جامعة المنارة
كلية الهندسة المدنية
السنة الثالثة

مقرر الهندسة البيئية

Dr.-Ing.Nesreen Khallouf

تصميم شبكات الصرف الصحي

مفهوم تصميم أنابيب الصرف الأفقية

- في أنابيب الصرف الأفقية تتصف قدرة النقل لتيار مياه الصرف بخاصتين هيدروليكيتين (بارامترين):
  - سرعة وحركة المياه.
  - درجة الامتلاء.
- اللتان يجب أن تؤمنا حركة مياه الصرف دون وجود الترسبات في الأنابيب ودون حصول أي انسداد.
- يجري اختبار القدرة التمريرية ووثوقية عمل الأقسام الأفقية لشبكة الصرف مع المحافظة على شروط السرعة لمياه الصرف ودرجة الامتلاء .
- يتحقق ذلك فقط بشرط الاختيار الصحيح لأقطار وميول الأنابيب
- بهذا فإن سرعة التنظيف الذاتي لحركة مياه الصرف يجب ألاّ تقل من أجل الأنابيب ذات الأقطار حتى (250mm) عن (0.7 m/s) .
- عندما تنخفض السرعة دون هذه القيمة يمكن حصول توضعات الرواسب العضوية والمعدنية لمياه الصرف الصحي.
- يجري اختيار درجة الامتلاء(h/d) في الأنابيب بحيث لا تقل عن (0.3) ولا تزيد عن (0.9).

الميول المسموحة لأنابيب الشبكة الافقية :

- يمكن أن تتحدد الميول الأصغرية لتمديد أنابيب الصرف الأفقية بشكل تقريبي **بالعلاقة:** (i=l/d) حيث dقطر الأنبوب بـ mm
- والميول الأعظمية لا تزيد عن (0.15).
- عندما تكون الميول صغيرة تزداد خطورة انسداد الأنابيب.
- عندما تكون كبيرة يحصل الحت السريع للسطح الداخلي الأملس للأنابيب .

يبين الجول الميول المسموحة لبعض أقطار الأنابيب

قطر الأنبوب mm	ميول أنابيب الصرف المسموح بها	
	الأصغرية	العادية
50	0.02	0.035
100	0.01	0.02
125	0.008	0.015
150	0.007	0.01
200	0.005	0.008

خطوات تصميم شبكة الصرف الصحي في الأبنية السكنية

١- توزيع الأجهزة الصحية على المسقط الأفقي في الغرف الصحية بما يناسب المساحات المتوفرة .
٢- تصريف الأجهزة الصحية الموزعة بواسطة وصلات أفقية الى النوازل .
٣- تحديد غزارات التصريف للوصلات الأفقية و للنوازل ، و ذلك باعتماد طريقة الأعداد المكافئة .
٤- بالاعتماد على غزارات التصريف المحسوبة يتم تحديد قطر الوصلات الافقية و الميول و السرعات و ذلك بالاعتماد على جدول تصميم .

ملاحظة :

اذا كانت الانابيب المستخدمة من البلاستيك(p.v.c) تؤخذ واحدة القطر mm .
اما ادا كانت من الفونت فتؤخذ واحدة القطر بالانش .
1inch = 25 mm

تحديد غزارات التصريف

حساب التصريف في الأبنية السكنية :

يتم حساب التصريف الصحي في المباني السكنية **بطريقة الاعداد المكافئة** حيث يتم اعتماد العلاقة التجريبية التالية : بـ (l/s)

$$q = 0.2.\sqrt[a]{N} + K.N + qf$$

a : ثابت يتعلق بمعدل الاستهلاك اليومي للفرد ويؤخذ من الجدول التالي:

معدل الاستهلاك اليومي	100	125	150	200	250	300
قيمة a	2.3	2.2	2.15	2.14	2.05	2

طريقة الاعداد المكافئة

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

K : ثابت يتعلق بمجموع الأعداد المكافئة ويؤخذ من الجدول التالي :

مجمـــــوع الأعـــــداد المكافئة N	حتى 300	500-301	800-501	1200-801	2000-1201
K	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006

الجهاز الصحي	تصريف الجهاز بـ ل/ثا
المجلى	0.37
البانيو	0.8
مغسلة	0.15
المرحاض الفرنجي	1.65
التواليت العربي	1.4
البيدية	0.15
الغسالة	1

q_f : أكبر تصريف جهاز مركب على الوصلة المراد حسابها (ليتر/ثانية).
ونختار أكبر تصريف من الجدول المرفق

