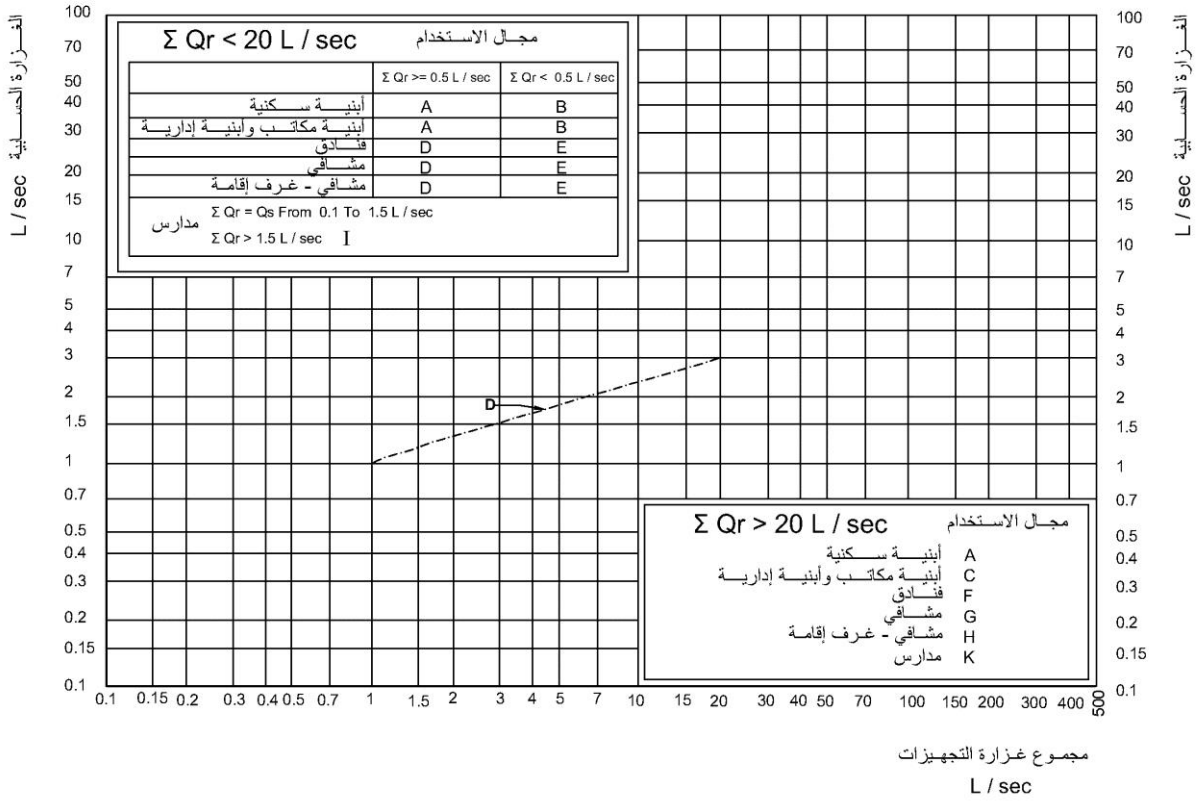
- **<u>الفنـادق :</u>**

أ- إذا كانت غزارة بعض التجهيزات الصحية ($Q_R \geq 0.5l / \sec$) نميز بين حالتين :

1- في حالة أن $1.0l / \sec < \sum Q_R \leq 20l / \sec$ تحسب الغزارة العظمى من العلاقة :

$$Q_S = \left(\sum Q_R \right)^{0.36} l / \sec$$

أو من المنحني (D)



2- حالة $\sum Q_R \rangle 20 l / \sec$ تحسب الغزارة العظمى الحسابية من العلاقة :

$$Qs = 1.08 (\sum QR)^{0.5} - 1.83 \text{ L/sec}$$

او من المنحني F.

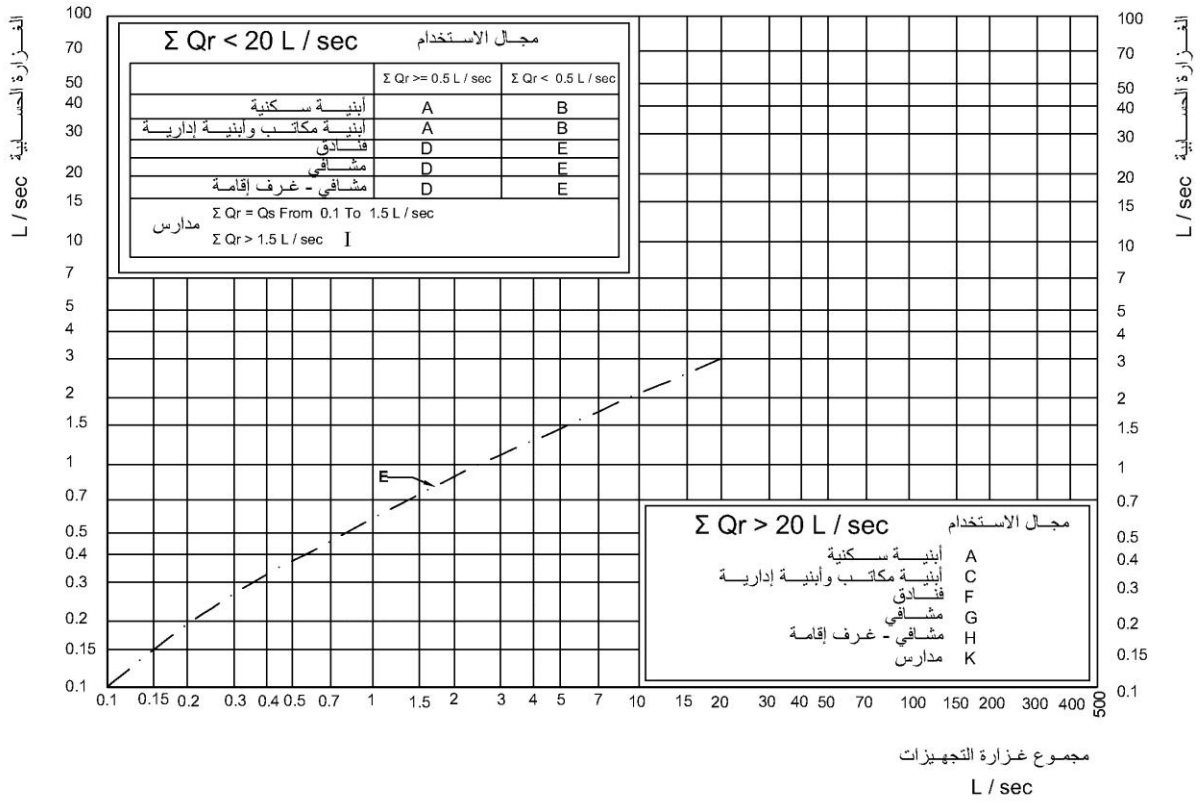
ب- حال أن كل التجهيزات الصحية ذات غزارة أقل من (l/sec > 0.5) نميز بين حالتين :

