

١٧/١٠/٢٠١٧
م. طه / م. فلاح

هندسة الري والصرف (ثالثة مدنى)

ديسمبر 2010 م - المحرم 1432 هـ

(مقارنة بين نظم الري ، تابع الباب الرابع) 8 (مثال : 5 - 3 ، تابع الباب الخامس)

مقارنة بين نظم الري المختلفة

وجه المقارنة	ري بالغمر	ري بالرش	ري بالتنقيط
نوع التربة	ثقيلة إلى متوسطة	متوسطة إلى خفيفة	متوسطة إلى خفيفة
نسوية السطح والميول	نسوية متوسطة، ميل لايزيد عن 2%	نسوية متوسطة ميل، لايزيد عن 5%	نسوية محدودة وميول كبيرة
مساحة الحقل	أى مساحة	مساحة كبيرة، لا تقل عن 5 أفدنة	مساحة كبيرة، لا تقل عن 5 أفدنة
كفاءة الري فى الحقل (Ei)	70-40%	85-60%	95-80%
كفاءة الإدارة والتحكم (Em) المحصول	أقلها	جيد إلى ممتاز	ممتاز
المحصول	أى محصول	عدا الأشجار والمحاصيل الطويلة	لا تصلح للمحاصيل الحقلية (مثل القمح، البرسيم، الأرز... الخ)
التكلفة الابتدائية	قليلة	متوسطة إلى كبيرة	كبيرة
المطابقة	أقلها إستهلاكاً	أعلاها إستهلاكاً	متوسط الإستهلاك
تكلفة الصيانة	أقل تكلفة	متوسطة إلى مرتفعة	مرتفعة
الأيدي العاملة	كبيرة / تدريب محدود	متوسطة / تدريب جيد	قليلة / تدريب جيد
التأثر بالرياح	لا يتأثر	يتأثر	لا يتأثر
غسيل التربة	جيد	متوسط	سئ
نوعية مياه الري	مدي واسع	متوسطة إلى جيدة جداً	نوعية مياه جيدة إلى ممتازة

مثال (5-3): تخطيط وتصميم شبكة ري بالتنقيط لأرض مستوية

مطلوب تخطيط وتصميم شبكة ري بالتنقيط لحقل مستو، شكل (5-16)، للبيانات التالية:

* المحصول:

أشجار حمضيات، المسافة بين كل شجرتين $S_p = 3.0$ م،
وبين كل صفي أشجار $S_r = 4.0$ م، عمق الجذور $d_r = 2.0$ م،
الاستهلاك المائي الأقصى (الري سطحي) $ET_c = 8.0$ مم/يوم، نسبة الاستنفاد المسموحة $P_d \geq 30\%$ ،
نسبة البلل المطلوبة $P_w = 33 \leftarrow 50\%$ ، نسبة
الغطاء الخضري عند الظهيرة، للأشجار تامة النمو $P_g = 75\%$

* التربة:

رملية طفلية، بعمق 4.0 م، السعة الحفظية لها $S_a = 70$ مم/م،
نسبة الاحتياجات الغشائية $= 10\%$

كفاءة الري بالتنقيط: $E_f = 0.801$

* مصدر المياه:

بئر تصرفه الأقصى $Q_w = 63.0$ ل/ث، التوصيل الكهربائي للمياه 1.9 ملليموز/سم، نوعية المياه جيدة، ساعات التشغيل للنظام في اليوم $T_d = 20 \leftarrow 22$ ساعة، فرق المنسوب بين سطح المياه في البئر وبداية الخط الرئيسي $= 30.0$ م.

* المنقط المستخدم:

ذو فوهة (Orifice type)، ضاغط التشغيل الأسمى $H_o = 12.0$ م، والتصرف الأسمى $q_o = 4.0$ ل/س، أو 8.0 ل/س، ثابت الأس للمنقط $x = 0.60$ ، معامل الاختلاف المصنعي $C_v = 0.07$ ، معامل انتظام البث للوحدة الفرعية $\leq 89\%$ ، مساحة البلل للمنقط داخل المجموعة: $A_w = 1.152 \text{ m}^2$

* الأنابيب:

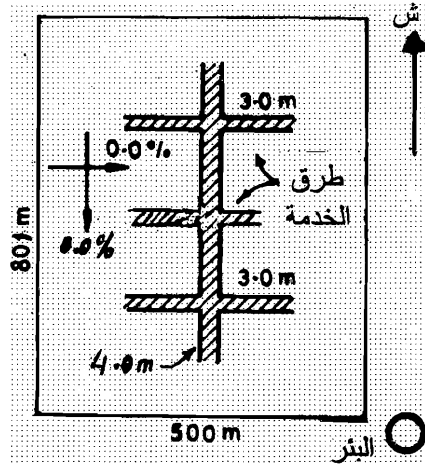
خطوط المنقطات من البولي إيثيلين المرن (PE)، والأقطار المتاحة (الداخلية) هي: 13، 16، 20، 25 مم، خطوط التغذية (المشعبات) والخطوط الثانوية والرئيسية من مادة PVC، بأقطار داخلية: 25، 30، 35،، 50، 62، 75، 100، 125، 150، 175، 200 مم.

* الفواقد في مكونات مجموعة التحكم:

أقصى فاقد مسموح في المرشح الرئيسي $= 3.5$ م، والفاقد في صمامي التحكم الرئيسيين $= 2.10$ م، وفي صمام عدم الرجوع $= 1.3$ م، وفي صمام الهواء (للضغط المنخفض) $= 0.90$ م، وفي صمام التحكم في الضغط $= 1.7$ م، وفي وحدة التسميد $= 3.4$ م، وفي مقياسي الضغط $= 0.3$ م، وفي عداد التصرف $= 0.70$ م، وفي صمامات التحكم الآلي (Solenoid valves) $= 3.0$ م، وفي الأكواع والوصلات $= 2.0$ م.

* المضخة:

الفاقد في أنبوب السحب $= 1.5$ م، كفاءة المضخة $= 70\%$ ، وكفاءة محرك الديزل $= 40\%$



شكل (5-16): أبعاد الأرض

الحل

أولاً : تعيين عدد المنقطات لكل شجرة (N_e)

من تعريف نسبة البلال (P_w) الناتجة من عدد (N_e) من المنقطات:

$$P_w = \frac{N_e A_w}{A_o}, \text{ where } A_o = S_p S_r = 3 \times 4 = 12 \text{ m}^2$$

وعلى ذلك يكون أقل عدد من المنقطات يلزم لتحقيق أقل نسبة بلال مسموحة (0.33):

$$N_e = \frac{P_w A_o}{A_w} = \frac{0.33 \times 12}{1.152} = 3.44 \rightarrow \text{take } N_e = 4 \text{ emitters / tree}$$

$$\text{Actual } P_w = \frac{4 \times 1.152}{12} = 0.384 \quad (0.33 < 0.384 < 0.50)$$

ثانياً : المعدل الأقصى للاستهلاك المائي، والعمق الصافي والكلى فى الريّة، والفترة بين الريّات، وأقصى تصرف للمضخة:

يقال البخر-نتح الأقصى فى الريّ بالتنقيط عن نظيره فى الريّ السطحى بالغمر أو بالرش، كالتالى:

$$ET'_{c,max} = C_r ET_{c,max}, \quad C_r = \sqrt{p_g} = \sqrt{0.75} = 0.866$$

$$ET'_{c,max} = 0.866 \times 8.0 = 6.93 \text{ mm/d}$$

العمق الصافي المطلوب فى الريّة الواحدة:

$$D_n = P_d S_a d_r = 0.30 \times 70.0 \times 2.0 = 42.0 \text{ mm}$$

وفى حالة الريّ بالتنقيط، ونظراً لأن المساحة المبثلة من التربة تكون محدودة ($>100\%$) يقل هذا العمق إلى:

$$D'_n = P_w D_n = 0.384 \times 42.0 = 16.13 \text{ mm}$$

وأقصى فترة بين الريّات لفترة أقصى استهلاك مائي للنبات (غالباً أحد الشهور مايو إلى يوليّه):

$$II = \frac{D'_n}{ET'_c} = 2.32 \text{ days}, \text{ take } II = 2.0 \text{ or } 2.25 \text{ days}$$