طريقة الاعداد المكافئة

N : مجموع الأعداد المكافئة للأجهزة الصحية المركبة. حيث يوجد لكل جهاز صحي عدد مكافئ له يتم تحديده وفق الاتي :

- تم اعتماد تصريف المجلى كواحدة قياسية ونسبت تصاريف باقي الأجهزة إلى هذه الوحدة وقد تم افتراض التصريف للمجلى بـ (٠.٣٧) ل/ثانية ،

فمثلا البانيو يصرف غزارة حسابية مقدارها ٠.٨ ل/ثا و بالتالي يكون العدد المكافئ للبانيو هو حاصل قسمة الغزارة الحسابية لتصريف البانيو على الغزارة الحسابية لتصريف المجلى المكافئة ،

$$N = \frac{0.8}{0.37} = 2.1$$

و هكذا تم حساب مكافئات كل الاجهزة الصحية التي يمكن استخدامها في المباني السكنية

حيث ترتب نتائج الحسابات للاعداد المكافئة للاجهزة الصحية في الجدول التالي :

طريقة الاعداد المكافئة

جدول الأعداد المكافئة للأجهزة الصحية

الجهاز الصحي	تصريف الجهاز بـ ل/ثا	العدد المكافئ للجهاز
المجلى	0.37	1
البانيو	0.8	2.1
مغسلة	0.15	0.4
المرحاض الفرنجي	1.65	4.5
التواليت العربي	1.4	3.8
البيدية	0.15	0.4
الغسالة	1	2.7
البالوعة	2.1	5.7

ملاحظة : لا يوجد للريكار عدد مكافئ لانه عبارة عن مجمع لمياه الصرف الصحي من الأجهزة الصحية فقط

تحديد غزارات التصريف للنوازل والوصلات الأفقية

١- يتم تحديد الأجهزة الصحية التي يصرفها النازل او الوصلة .
٢- يتم حساب N مجموع الأعداد المكافئة لتلك الأجهزة بالاعتماد على جدول الاعداد المكافئة .
٣- بعد تحديد N و a و k يتم تطبيق علاقة الاعداد المكافئة وبالتالي تحديد غزارة التصريف .

طريقة الاعداد المكافئة

تطبيق (١)

احسب غزارة التصريف لنازل حيث مجموع الاعداد المكافئة للأجهزة الصحية التي يصرفها النازل 36 و الثوابت الأخرى a=2.2 و k=0.002 و qf=2.1 فرضا ؟؟

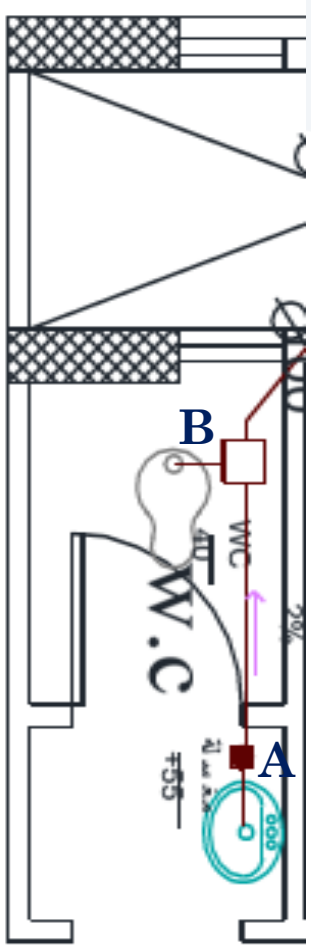
الحل : بتطبيق طريقة الأعداد المكافئة :

$$q = 0.2.\sqrt[a]{N} + K.N + qf$$

$$q = 0.2.\sqrt[2.2]{36} + 0.002 * 36 + 2.1 = ...l/s$$

طريقة الاعداد المكافئة

تطبيق (٢)



احسب غزارة التصريف للوصلةAB التي تصل بين البالوعة و الريكار حيث a=2.2 و k=0.002 ؟؟

الحل : بتطبيق طريقة الأعداد المكافئة :

$$q = 0.2.\sqrt[a]{N} + K.N + qf$$

حساب N :