1- حالة $0.1 \text{ l/sec} < \sum QR \leq 20 \text{ l/sec}$

تحسب الغزارة التصميمية العظمى من العلاقة:

$$Q_S = 0.698 \left(\Sigma Q_R \right)^{0.5} - 0.12 l / \sec$$

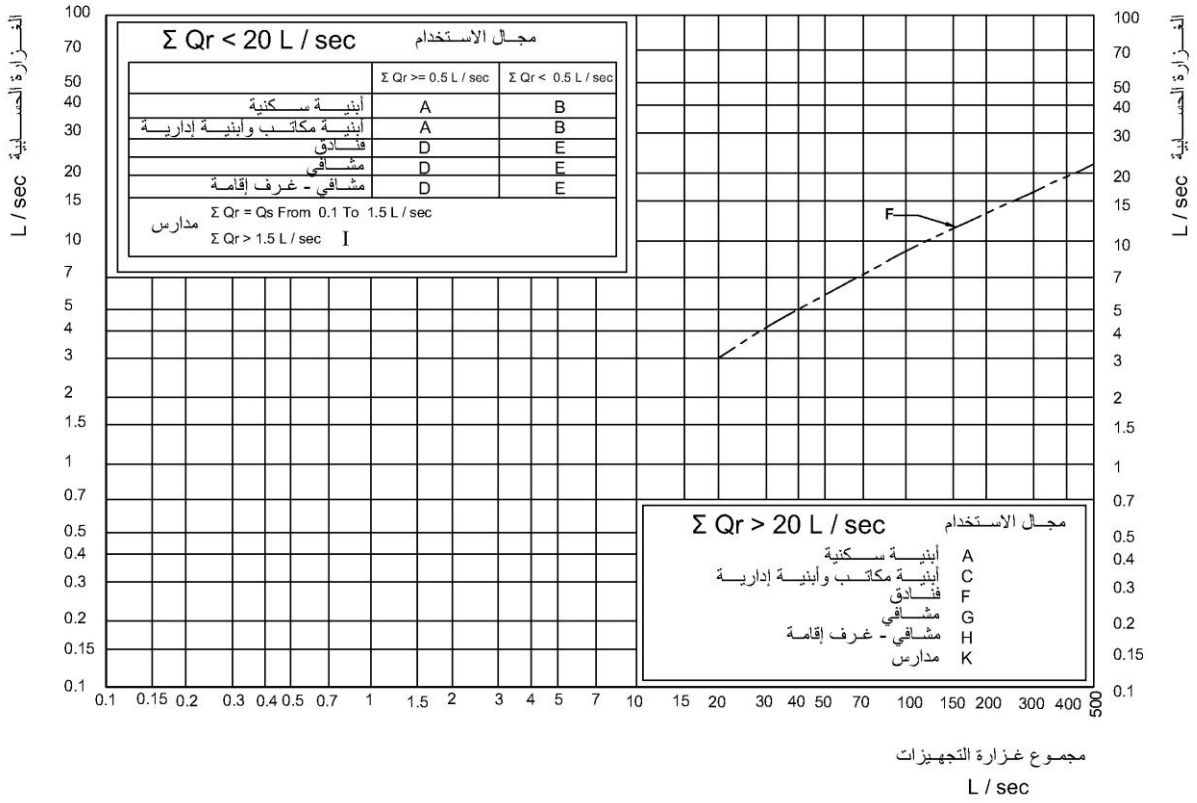
أو من المنحني (E)



2- حالة $\sum Q_R > 20 l / \sec$ تعطى الغزارة التصميمية العظمى من العلاقة:

$$Q_S = 1.08\left(\sum Q_R\right)^{0.5} - 1.83 l / \sec$$

أو من منحني (F)