غالباً ما يتم الريّ يومياً أثناء هذه الفترة لسهولة الإدارة، لذا سنعتبر $II = 1$ يوم ويصبح العمق المطلوب فى الريّة، المناظر لهذه القيمة:

$$D'_n = 1 \times ET'_c = 6.93 \text{ mm}$$

أى أن نسبة الاستنفاد الفعلية ستكون أقل:

$$\text{Actual } P_d = \frac{D'_n}{P_w \cdot S_a \cdot d_r} = 0.134 = 13.4\%$$

ويصبح العمق الكلى المطلوب يومياً:

$$D_g = \frac{D'_n}{E_f} = \frac{ET'_c}{E_f} = \frac{6.93}{0.801} = 8.65 \text{ mm}$$

وحجم الماء اللازم للشجرة الواحدة فى اليوم:

$$G = A_o D_g = 3 \times 4 \times 8.65 \times 10^{-3} = 0.1038 \text{ m}^3 = 103.8 \text{ l}$$

*** أقصى تصرف للمضخة**

أقصى تصرف مطلوب من المضخة، وبفرض متوسط ساعات الري في اليوم $21 = T_i$ ساعة:

$$Q_p = \frac{A D_g}{T_i} = \frac{500 \times 8.65 \times 10^{-3}}{21 \times 3600} \times 1000 = 45.83 \text{ } \ell/s$$

وهو أقل من أقصى تصرف آمن للبئر، والذي يساوي 63.0 ل/ث. ويلاحظ أن التصرف المحسوب للمضخة هو قيمة تقريبية لأن هناك جزء من المساحة سيتم شغله بالطرق ولن يزرع.

ثالثاً: تعيين عدد وحدات التشغيل، واختلاف الضغط المسموح في الوحدة الفرعية زمن الري لكل شجرة في اليوم (والذي يساوي زمن الري لكل وحدة تشغيل):

$$t_{st} = \frac{G}{N_e q_a}, \quad 0.8 q_o \leq q_a \leq 1.2 q_o$$

حيث (q_o) التصرف الأسمى للمنقط (4.0 ℓ/h) ، (q_a) التصرف المتوسط الفعلي وحيث أن مجموع ساعات الري في اليوم (T_D) يتراوح بين 20 إلى 22 ساعة، يكون عدد وحدات التشغيل (N_{st}):

$$(T_{D,min} / t_{st,max}) \leq N_{st} \leq (T_{D,max} / t_{st,min})$$

$$\text{i.e. } (16 N_e q_o \Pi / G) \leq N_{st} \leq (26.4 N_e q_o \Pi / G) \quad \text{*****}$$

$$\text{and for } N_e = 4, q_o = 4.0 \ell/h, \Pi = 1.0 \text{ we get: } 2.47 \leq N_{st} \leq 4.07$$

يمكن تقسيم المساحة إلى ثلاثة وحدات تشغيل تروى بالتتابع، أي أن: $N_{st} = 3.0$ ، ويكون عدد ساعات الري لكل وحدة تشغيل (= زمن الري لكل شجرة في اليوم):

$$t_{st} = \frac{21}{3} = 7.0 \text{ hr/day}$$

والتصرف المتوسط الفعلي المطلوب من كل منقط:

$$q_a = \frac{G}{N_e t_{st}} = \frac{103.8}{4(7)} = 3.708 \text{ } \ell/h = 1.03 \times 10^{-3} \text{ } \ell/s$$

وضاغط التشغيل المتوسط المناظر لهذه التصرف يمكن حسابه من معادلة المنقط:

$$q_a = k (p_a / \gamma_w)^x = k H_a^{0.6} \quad \text{and} \quad q_a / q_o = (H_a / H_o)^{0.6}$$

$$\text{Then } (3.708 / 4.0) = (H_a / 12.0)^{0.6} \rightarrow H_a = 10.576 \text{ m}$$

*** اختلاف الضغط المسموح به في الوحدة الفرعية (Subunit) لتحقيق معامل انتظام البث المطلوب:**

من المعادلة (22-5) :

$$\Delta H_{sub} \leq 2.5 H_a \left[1 - \left(\frac{EU}{1 - 1.27 C_{vs}} \right)^{1/x} \right]$$

