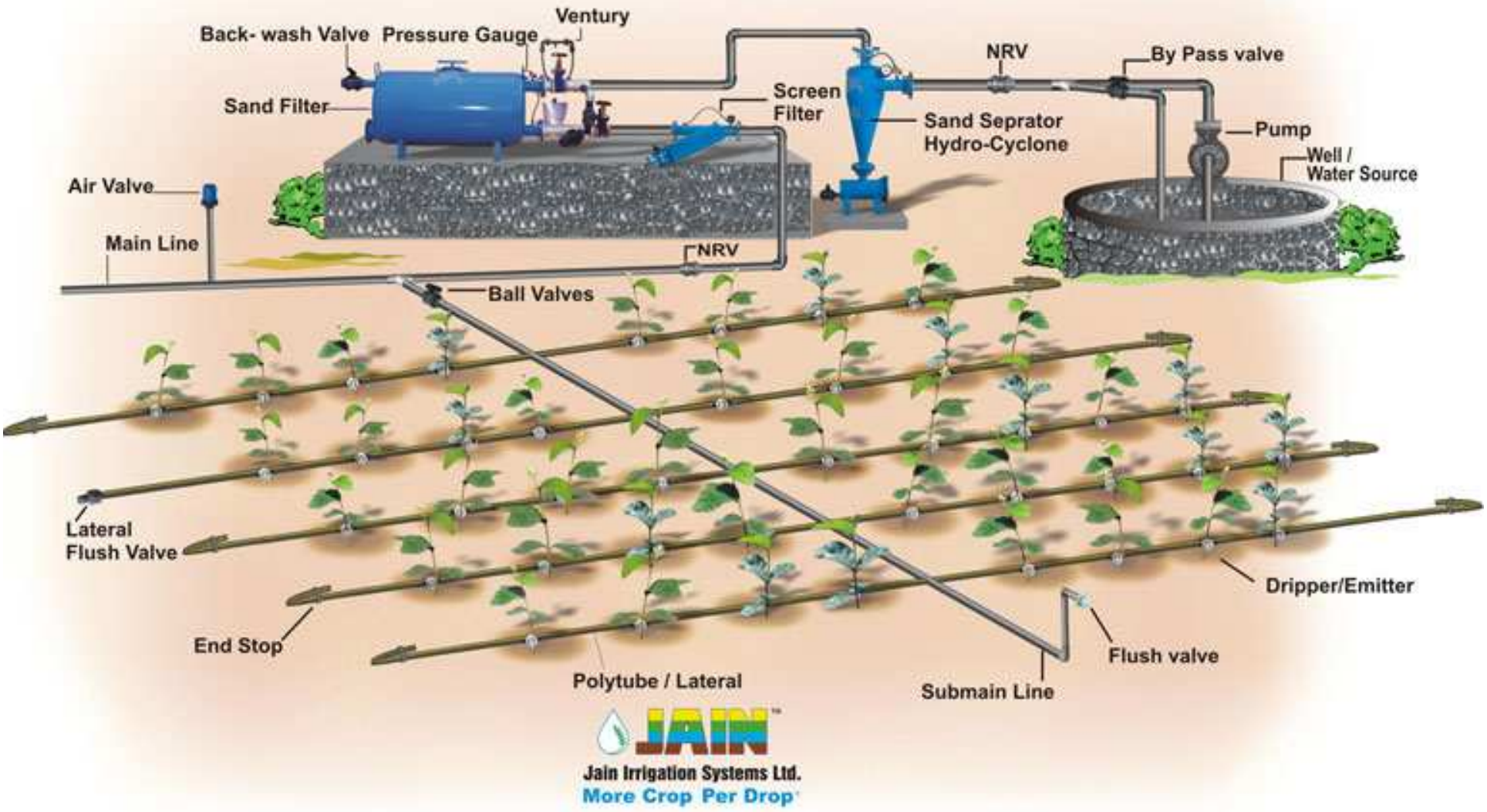
تصميم شبكة الري بالتنقيط

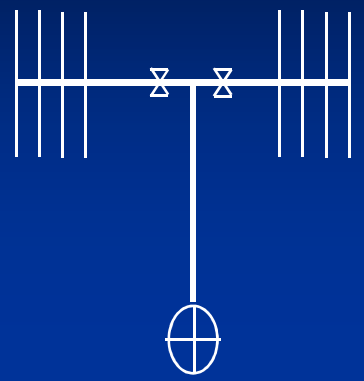
أ.د. سمير محمد إسماعيل
أستاذ نظم الري
قسم الهندسة الزراعية
جامعة الإسكندرية

Modern irrigation techniques.