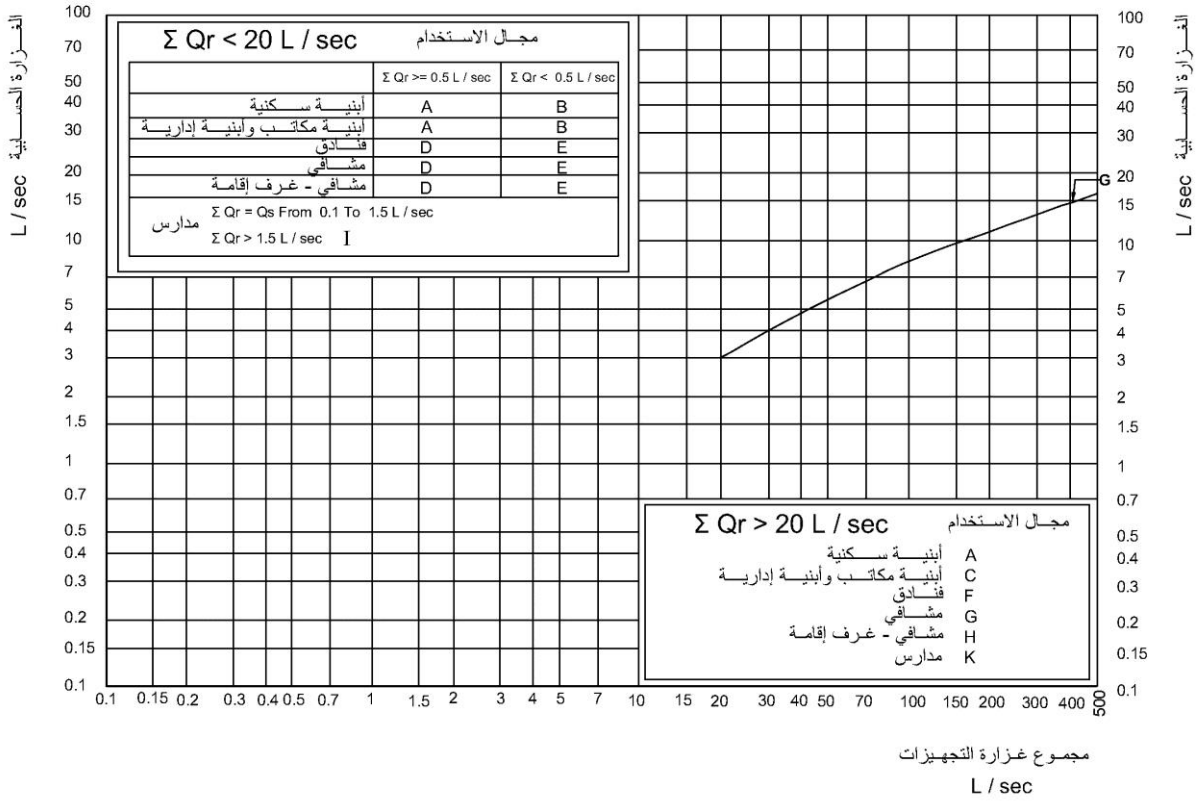
- **<u>المولات ومراكز البيع الكبيرة</u>**

1- حال أن $\sum Q_R \le 20 l / \sec$ يصحّ المنحني (D) أو(E) والمعادلة الرياضية الخاصة بهذا المنحني او ذاك الخاصين بالفنادق.

- في حال أن ($\sum Q_R > 20 l / \sec$) تحسب الغزارة التصميمية العظمى من العلاقة التالية:

$$Q_S = 4.3\left(\sum Q_R\right)^{0.27} - 6.65 l / \sec$$

أو من المنحني (G)



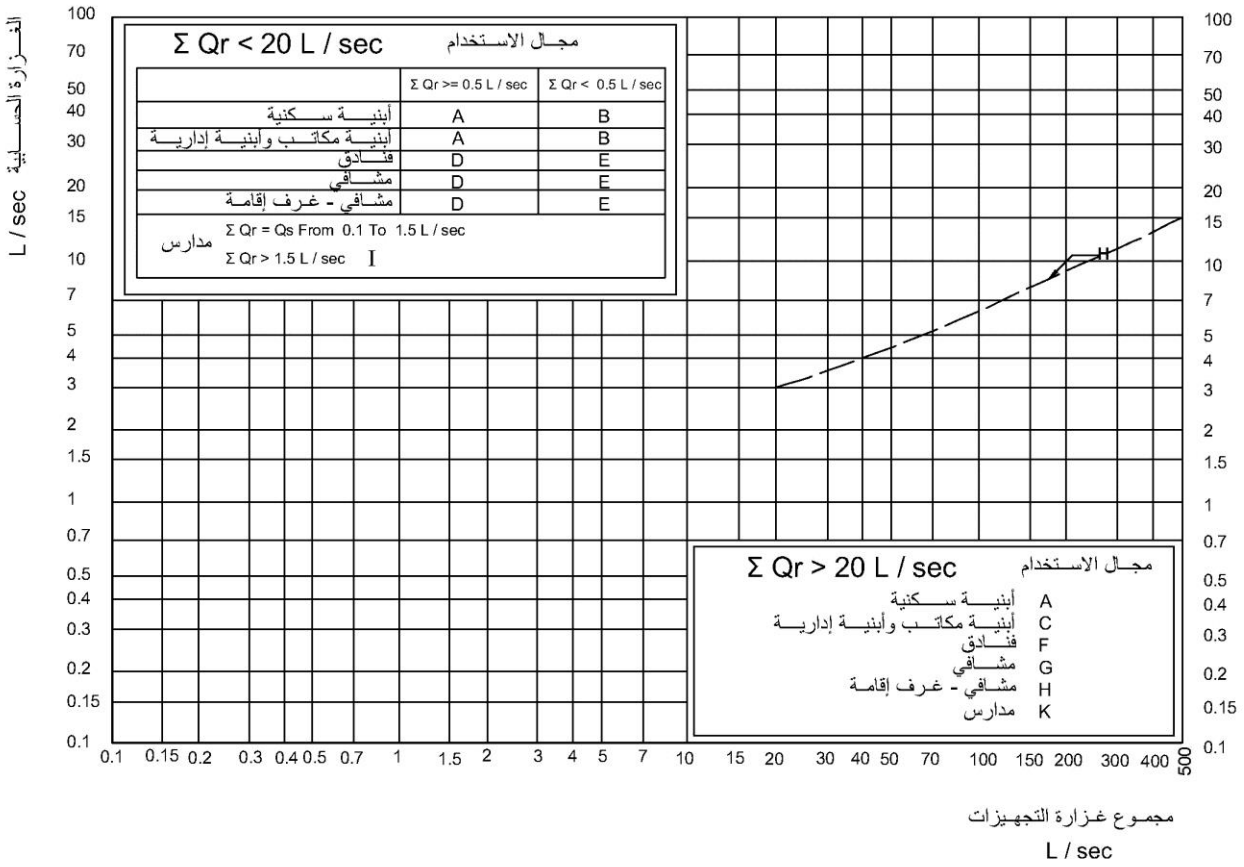
- **<u>المشافي (غرف اقامة المرضى)</u>**:

1 في حال أن ($\sum Q_R \le 20l / \sec$) تحسب الغزارة التصميمية العظمى من المنحني (D) و(E) للفنادق والمعادلة الرياضية الخاصة بهذا المنحني أو ذاك ..

2- في حال ($\sum Q_R > 20l / \sec$)تحسب الغزارة التصميمية العظمى من العلاقة:

$$Qs = 0.25 (\sum QR)^{0.65} + 1.25 \text{ L/sec}$$

أو من المنحني (H):

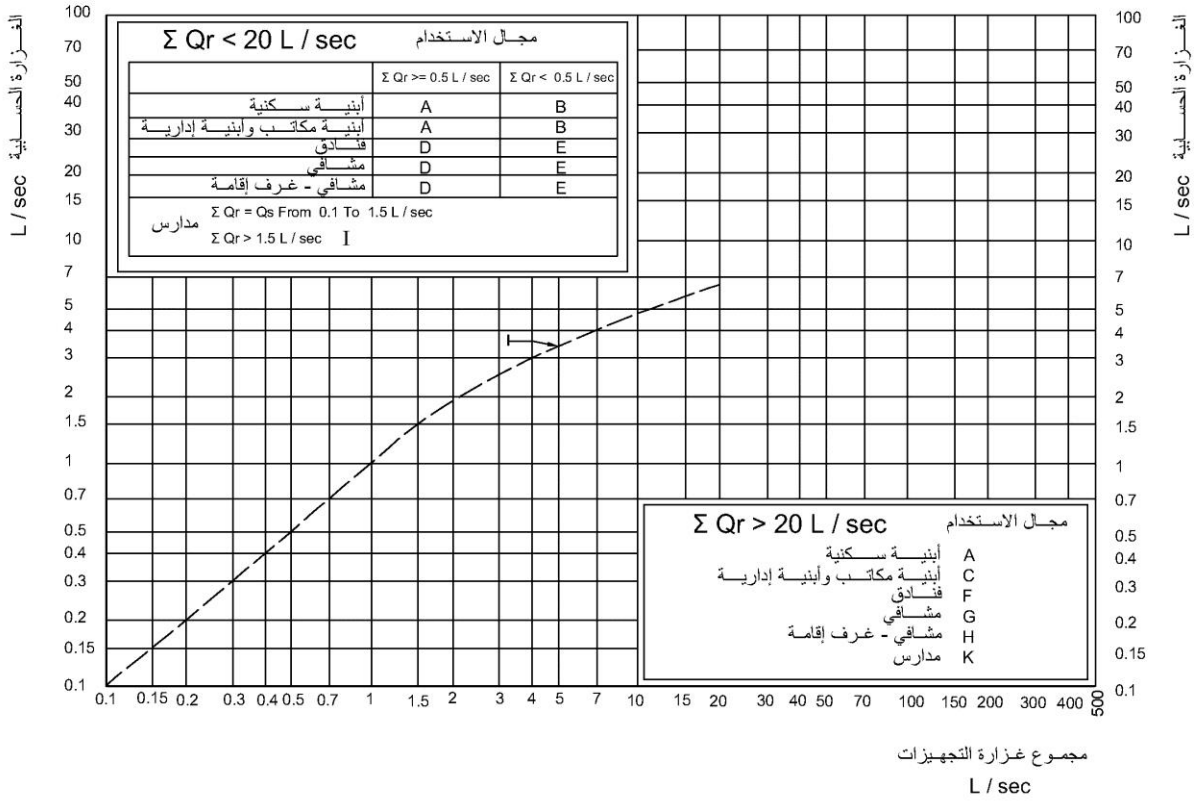


- **<u>المدارس</u>:**

1- حال أن $1.5l/\sec \le \sum Q_R \le 20l/\sec$ تحسب الغزارة العظمى من العلاقة :

$$Q_S = 4.4\left(\sum Q_R\right)^{0.27} - 3.41l/\sec$$

أو من المنحني (I)