المعامل C_{vs} يمثل معامل الاختلاف المصنعي لعدد N_e من المنقطات:

$$C_{vs} = \frac{C_v}{\sqrt{N_e}} = \frac{0.07}{\sqrt{4}} = 0.035$$

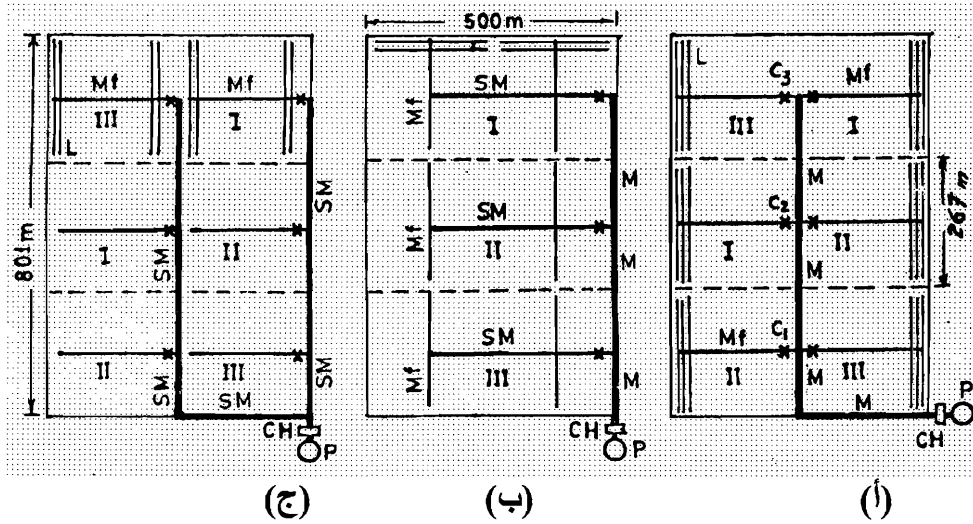
حيث C_v معامل الاختلاف المصنعي للمنقط الواحد.

وللقيم: $H_a = 10.576$ ، $EU = 0.89$ ، $x = 0.6$ ، وبالتعويض فى المعادلة ينتج :
 $\Delta H_{sub} \leq 2.983 \text{ m}$

وهذا يمثل أقصى تفاوت فى ضاغط الضغط مسموح به بين أى منقطتين فى الوحدة الفرعية (والتي تتكون من خط تغذية + مجموعة خطوط المنقطات عليه) لتحقيق معامل انتظام البث المطلوب.

رابعاً : تخطيط الشبكة

يوجد عدد من المخططات الممكنة للشبكة، منها مثلاً المخططات ا،ب،ج، الموضحة فى شكل (5-18)، ويتم المفاضلة بينها على أساس التكلفة الكلية، إضافة الى النواحي الفنية مثل انتظام الضغط وسهولة التشغيل (أى ملائمة التخطيط لعدد وحدات التشغيل المطلوب). ويمكن عمل مقارنة مبدئية بحساب أطوال المواسير المختلفة فى الشبكة ويلاحظ أن الأرض مستوية، لذا يمكن أن تتفرع خطوط المنقطات من جهتي خط التغذية، وتكون أطوالها متساوية.



Main (M):	668 m	918 m
Submain (SM):	1125 m	---
Manifold (MF):	1600 m	1500 m
Lateral (L):	10000 m	10000 m

شكل (5-18): أمثلة لبعض المخططات الممكنة للشبكة

وفى التحليل التالى سنستعمل التخطيط (أ).