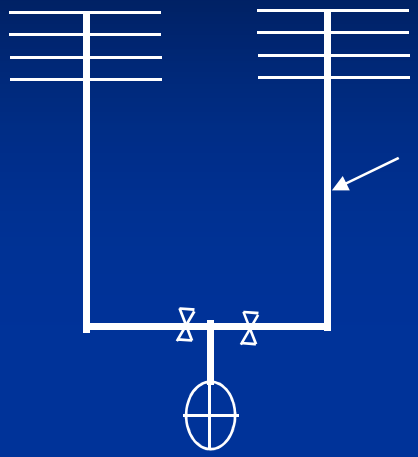
مكونات شبكة الري بالتنقيط



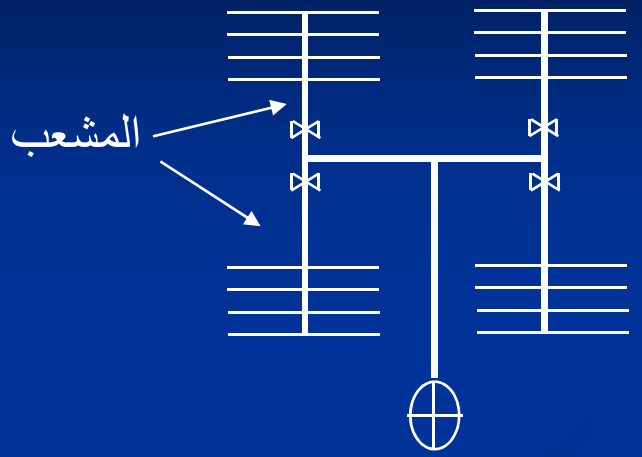
التخطيطات المختلفة لشبكة التنقيط



Tقطعتين حرف



Uقطعتين حرف



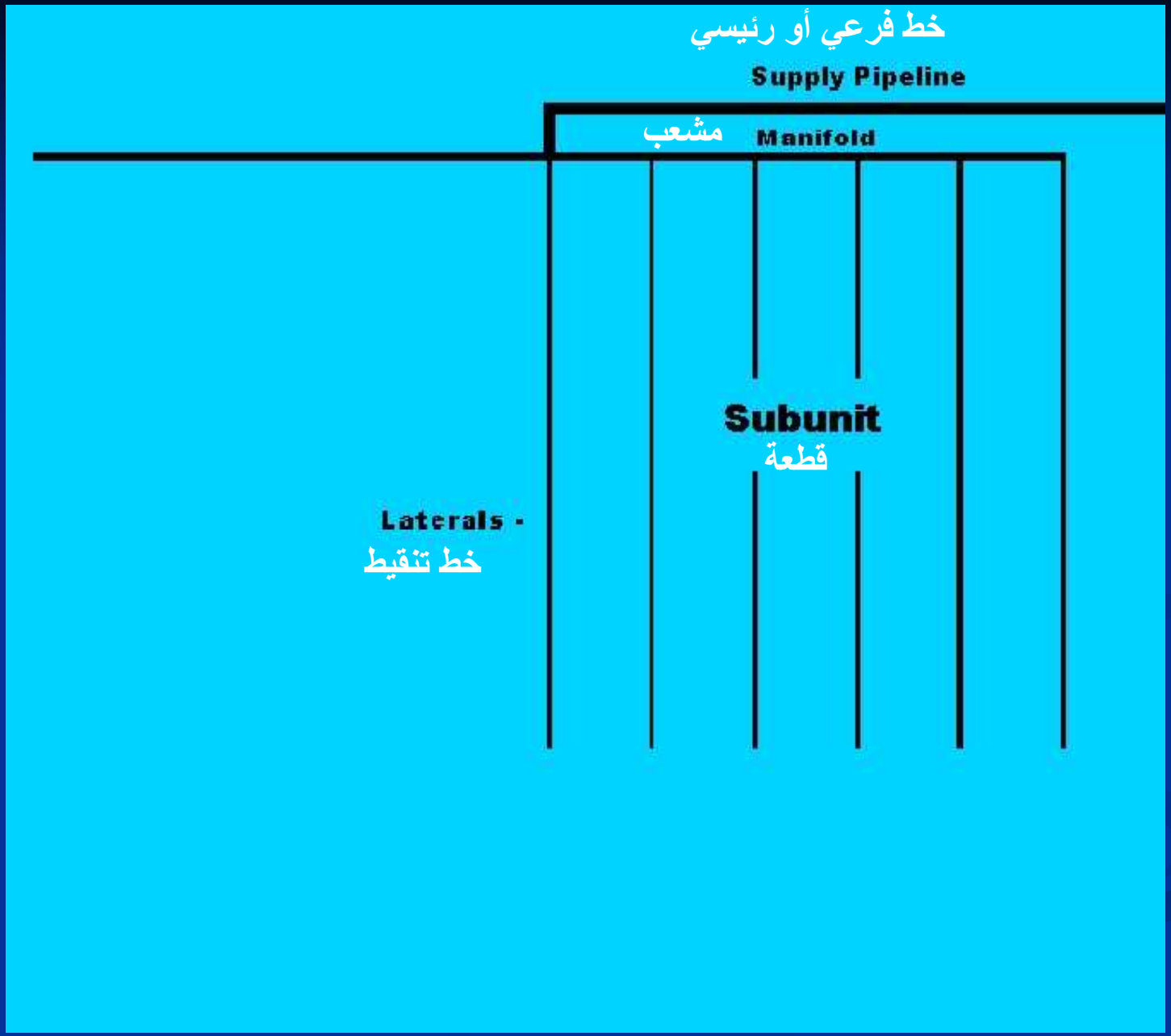
Hأربع قطع على شكل حرف

القطعة يكون لها محبس مستقل

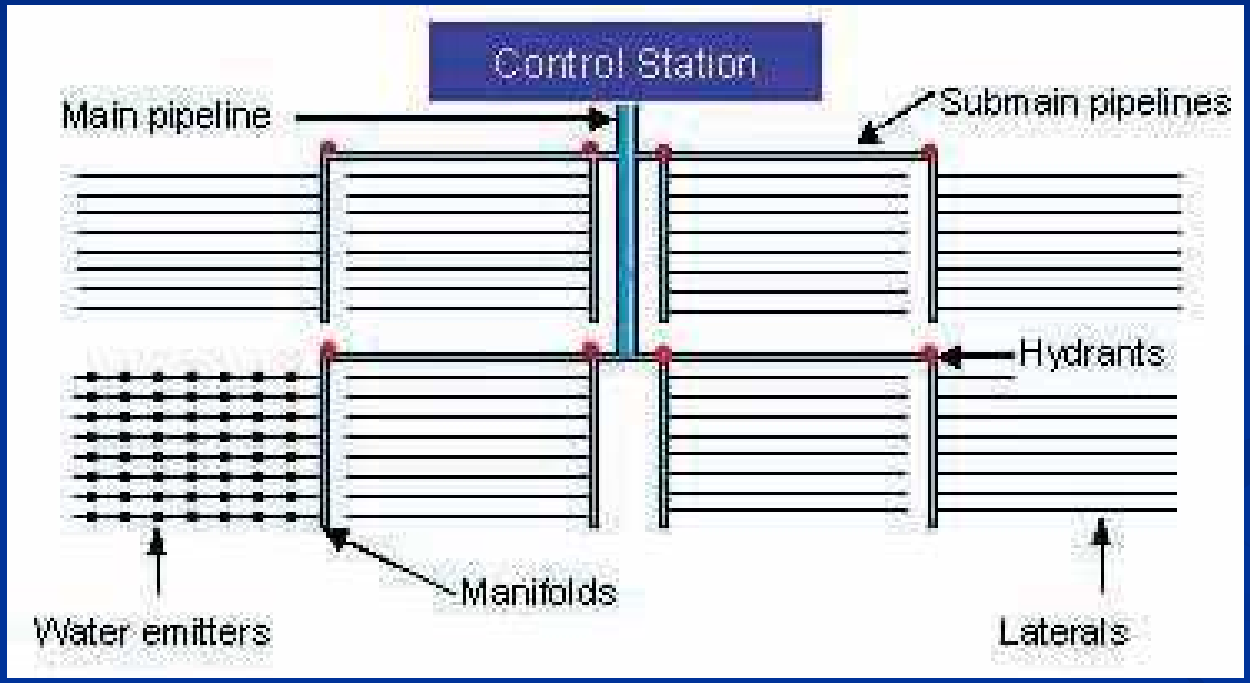
عدد القطع = عدد المحابس

تصرف المضخة = تصرف القطعة ×
عدد القطع التى تعمل فى نفس الوقت

محبس قطعة	
المضخة	
خط التنقيط	
المشعب	
خط فرعى	
خط رئيسى	


خط فرعي أو رئيسي
Supply Pipeline
مشعب
Manifold
Subunit
قطعة
Laterals -
خط تنقيط

Scheme of a network layout.