نلاحظ من المسقط ان الوصلة AB تصرف مغسلة و بالوعة ، من جدول الأعداد المكافئة نجد ان

N للوصلة = 0.4 +5.7 = 6.1

$$q = 0.2.\sqrt[2.2]{6.1} + 0.002 * 6.1 + 2.1 = \ldots l/s$$

تحديد الاقطار و الميول و السرعات

يتم تحديد الأقطار والميول و السرعات و ذلك **للوصلات الأفقية فقط** و ذلك بعد حساب الغزارة ، حيث تؤخذ أقرب غزارة من الجدول على الغزارة المحسوبة و من خلالها يمكن تحديد قطر الأنبوب وسرعة الجريان فيه والميل المناسب .

الميل	D=50mm		D=100mm		الميل	D=125mm		D=150mm	
	q,1/s	v,m/s	q,1/s	v,m/s		q,1/s	v,m/s	q,1/s	v,m/s
0.01	0.41	0.42	2.63	0.66	0.005	3.39	0.54	5.39	0.61
0.02	0.58	0.59	3.72	0.93	0.006	3.72	0.59	5.92	0.67
0.03	0.71	0.72	4.55	1.14	0.007	4.02	0.64	6.4	0.72
0.04	0.81	0.38	5.26	1.32	0.008	4.17	0.68	6.82	0.77
0.05	0.91	0.93	5.88	1.48	0.009	4.42	0.72	7.23	0.82
0.06	1	1.02	6.45	1.62	0.01	4.67	0.76	7.62	0.86
0.07	1.08	1.1	6.97	1.75	0.025	7.42	1.21	12	1.36
0.08	1.16	1.18	7.45	1.87	0.05	10.5	1.71	17.1	1.93
0.09	1.23	1.25	7.89	1.98	0.075	12.8	2.09	20.9	2.28
0.1	1.29	1.32	8.32	2.09	0.1	14.9	2.42	24.4	2.72
0.15	1.57	1.6	10.1	2.55	0.15	18.2	2.96	29.5	3.34

طريقة الاعداد المكافئة

المطلوب تحديد قطر احدى الوصلات الافقية حيث غزارة تصريفها 3.7 l/s ؟؟

الحل : من جدول تحديد الاقطار :

نجد ان غزارة الوصلة 3.7 محصورة بين الغزارتين 2.63 و3.72 و بالتالي نختار القطر الموافق لتلك الغزارتين و هو القطر 100mm ولتحديد الميل و السرعة نختار الغزارة الاقرب وهي 3.72 و نختار السرعة والميل الموافق لها وهما

V=0.93 m/s

i= 0.02

الميل	D=50mm		D=100mm		الميل	D=125mm		D=150mm	
	q,1/s	v,m/s	q,1/s	v,m/s		q,1/s	v,m/s	q,1/s	v,m/s
0.01	0.41	0.42	2.63	0.66	0.005	3.39	0.54	5.39	0.61
0.02	0.58	0.59	3.72	0.93	0.006	3.72	0.59	5.92	0.67
0.03	0.71	0.72	4.55	1.14	0.007	4.02	0.64	6.4	0.72
0.04	0.81	0.38	5.26	1.32	0.008	4.17	0.68	6.82	0.77
0.05	0.91	0.93	5.88	1.48	0.009	4.42	0.72	7.23	0.82
0.06	1	1.02	6.45	1.62	0.01	4.67	0.76	7.62	0.86
0.07	1.08	1.1	6.97	1.75	0.025	7.42	1.21	12	1.36
0.08	1.16	1.18	7.45	1.87	0.05	10.5	1.71	17.1	1.93
0.09	1.23	1.25	7.89	1.98	0.075	12.8	2.09	20.9	2.28
0.1	1.29	1.32	8.32	2.09	0.1	14.9	2.42	24.4	2.72
0.15	1.57	1.6	10.1	2.55	0.15	18.2	2.96	29.5	3.34

تطبيق (٣)

بناء سكني مؤلف من ثلاث طوابق و كل طابق من شقتين مجموع الاعداد المكافئة للاجهزة الصحية الموجودة في الشقة الاولى 17 و الشقة الثانية 25 و كل منها يصرف على نازل وحيد **و المطلوب :**