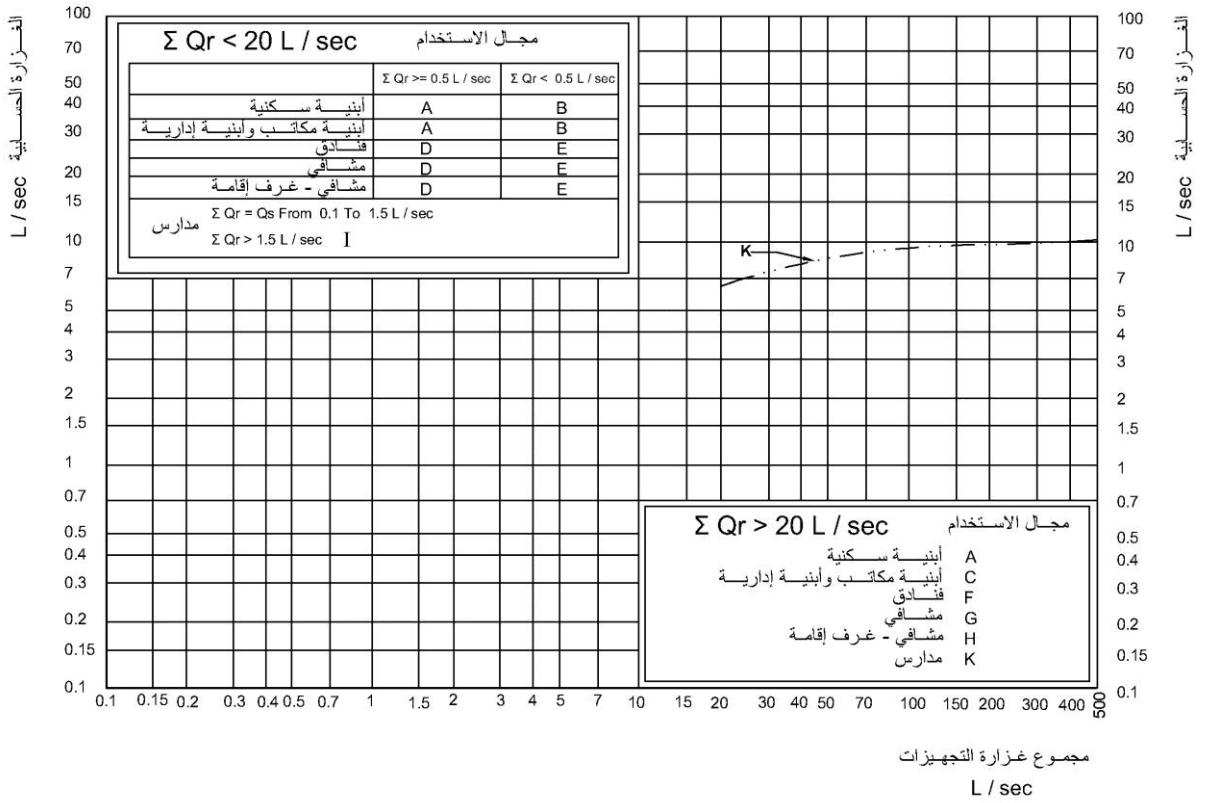
2- حال أن ($\sum$ QR< 1.5L/sec) فإن($Q_S = \sum Q_R$) .

3- في حال أن ($\sum Q_R > 20 \ l / \sec$) تحسب الغزارة التصميمية العظمى من العلاقة:

$$Qs= -22.5 (\sum QR)^{-0.5} +11.51 \quad L/sec$$

أو من المنحني (K)

أو من المنحني (K)



– **<u>الأبنيـة الحرفيـة والصنـاعيـة</u>**:

في مثل هذه الأبنية (المسابح ، معامل ألبان و أجبان ، ورشات تنظيف وغسيل الملابس الكبيرة ، المطابخ الكبيرة ، المسابح العامة وغيرها) يجب إعداد دراسات خاصة **لتحديد معامل التزامن** عن طريق التواصل مع مشغل هذه المعامل لتحديده حسب طبيعة العمل في المعمل.

– بالنسبة لبعض أجزاء الشبكة التي تخدم ورشات ضمن أبنية مثل (ورشة ضمن مبنى سكني) فإنه **<u>يتم حساب الغزارة الحسابية لهذه الأجزاء كما ورد في المقاطع أعلاه.</u>**

– إن الغزارة التصميمية العظمى لبعض أجزاء الشبكة تساوي إلى مجموع الغزارات الحسابية للتجهيزات الصحية إذا كانت تعمل بآن واحد.

التصميم الهيدروليكي لشبكات المياه الباردة والساخمة

إن الهدف من **الحساب الهيدروليكي** هو :

1- حساب أقطار انابيب الشبكة. 2 – حساب سرعة الجريان في الانابيب .

3 – حساب الضياعات (والتي ترتبط بقطر الأنبوب وطوله ، ومادته وسرعة الجريان)