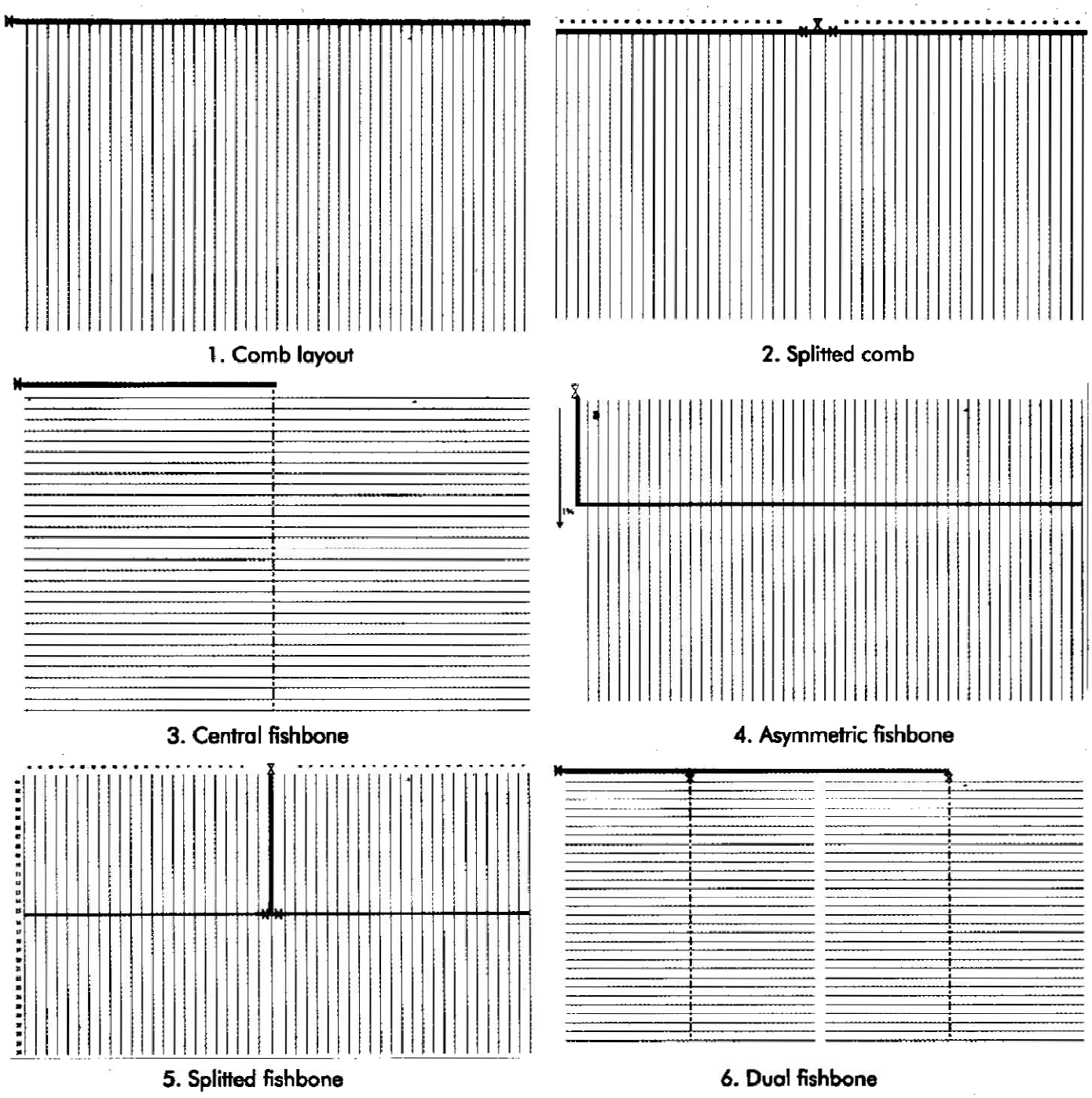


Figure 13.1. Different design layouts of pipe network for micro irrigation systems