١- احسب التصريف الصحي الناتج عن كل شقة بطريقة الأعداد المكافئة بفرض (a=1.5 ، k=0.002) و اكبر تصريف للجهاز الصحي 2.1 L/S؟
٢- احسب التصريف من المبنى ككل بطريقة الاعداد المكافئة ؟

طريقة الاعداد المكافئة

الحل

١ـ التصريف من الشقة الاولى :

$$q1 = 0.2\sqrt[1.5]{17} + 0.002 * 17 + 2.1 = \quad l/s$$

٢ـ التصريف من الشقة الثانية :

$$q = 0.2\sqrt[1.5]{25} + 0.002 * 25 + 2.1 = \quad l/s$$

٣ـ التصريف من المبنى ككل :

$$N=(17*3) + (25*3)= 126$$

$$q = 0.2\sqrt[1.5]{126} + 0.002 * 126 + 2.1 = \quad l/s$$

طريقة الاعداد المكافئة

تطبيق (٤)

بناء سكني مؤلف من اربع طوابق و كل طابق من شقتين مجموع الاعداد المكافئة للاجهزة الصحية الموجودة في كل شقة 17 و تصرف على نازل وحيد **و المطلوب :**

١- احسب التصريف من المياه الناتج عن كل شقة بطريقة الأعداد المكافئة بفرض (a=1.5 ، k=0.002) و اكبر تصريف للجهاز الصحي 2.1 L/S؟

٢- احسب التصريف من المبنى ككل بطريقة الاعداد المكافئة ؟

٣- احسب التصريف من النازل الموجود في كل شقة ؟

طريقة الاعداد المكافئة

الحل

١ـ التصريف من الشقة :

$$q1 = q2 = 0.2\sqrt[1.5]{17} + 0.002 * 17 + 2.1 = \quad l/s$$

٢ـ التصريف من المبنى :

$$N=17*4*2 = 136$$

$$q = 0.2\sqrt[1.5]{136} + 0.002 * 136 + 2.1 = \quad l/s$$

٣ـ التصريف من النازل في كل شقة : النازل يصرف اربع طوابق

$$N=17*4= 68$$

$$q = 0.2\sqrt[1.5]{68} + 0.002 * 68 + 2.1 = \quad l/s$$

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

مسائل

مسألة ١ :

لدينا بناء مؤلف من 6 طوابق وكل طابق يحوي على شقتين ، كل شقة تحوي على الأجهزة الصحية التالية : (مجلى ، غسالة ، بالوعة) و تصرف على النازل S1 (تواليت عربي ، مغسلة ، بالوعة) و تصرف على نازل S2 (بانيو ، تواليت فرنجي ، بيديه ، مغسلة ، بالوعة) و تصرف على نازل S3 . و المطلوب :

١. احسب تصريف الشقة و التصريف الكلي للمبنى a=2.15؟
٢. احسب تصريف النازل S2 فقط ؟

الحل : حساب تصريف الشقة :

$$q = 0.2\sqrt[a]{N} + K.N + qf \qquad l/s$$

نحسب N مجموع الاعداد المكافئة للشقة بالاستعانة بجدول الاعداد المكافئة التالي :

الجهاز الصحي	تصريف الجهاز بـ ل/ثا	العدد المكافئ للجهاز
المجلى	0.37	1
البانيو	0.8	2.1
مغسلة	0.15	0.4
المرحاض الفرنجي	1.65	4.5
التواليت العربي	1.4	3.8
البيدية	0.15	0.4
الغسالة	1	2.7
البالوعة	2.1	5.7

حساب N للشقة :

الجهاز	مجلى	غساله	بالوعة	توالیت عربی	مغسلة	بالوعة	بانيو	توالیت فرنجی	بيديه	مغسلة	بالوعة	المجموع
N	1	2.7	5.7	3.8	0.4	5.7	2.1	4.5	0.4	0.4	5.7	32.4
Qf	0.37	1	2.1	1.4	0.15	2.1	0.8	1.65	0.15	0.15	2.1	

تحديد k من الجدول حسب مجموع N :

مجموع الأعداد المكافئة N	حتى 300	500-301	800-501	1200-801	2000-1201
K	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006

نطبق علاقة الاعداد المكافئة لحساب تصريف الشقة :

$$q = 0.2\sqrt[2.15]{32.4} + 0.002 * 32.4 + 2.1 = 3.17\ l/s$$

حساب التصريف من المبنى :