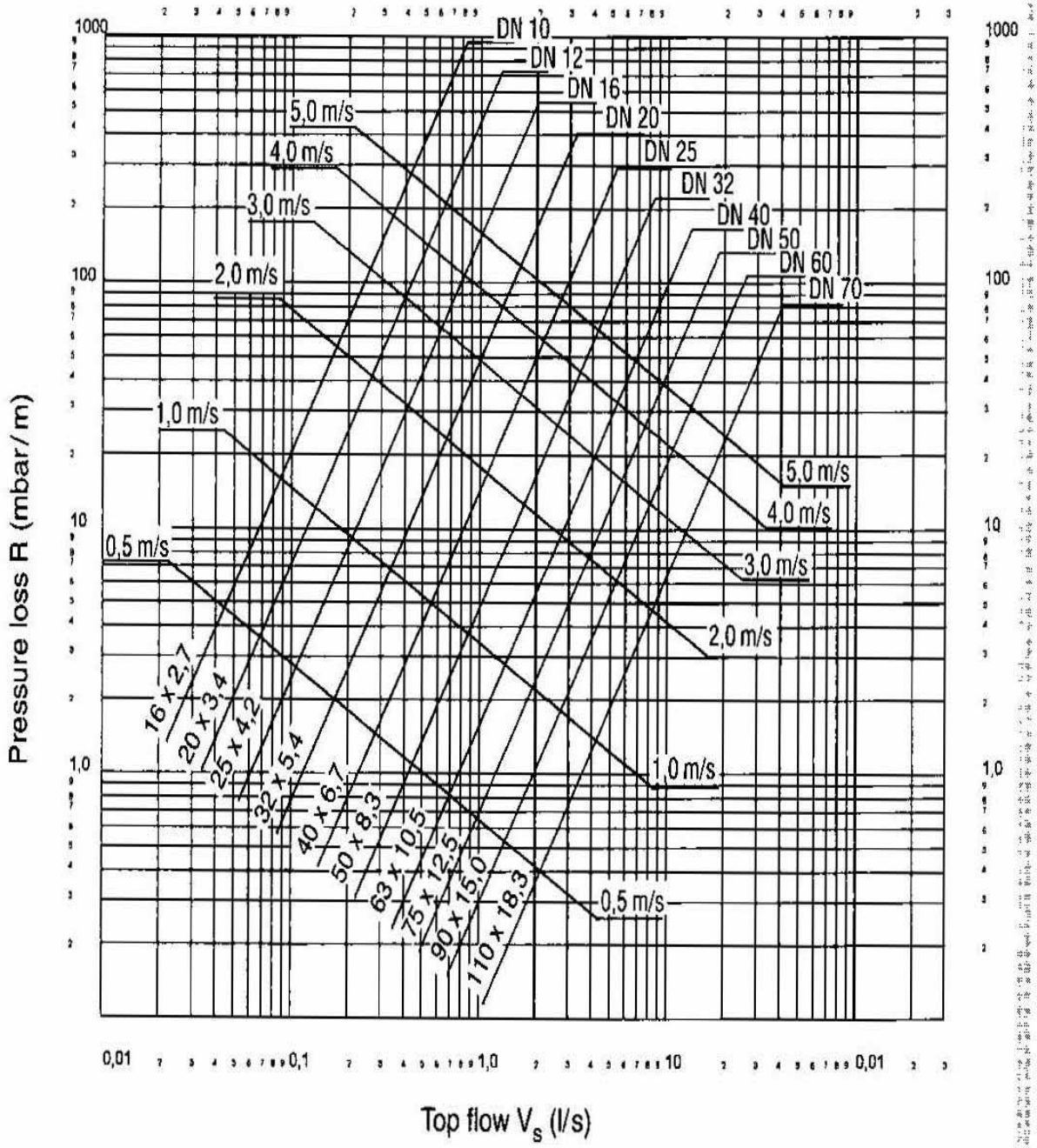
بعد تحديد الغزارة التصميمية لكل وصلة حسابية كما ورد أعلاه يتم اختيار مادة أنابيب الشبكة المراد استخدامها. كما ورد في محاضرة سابقة حيث ذكر أن من الأنابيب المستخدمة في شبكات المياه الداخلية الانابيب الفولاذية المغلفنة وأنابيب البولي بروبلين أو البولي ايتلين .

في الآونة الأخيرة تراجع استخدام الأنابيب المزيبقة (او المغلفنة) وازداد استخدام أنابيب البولي بروبيلين في حال اختيار مادة الانابيب من البولي بروبيلين على المهندس اختيار الضغط الاسمي للانابيب PN وذلك تبعًا لضغط التشغيل المطبق على الأنابيب والبالغ أما PN10 أو PN 16 أو PN 2 لأن لكل قيمة ضغط جداول أو منحنيات خاصة بالحساب الهيدروليكي كما سنرى لاحقا ..