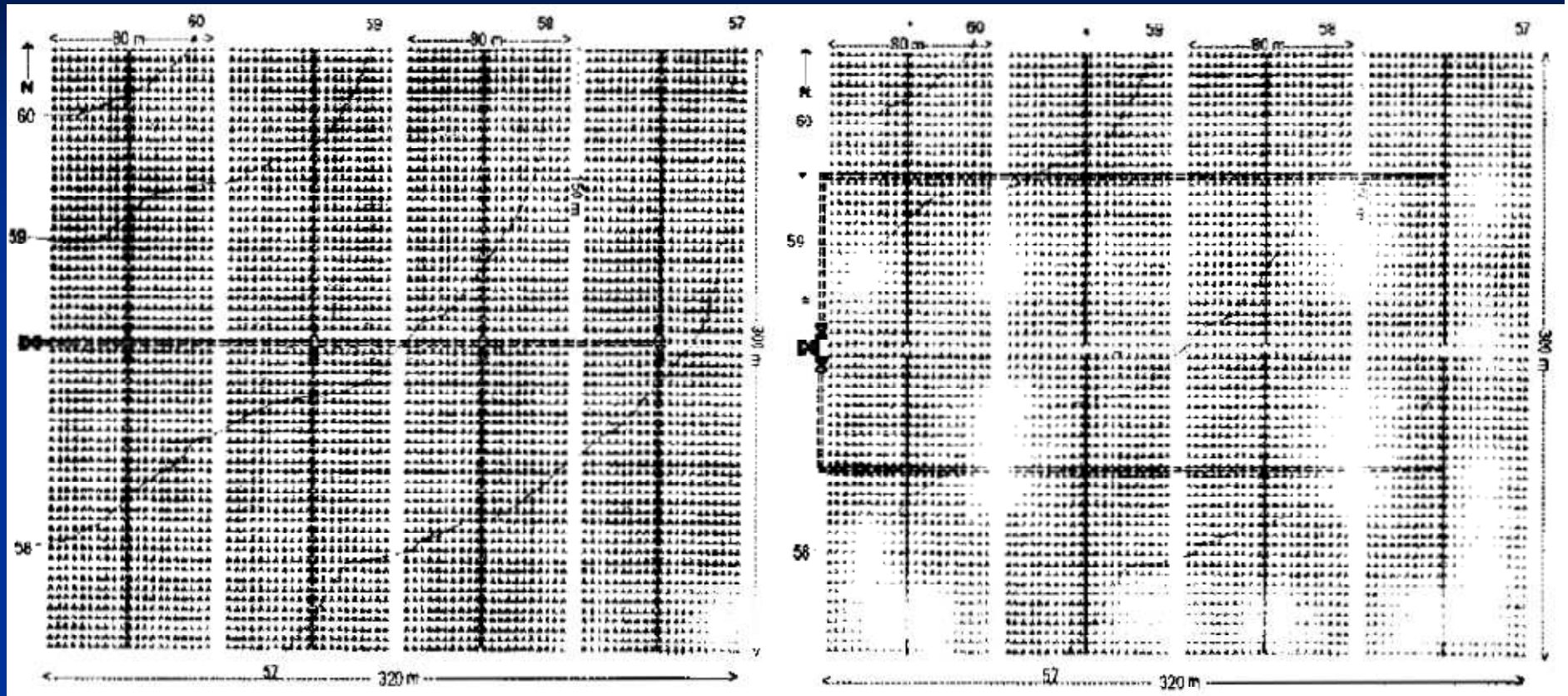


Figure 13.8. Feasible layouts

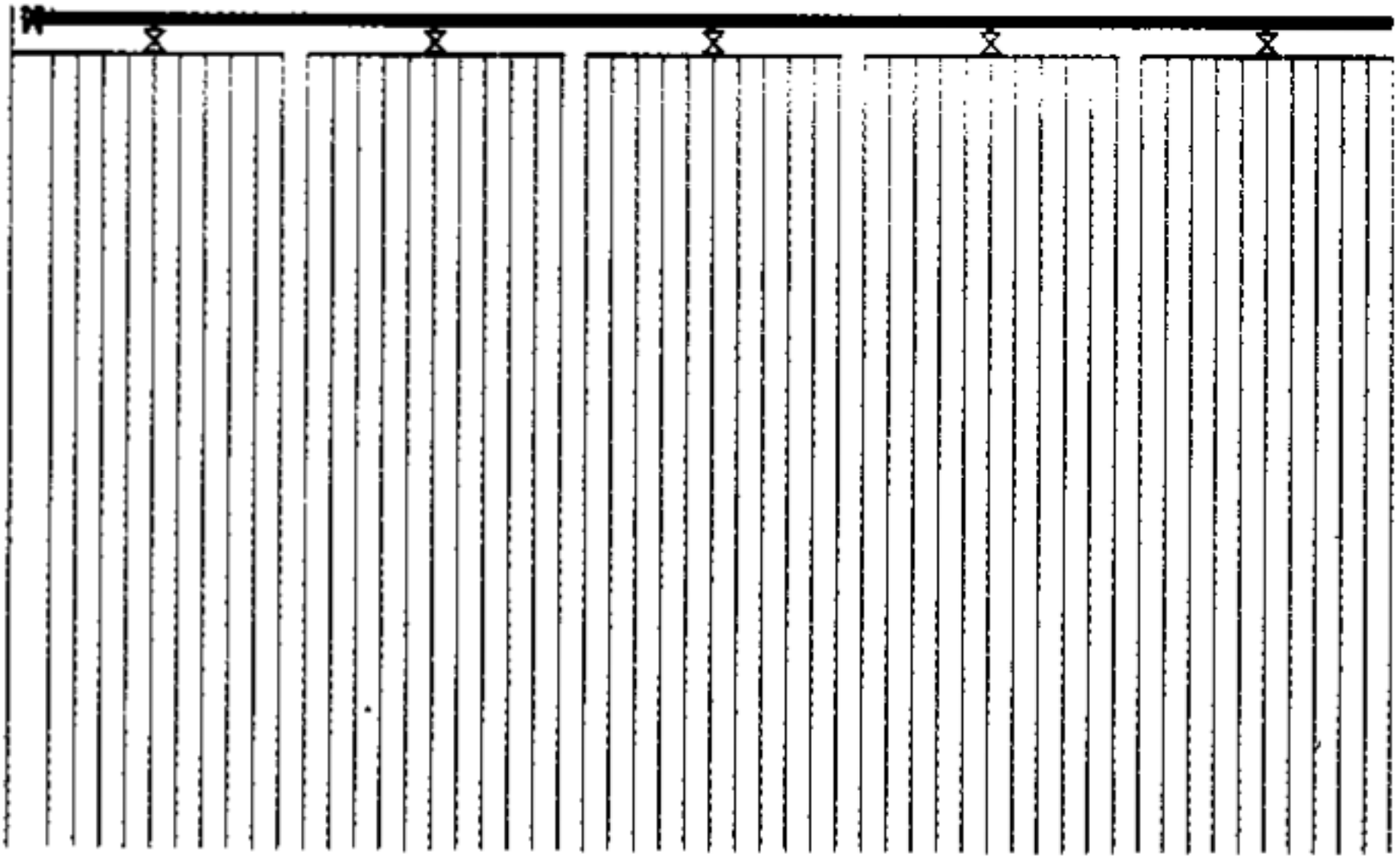


Figure 13.2. Manifolds save cost on accessories

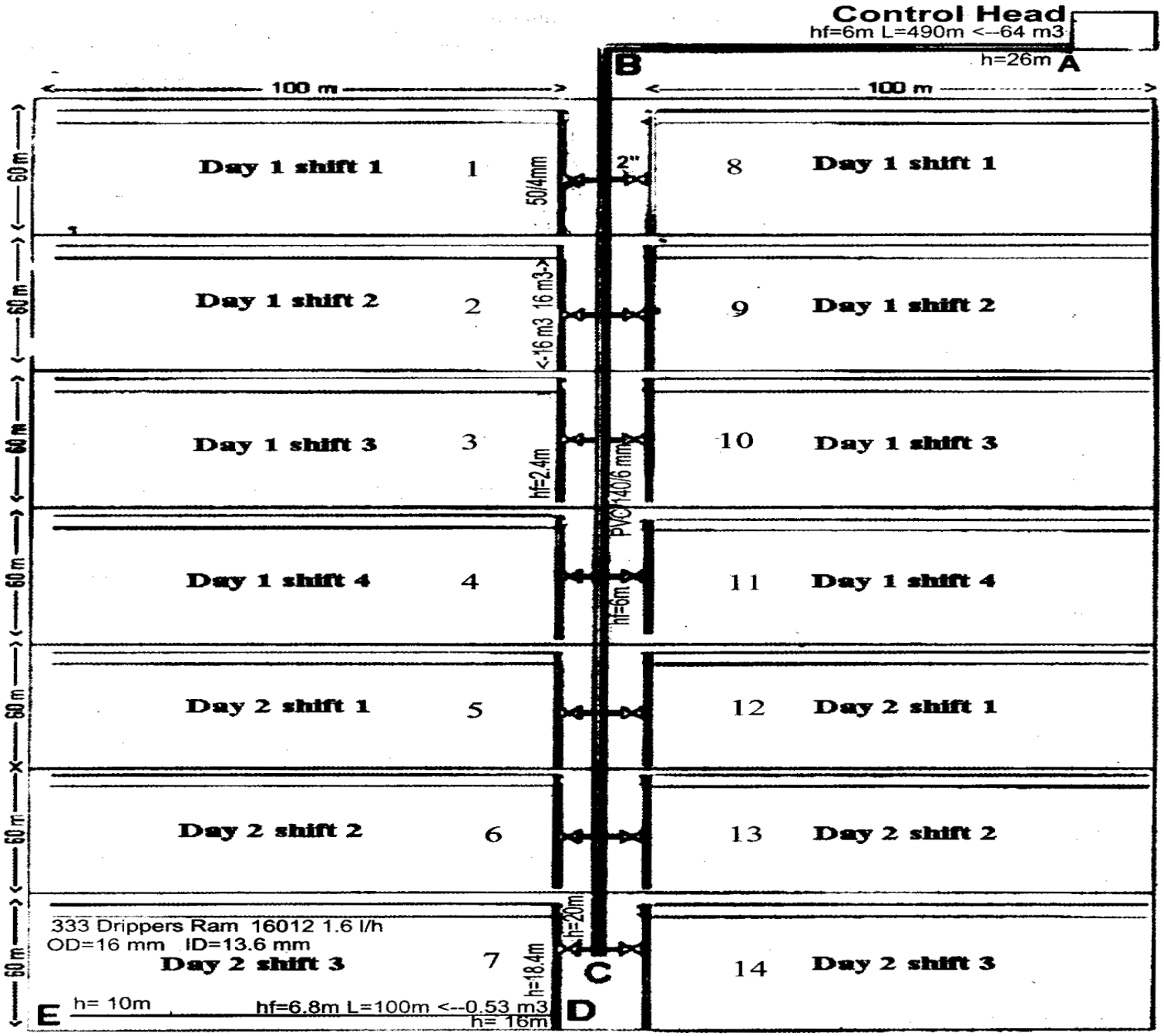


Figure 13.3. A retrievable drip irrigation system layout for the example maize field

تأثير جدولة الري علي مواسير الشبكة

- إختيار عدد القطع التي تروي في نفس الوقت تؤثر تأثيرا مباشرا في قطر الخط الرئيسي وقدرة المضخة
- عدد ساعات التشغيل اليومي للشبكة يؤثر في إختيار تصرف النقاطات وبالتبعية أقطار الخطوط.

أنواع الخطوط البلاستيكية في شبكة الري

- بي في سي PVC للخطوط الرئيسية والفرعية وتدفن تحت سطح الأرض لتأثرها بأشعة الشمس
- بولي إيثيلين PE لخطوط التنقيط وتوضع علي سطح التربة أو قد تدفن

التصرف فى الأنابيب

- **التصرف Q =** الحجم ÷ الزمن T

= مساحة المقطع A × سرعة السريان V

$$Q = A.V$$

← **يجب ألا تقل السرعة عن 0.6 م/ث لكى تقلل من ترسيب الطمي**

←الأنابيب البلاستيك السرعة القصوى م/ث 1.5

←الأنابيب المعدنية السرعة القصوى م/ث 2

$$Q = \frac{\pi}{4} \times D \times V$$

ويجب التأكد من أن الفاقد فى الضاغط لا يتعدى المسموح به وهو 4 متر لكل 100 متر من طول خط الأنابيب