نحسب N مجموع الاعداد المكافئة للمبنى :

$$N = 32.4*6*2 = 388.8$$

تحديد *K* من الجدول السابق نجد ان *K* حسب *N* هي :

مجموع الأعداد المكافئة N	حتى 300	500-301	800-501	1200-801	2000-1201
K	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006

نطبق علاقة الاعداد المكافئة :

$$q = 0.2\sqrt[2.15]{388.8} + 0.003 * 388.8 + 2.1 = 6.469 \ \ l/s$$

الطلب الثاني :

حساب تصريف النازل، S2:

الجهاز	توالیت عربی	مغسلة	بالوعة	المجموع
N	3.8	0.4	5.7	9.9
Qf	1.4	0.15	2.1	

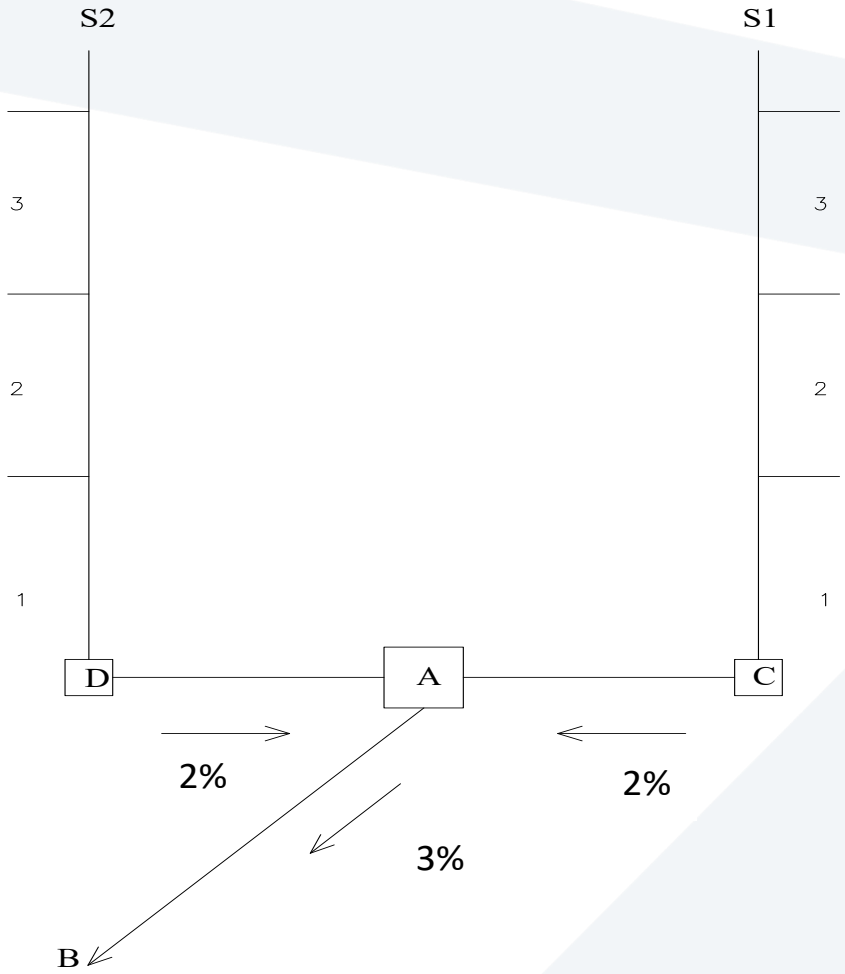
النازل *S2* :

حساب N :

فتكون *N* للنازل

$$N = 9.9 * 6 = 59.4$$

$$q = 0.2\sqrt[2.15]{59.4} + 0.002 * 59.4 + 2.1 = 3.56 \ \ l/s$$



مسألة ٢ :

بناء سكني مؤلف من ثلاثة طوابق . وكل طابق مؤلف من شقتين . كما أن كل شقة تحوي (مجلى + غسالة +بالوعة + *wc* افرنجي + بيديه + مغسلة + بانيو+ بالوعة) وتصرَّف على نازل واحد كما في الشكل .

المطلوب : تصميم شبكة التصريف بفرض الثوابت المكافئة *a=2* ، *K=0.002* .