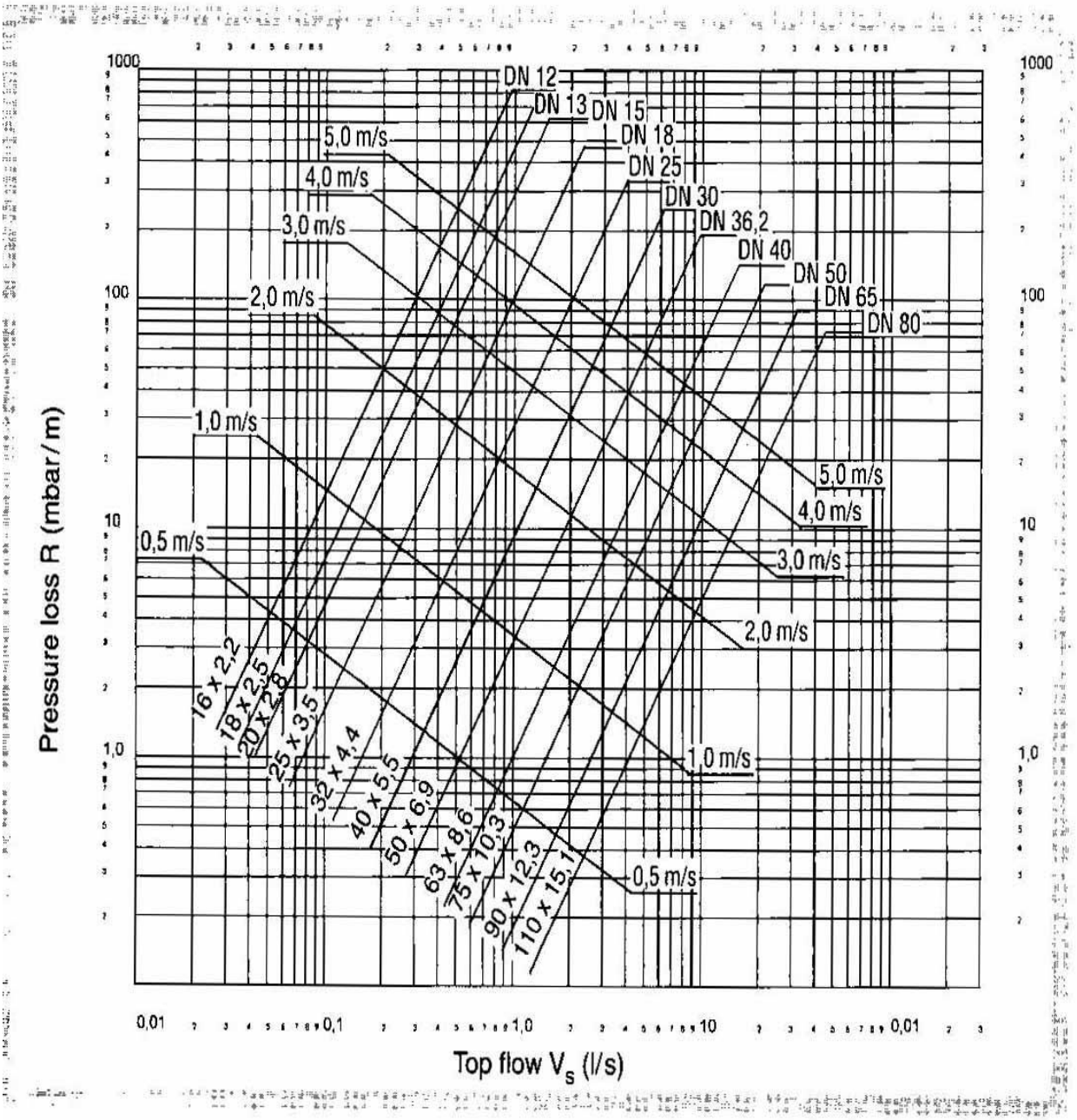
– **بعد حساب الغزارة العظمى التصميمية** لكل وصلة حسابية **وتحديد مادة الأنابيب** المستخدمة نستكمل الحساب الهيدروليكي للوصلة وتحديد حساب قطر الوصلة (الأنبوب) وحساب الضياعات الطولية، ويمكن أن يتم ذلك أما باستخدام العلاقات الهيدروليكية المعروفة (الاستمرارية) وعلاقة الفواقد الطولية الخاصة بالجريان المضغوط (مثل علاقة دارسي) أو يمكن استخدام المنحنيات الخاصة بكل فئة من الأنابيب والتي تربط بين الغزارة والقطر والضياعات الطولية أو باستخدام الجداول الجاهزة. كما في المنحنيات الواردة أدناه والتي هي على الترتيب PN20 – PN16 – PN10.

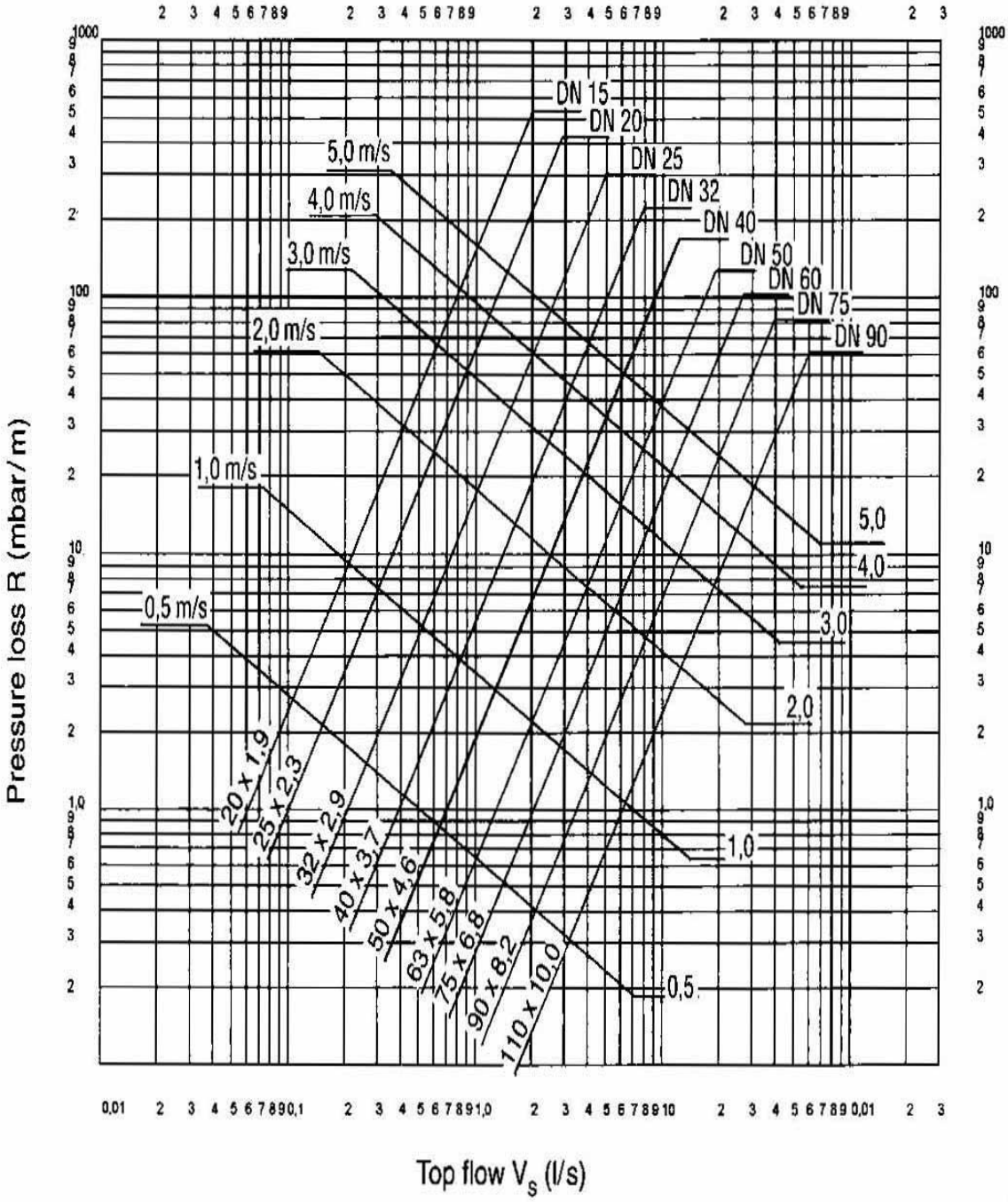
يتم تنظيم عملية الحساب في جدول كما هو مبين :