تحديد التصرف المار فى خطوط الأنابيب على أساس السرعة المسموح بها

يتم تصميم الخط الرئيسى بحيث لا تتعدى سرعة المياه داخله للأنابيب البلاستيك 1.5م/ ث (5 قدم/ ث) وللأنابيب المعدنية 2م/ ث (7 قدم/ ث) لتجنب حدوث طرق المياه Water Hammer داخل الخط.

$$Q = a \times V \qquad Q = \frac{\pi}{4} d^2 \times V$$

$$Q = \frac{1}{353.68} d^2 \times V$$

حيث:

Q: التصرف م3/ س

V: سرعة المياه م/ ث

d: القطر الداخلى للأنبوبة بالمم

a: مساحة مقطع الأنبوبة

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

ويجب التأكد من أن الفاقد فى الضغط بالاحتكاك لا يتعدى المسموح به وهو 4 متر/ 100 متر

حساب الفاقد فى الاحتكاك فى خطوط الأنابيب

- **معادلة هيزن – وليامز** Hazen-Williams

من أكثر المعادلات استخدام فى مجال الرى وأعمال المياه عموما هى معادلة هيزن وليامز وتستخدم لجميع أنواع الأنابيب وهى سهلة الاستخدام وشائعة الاستعمال وتأخذ الصورة التالية:

$$H_f = \frac{1.22 \times 10^{10} \ L}{D^{4.87}} \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852}$$

حيث:

Q	=	التصرف (لتر/ ث)
D	=	القطر الداخلى للأنبوبة بالمم
L	=	طول خط الأنابيب بالمتر
h_f	=	مقدار الفاقد فى الاحتكاك بالمتر
C	=	معامل هيزن وليامز وتعتمد على نوع الأنبوبة