حساب تصريف النوازل S1، S2 :

حساب N :

الجهاز	مجلى	غساله	بالوعة	بانيو	تواليت فرنجي	بيديه	مغسلة	بالوعة	المجموع
N	1	2.7	5.7	2.1	4.5	0.4	0.4	5.7	22.5
Qf	0.37	1	2.1	0.8	1.65	0.15	0.15	2.1	

فتكون N للنازل :

$$N = 22.5 * 3 = 67.5$$

$$qs1 = qs2 = 0.2\sqrt[2]{67.5} + 0.002 * 67.5 + 2.1 = 3.88 \ l/s$$

تصميم الوصلتين AC,AD :

الوصلة AC = الوصلة AD للتناظر

للنازل $N = N_{AC} = N_{AD} = 67.5$

$$qAC = qAD = qs1 = qs2 = 0.2\sqrt[2]{67.5} + 0.002 * 67.5 + 2.1 = 3.88 \ l/s$$

تحديد القطر : يتم تحديد القطر بالاستعانة بجدول تحديد الاقطار :

لينا من الشكل ميل الوصلتين AC,AD هو 2% فيكون القطر حسب q و الميل من الجدول :

الميل	D=50mm		D=100mm		الميل	D=125mm		D=150mm	
	q,l/s	v,m/s	q,l/s	v,m/s		q,l/s	v,m/s	q,l/s	v,m/s
0.01	0.41	0.42	2.63	0.66	0.005	3.39	0.54	5.39	0.61
0.02	0.58	0.59	3.72	0.93	0.006	3.72	0.59	5.92	0.67
0.03	0.71	0.72	4.55	1.14	0.007	4.02	0.64	6.4	0.72
0.04	0.81	0.38	5.26	1.32	0.008	4.17	0.68	6.82	0.77
0.05	0.91	0.93	5.88	1.48	0.009	4.42	0.72	7.23	0.82
0.06	1	1.02	6.45	1.62	0.01	4.67	0.76	7.62	0.86
0.07	1.08	1.1	6.97	1.75	0.025	7.42	1.21	12	1.36
0.08	1.16	1.18	7.45	1.87	0.05	10.5	1.71	17.1	1.93
0.09	1.23	1.25	7.89	1.98	0.075	12.8	2.09	20.9	2.28
0.1	1.29	1.32	8.32	2.09	0.1	14.9	2.42	24.4	2.72
0.15	1.57	1.6	10.1	2.55	0.15	18.2	2.96	29.5	3.34

D=100 mm , V = 0.93 m/s , I = 2%

الميل	D=50mm		D=100mm		الميل	D=125mm		D=150mm	
	q,1/s	v,m/s	q,1/s	v,m/s		q,1/s	v,m/s	q,1/s	v,m/s
0.01	0.41	0.42	2.63	0.66	0.005	3.39	0.54	5.39	0.61
0.02	0.58	0.59	3.72	0.93	0.006	3.72	0.59	5.92	0.67
0.03	0.71	0.72	4.55	1.14	0.007	4.02	0.64	6.4	0.72
0.04	0.81	0.38	5.26	1.32	0.008	4.17	0.68	6.82	0.77
0.05	0.91	0.93	5.88	1.48	0.009	4.42	0.72	7.23	0.82
0.06	1	1.02	6.45	1.62	0.01	4.67	0.76	7.62	0.86
0.07	1.08	1.1	6.97	1.75	0.025	7.42	1.21	12	1.36
0.08	1.16	1.18	7.45	1.87	0.05	10.5	1.71	17.1	1.93
0.09	1.23	1.25	7.89	1.98	0.075	12.8	2.09	20.9	2.28
0.1	1.29	1.32	8.32	2.09	0.1	14.9	2.42	24.4	2.72
0.15	1.57	1.6	10.1	2.55	0.15	18.2	2.96	29.5	3.34

D=100 mm , V =1.14 m/s , I = 3%

تصميم الوصلة AB :

$N_{AB}=67.5 + 67.5 = 135$

او $N_{AB}=22.5 * 6 = 135$

$$qAB = 0.2\sqrt[2]{135} + 0.002 * 135 + 2.1 = 4.69 \ l/s$$

تحديد القطر : يتم تحديد القطر بالاستعانة بجدول تحديد الاقطار :

لينا من الشكل ميل الوصلة AB هو 1% فيكون القطر حسب q و الميل من الجدول :

جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

شكراً لإصغائكم

https://manara.edu.sy/