رقم الوصلة	الغزارة الحسابية للأجهزة الصحية المرتبطة بالوصلة L/sec	الغزارة المظمي التصميمية للوصلة L/sec	القطر النظامي الخارجي mm	السرعة m/s	طول الوصلة m	R الضياعات بواحدة الطول mm/m	الضياعات الطولية m


DN 10
DN 12
DN 16
DN 20
DN 25
DN 32
DN 40
DN 50
DN 60
DN 70
5,0 m/s
4,0 m/s
3,0 m/s
2,0 m/s
1,0 m/s
0,5 m/s
16 x 2,7
20 x 3,4
25 x 4,2
32 x 5,4
40 x 6,7
50 x 8,3
63 x 10,5
75 x 12,5
90 x 15,0
110 x 18,3
1000
100
10
1,0
0,01
0,1
1,0
10
Pressure loss R (mbar/m)
Top flow V_s (l/s)

polymuten® ROHRSYSTEME




Pressure loss R (mbar/m)
Top flow V_s (l/s)
DN 15
DN 20
DN 25
DN 32
DN 40
DN 50
DN 60
DN 75
DN 90
5,0 m/s
4,0 m/s
3,0 m/s
2,0 m/s
1,0 m/s
0,5 m/s
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,5
20 x 1,9
25 x 2,3
32 x 2,9
40 x 3,7
50 x 4,6
63 x 5,8
75 x 6,8
90 x 8,2
110 x 10,0

حساب الشبكة الراجعة

1- تحدد أقطار الأنابيب الراجعة تبعاً لقطر الأنبوب الساخن الذاهب من الجدول التالي :

قطر أنبوب المياه الساخنة	قطر أنبوب المياه الراجعة
20-40	20
50	25
63	25
75	32
90	40
110	50

2. حساب غزارة وضاغط مضخة التدوير:

غزارة المضخة : تحسب غزارة مضخة التدوير من العلاقة :

$$Q_p = 3\ V/t \dots\dots\dots l/h$$

t=1 .....h

حيث V : حجم المياه المخزنة في أطول خط للمياه الساخنة مع الخط الراجع التابع له

سبب اختيار الرقم (3) هو تجنب تبريد إضافي للمياه الساخنة.

ـ ضاغط المضخة :

ضاغط مضخة التدوير يساوي مجموع الضياعات الطولية والمحلية **لأطول أنبوب مياه راجعة** (من نقطة الربط مع خط المياه الساخنة حتى اسطوانة الماء الساخن).

- يجب أن لا **تزيد** سرعة الجريان في أنبوب المياه الراجعة عن (0.5 m/sec).

- تحدد غزارة الأنبوب الراجع الشاقولي من حاصل تقسيم غزارة المضخة على عدد النوازل الراجعة .

حجم اسطوانات المياه الساخنة : (مثال :عن مبنى حكومي)

عدد الموظفين في المبنى 200 موظف

بفرض ان معدل استهلاك الموظف 40 l/d (باردة وساخنة)

فيكون الاستهلاك اليومي الوسطي

$$\frac{200.40}{1000} = \frac{8000}{1000} = 8\ m^3/d$$

الاستهلاك الساعي الحسابي :

$(2.5 - 3.0)$. معامل عدم الانتظام العام للأبنية العامة

فيكون 3.0* $Q_{h,design} = \frac{8}{12}$ تم التقسيم على 12 حيث اعتمد عد ساعات العمل في المنشأة المدروسة .

(3.0) هو معامل عدم الانتظام الأعظمي

$$= 2 \ldots . m^3 h$$

بفرض أن استهلاك المياه الساخنة هو $\frac{1}{3}$ استهلاك المياه .

$$Q_{h.max} = 2.0/3 = \frac{2000}{3} = \cdots \ldots . l/h$$

الاحتياج الحراري الساعي الاعظمي يعطى من القانون:

$$V_{h,max} = Q_{h,design} . 1.163\ (\Delta T)$$

ΔT: فرق درجة الحرارة ويؤخذ (50)

1.163 عامل السعة الحرارية

$$= \frac{2.000}{3} . 1{,}163. \quad 50 = \cdots . . Kw$$

وبأخذ الضياعات الحرارية بعين الاعتبار يكون الاحتياج الكلي الحراري

$$V_{h,tot} = V_{h,design} . 1{,}15 = \cdots \ldots KW$$

يعطى حجم الاسطوانة بالعلاقة:

$$VS_p = \frac{V_{h,tot}}{1.163.\Delta t}.\alpha$$

$\alpha = 1.5 - 1.10$ للخزانات الشاقولية

$\alpha = \quad 1.1 - 1.2$ الخزانات الأفقية