جدول تحديد معامل هيزن- وليامز حسب نوع مادة الماسورة

C = 100	Concrete Pipe	مواسير خرسانية
C = 115	Galvanized Iron	حديد مجلفن
C = 120	Welded Steel	صلب ملحوم
C = 145	Asbestos Cement	أسبستوس سمتت
C = 146	Aluminum	ألومنيوم
C = 150	Plastic Pipes PVC	أنابيب بي في سي
C = 140	Plastic Pipes PE	أنابيب بولي إيثيلين

الاحتكاك فى الخطوط متعددة المخارج

وبمقارنة هذه المعادلة بالمعادلة العاملة للاحتكاك نجد أن:

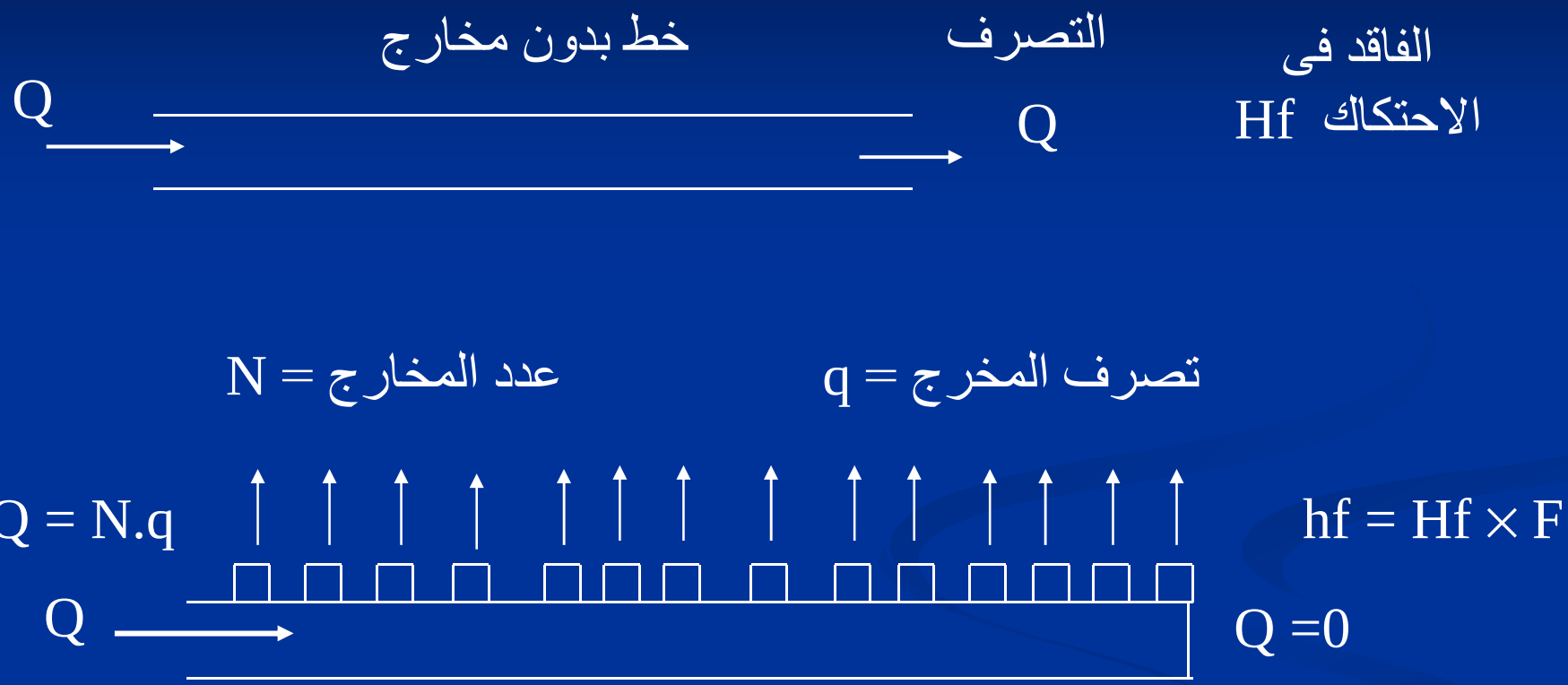
$$h_f = H_f \times F$$

حيث:

F = معامل التخفيض Reduction Factor

بمعنى أن الاحتكاك فى الخط بالمخارج = الاحتكاك فى الخط بدون مخارج× معامل التخفيض

ويعتمد معامل التخفيض على عدد من المخارج وعلى قيمة mوالتى تعتمد على نوع معادلة الاحتكاك فهى تساوى 1.852 فى حالة معادلة هيزن وليامز


خط بدون مخارج
التصرف
الفاقد فى
الاحتكاك Hf
Q
Q
عدد المخارج = N
تصرف المخرج = q
Q = N.q
hf = Hf × F
Q
Q =0

جدول إيجاد معامل التخفيض F حيث N عدد المخارج

N	F
5	0.457
10	0.402
12	0.393
15	0.385
20	0.376
25	0.371
30	0.368
40	0.363
50	0.361
100	0.356
200	0.353

Pipe friction loss for a given discharge and pipe diameter, using Hazen-William Equation

PVC Pipes

Do, mm	t, mm	Di, mm	C	L, m	Q, l/s	Q, m3/h	Hf, m/100m	V, m/s
20	1,5	17	150	100	0,16	0,58	3,94	0,71
25	1,5	22	150	100	0,32	1,15	3,98	0,84
32	1,8	28,4	150	100	0,63	2,25	3,99	0,99
40	1,8	36,4	150	100	1,20	4,32	3,98	1,15
50	1,8	46,4	150	100	2,28	8,19	3,99	1,35
63	1,9	59,2	150	100	4,11	14,80	3,65	1,49
75	2,2	70,6	150	100	5,86	21,10	2,98	1,50
90	2,7	84,6	150	100	8,42	30,30	2,42	1,50
110	3,2	103,6	150	100	12,64	45,50	1,91	1,50
125	3,7	117,6	150	100	16,28	58,60	1,65	1,50
140	4,1	131,8	150	100	20,44	73,60	1,44	1,50
160	4,7	150,6	150	100	26,69	96,10	1,24	1,50
200	5,9	188,2	150	100	41,72	150,20	0,95	1,50
225	6,6	211,8	150	100	52,78	190,00	0,83	1,50
250	7,7	234,6	150	100	65,28	235,00	0,75	1,51

Pipe friction loss for a given discharge and pipe diameter, using Hazen-William Equation

PE Pipes

Do, mm	t, mm	Di, mm	C	L, m	Q, l/s	Q, m3/h	Hf, m/100m	V, m/s
16	1,2	13,6	140	100	0,11	0,40	6,66	0,76
18	1,2	15,6	140	100	0,17	0,60	7,19	0,87
20	1,5	17	140	100	0,20	0,72	6,68	0,88
25	1,5	22	140	100	0,32	1,15	4,52	0,84
32	2	28	140	100	0,63	2,25	4,85	1,02
40	2	36	140	100	1,20	4,32	4,78	1,18
50	2	46	140	100	2,28	8,19	4,73	1,37
63	2,5	58	140	100	4,11	14,80	4,58	1,56
75	2,9	69,2	140	100	5,86	21,10	3,74	1,56
90	5,1	79,8	140	100	8,42	30,30	3,65	1,68
110	6,3	97,4	140	100	12,64	45,50	2,94	1,70

القطر الخارجى (مم)	القطر الداخلى (مم)	اقصى تصرف مسموح به (م3/س)	الفاقد في الأحتكاك متر / 100 متر
32	28.4	2.5	5.5
40	36ر4	4ر0	4.0
50	46ر4	8ر0	4.3
63	59ر2	14ر9	4.2
75	70ر6	21 ر1	3.4
90	84ر6	30ر3	2.8
110	103ر6	45ر5	2.2
125	117ر6	58ر6	1.9
140	131ر8	73ر7	1.6
160	150ر6	96ر2	1.4
200	188ر2	150ر2	1.1
225	211ر8	190ر3	0.95
250	235ر4	235ر0	0.84

جدول (2) التصرفات المسموح بها للمواسير البولى ايثيلين (PE) :

القطر الخارجى (مم)	القطر الداخلى (مم)	التصرف (م3/س)	الضغط التشغيل (بار)	الفاقد في الأحتكاك متر / 100 متر
15ر5	13ر1	0ر4	2ر5	8.0
18	15ر6	0.6	2ر5	7.3
20	17	0.8	2ر5	8.1
25	20ر8	1ر3	4	7.4
32	26ر9	2ر5	4	7.2
40	34ر6	5ر1	4	7.8
50	44ر6	8ر4	4	5.8
63	57ر6	14ر1	4	4.3
75	68ر6	20.0	4	3.5
90	79ر8	27ر0	6	2.9
110	97ر4	40ر2	6	2.3

إيجاد الفاقد فى الإحتكاك باستخدام الجداول لنفس القطر عند تصرفات مختلفة

$$Hf_2 = Hf_1 \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^{1.852}$$

مثال:

من الجدول إذا علمت أن الفاقد في الإحتكاك لخط بي في سي قطره 90 مم هو 2.42 م/100م عند تصرف 30.3 م3/س فكم يكون الفاقد في الإحتكاك عندما يمر تصرف 25 م3/س في الخط.

$$Hf_2 = Hf_1 \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^{1.852}$$

$$Hf_2 = 2.42 \left(\frac{25}{30.3} \right)^{1.852} = 1.69 \ m$$

إختيار أقطار المواسير

- خط التنقيط

غالبا يتم إختيار خط التنقيط علي أساس أنه خرطوم بولي إيثيلين بقطر 16 مم بتصرف لايزيد عن 400 لتر/س وبطول لايزيد عن 50 متر وقد يكون ذاتي التنقيط (جي آر)

أو يركب عليه نقاطات والشائع الإستخدام هو نقاطات 4 لتر/س علي مسافات 50 سم

ويجب ألا يتعدي الفاقد في الإحتكاك خلال خط التنقيط 55% من الفاقد المسموح به للإحتكاك في القطعة

الفاقد في خط التنقيط ≤ (0.2 ضغط النقاط المتوسط)× 0.55

$$hf1 \leq (0.2\,ha) \times 0.55$$

الفاقد فى الضغط المسموح به فى قطعة الرى بالتنقيط (خط التنقيط+المشعب)

الفاقد فى الضغط المسموح به فى قطعة الرى بالتنقيط (خطوط التنقيط+المشعب) بحيث لا يتعدى التغير فى التصرف عن 10% هو 20% من ضغط التشغيل المتوسط للنقاط

وقد أصطلح على تقسيم الحد المسموح به للفاقد فى الضغط داخل القطعة **Block** والتى تحتوى على خطوط التنقيط والمشعب كما يلى:

Δh → 0.55 for lateral line

Δh → 0.45 for manifold

إيجاد الضغط اللازم لتشغيل خط التنقيط

يعتبر خط التنقيط خط متعدد المخارج كما سبق ذكره من قبل

إذا كان الضغط المتوسط لتشغيل النقاط = Ha

الفاقد فى الإحتكاك فى الخط = hf1

يكون الضغط اللازم لتشغيل خط التنقيط عند بدايته = Hn

حيث

J= مقدار الفاقد فى الأحتكاك بالمتر لكل 100 متر من طول الخط

L= طول الخط بالمتر

$$hf = J\frac{L}{100}F$$

F= معامل التخفيض وهو يعتمد على عدد النقاطات أو المخارج على الخط وغالبا يساوى 0.4

مثال:

أوجد الضغط اللازم لتشغيل خط التنقيط إذا كان الضغط المتوسط لتشغيل النقاطات 10 متر والفاقد فى الإحتكاك خلال الخط 4م/ 100م وطول الخط 50 ومعامل التخفيض 0.4

خط المشعب

- يصمم قطر المشعب بحيث لايتعدي التصرف المار به أقصي تصرف مسموح علي أساس أقصي سرعة للمياه 1.5 م/ث وغالبا يتم إختياره من PVC ويدفن تحت سطح الأرض
- ويجب ألا يتعدي الفاقد في الإحتكاك 45% الفاقد المسموح به في القطعة

$$hf\,2 \le (0.2\,ha)\times 0.45$$

إيجاد الفاقد فى الضغط خلال المشعب

يعامل المشعب معاملة خط التنقيط حيث يعتبر خط متعدد المخارج وبذلك يتم حساب الفاقد بالاحتكاك من المعادلة الآتية:

$$hf_2 = J\frac{L}{100}F$$

مثال

أوجد الفاقد فى الاحتكاك لمشعب طوله 60 متر ويقدر الفاقد بالاحتكاك 3 متر لكل 100 متر من الخط ومعامل التخفيض 0.4

$$hf_2 = 3\frac{60}{100} = 4 \text{ -}$$

ويجب ألا يتعدى مجموع الفاقد فى الضغط لخط التنقيط والمشعب 20% من ضاغط التشغيل المتوسط للنقاطات

$$02ha(hf+hf)$$

تصميم الخطوط الفرعية والرئيسية

- يصمم قطر كل من الخط الفرعي والرئيسي بحيث لايتعدي التصرف المار به أقصي تصرف مسموح علي أساس أقصي سرعة للمياه 1.5 م/ث وغالبا يتم إختياره من PVC ويدفن تحت سطح الأرض
- ويجب ألا يتعدي الفاقد في الإحتكاك 4 م / 100 م من طول الخط

حساب قدرة المضخة

- يتم حساب تصرف المضخة علي أساس عدد القطع تعمل في نفس الوقت
- يتم حساب الضاغط الكلي للمضخة من مجموع الفواقد المختلفة في الضغط داخل الشبكة بالإضافة الي ضغط تشغيل النقاط وكذلك فرق المنسوب بين سطح المياه وأعلي نقطة في الشبكة ويضاف أيضا الفاقد في محطة التحكم والتي تشمل الفلاتر وحقن الأسمدة.
- يحسب الفاقد الثانوي (المحابس والوصلات والإنحناءات) في الخطوط الفرعية والرئيسية بإضافة 20% من الفاقد في الإحتكاك لنفس الخطوط.
- يتم حساب قدرة المضخة بضرب التصرف في الضغط طبقا للمعادلة

$$TDH = hst + ha + \frac{3}{4}(hf1 + hf2) + 1.2(HF1 + HF2) + Hcontrol$$

الفاقد في الإحتكاك في الخط الفرعي والرئيسي

$$hp = \frac{TDH \times Q}{270 \times Ep}$$

حيث:

hp: قدرة المضخة بالحصان

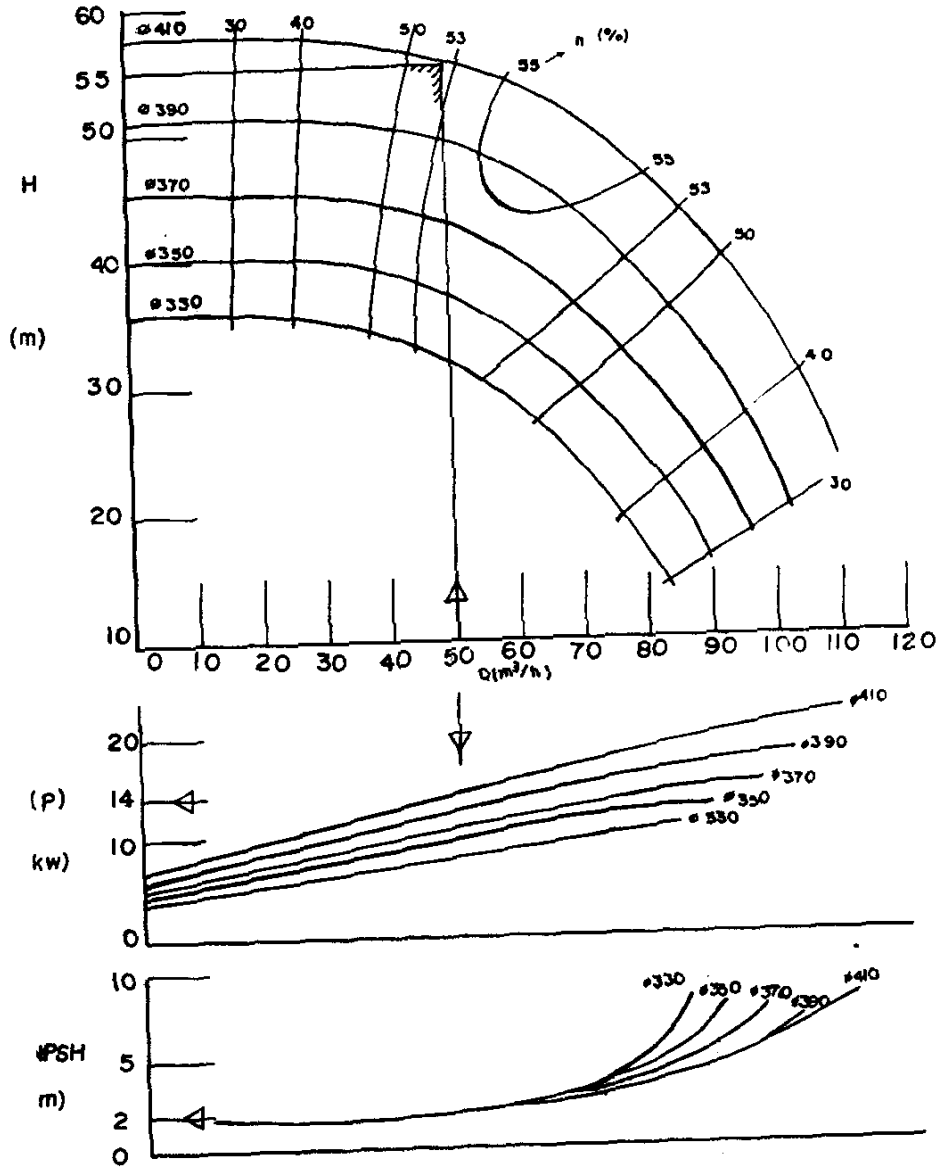
TDH: الضاغط الديناميكى الكلى أو الضاغط المانومترى للمضخة بالمتر

Q : تصرف المضخة (م3/س)

EP : كفاءة المضخة وتتراوح بين 0.55 - 0.85 حسب نوع المضخة

Hst : فرق المنسوب بين سطح المياه عند السحب وأعلي نقطة في الشبكة

Hcontrol : الفاقد في الضغط في محطة التحكم وتشمل الفلاتر وحقن الأسمدة وهو يساوي تقريبا 1 ضغط جوي (10 متر)



شكل (٢-٣٥): منحنيات آداء المضخة التى تم إختيارها

القطر الاقتصادى للخط الرئيسى

Economic Pipe Size

القطر الاقتصادى الأمثل للخط الرئيسى هو ذلك القطر الذى يعطي أقل تكاليف كلية عند تصرف معين

Economic pipe diameter

The economic pipe diameter is the diameter of pipe which gives the minimum overall cost for any specific flowrate.