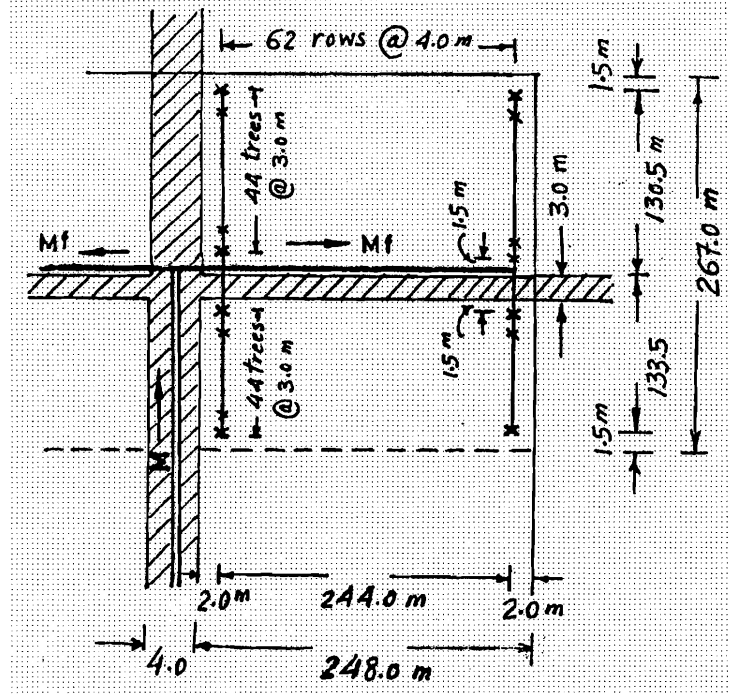
خامساً: تصميم خط المنقطات

من التخطيط الموضح فى شكل (5-19) يتبين أن طولى خطى المنقطات = 130.5، 133.5 م ، حيث أن عرض الطريق الفرعى = 3.0 م ، ويكون عدد الأشجار لكل خط :

$$N_{tree} = \frac{132}{S_p} = \frac{132}{3} = 44 \text{ trees}$$

والتصرف فى بداية خط المنقطات:

$$Q_e = 44 \times N_e q_a = 44 \times 4.0 \times 3.708 = 652.61 \text{ l/h} = 0.181 \text{ l/s}$$



شكل (19-5): تفاصيل تخطيط وحدة فرعية

يتم حساب القطر بحيث لا يتجاوز أقصى فرق في الضغط بين أي نقطتين على خط المنقطات نصف المقدار المسموح به في الوحدة الفرعية:

$$\max (\Delta p / \gamma_w)_{\text{lateral}} \leq 0.5 \Delta H_{\text{sub}} = 0.5(2.983) = 1.492 \text{ m}$$

$$\text{Then } \max (h_L + \Delta Z)_{\text{lateral}} = 1.492 \text{ m}$$

وحيث أن الأرض مستوية:

$$\Delta Z = 0.0, \text{ then } h_L \leq 1.492 \text{ m}$$

وبفرض أن الفواقد الثانوية حوالى 10% من الفاقد بالاحتكاك:

$$h_L \approx 1.1 h_f, \quad h_f = \frac{1.492}{1.1} = 1.356 \text{ m}$$

للأنابيب البلاستيكية الملساء بقطر أصغر من 125 مم، ولماء في درجة حرارة 20°م، يمكن استعمال المعادلة (5-24):

$$h_f = 13.86 F L (m) Q^{1.75} (\ell/s) d^{-4.75} (cm)$$

حيث (F) معامل الفتحات، ويمكن اعتبار F=0.34 تقريبا، نظرا لأن عدد المنقطات للخط كله يزيد غالبا عن 20 منقط.

بالتعويض بالقيم السابقة نحصل على قيمة القطر الداخلى لخط المنقطات:

$$d = 1.94 \text{ cm} = 19.4 \text{ mm}$$

وبمراجعة الأقطار المتاحة نجد أن أقرب قيمة هي: d = 20 mm

وبالتعويض بهذه القيمة في المعادلة السابقة نحصل على القيمة الفعلية للفاقد بالإحتكاك:

$$h_f = 1.174 \text{ m}, \text{ and } h_L = 1.1 h_f = 1.292 \text{ m}$$

وهذه القيمة تمثل أقصى إختلاف في قيمة الضغط على طول خط المنقطات:

$$\text{i.e.} \quad \left(\frac{\Delta p}{\gamma_w} \right)_\ell = 1.292 \text{ m}$$

* الضاغط (H_ℓ) المطلوب في بداية خط المنقطات
حيث أن الخط أفقى:

$$H_\ell = H_a + 0.75 h_L = 10.576 + 0.75 (1.292) = 11.574 \text{ m}$$

سادساً : خط التغذية

تبعاً للتخطيط المقترح يكون خطا التغذية على جانبي الخط الرئيسى متساويين فى الطول، أى أن موضع الخط الرئيسى يكون فى المنتصف.

كل خط تغذية يتفرع منه 62 خط منقطات ($L/S_r = 248/4.0 = 62$) على كل جانب، وبالتالي يكون التصرف عند بداية خط التغذية:

$$Q_{mf} = 2 \times 62 \times Q_\ell = 2 \times 62 \times 0.181 = 22.44 \text{ } \ell/s$$

أقصى تفاوت فى الضغط على طول خط التغذية يمكن حسابه كما يلى:

$$\begin{aligned} \Delta H_{mf} &= \Delta H_{sub} - (\Delta p / \gamma_w)_\ell = 2.983 - 1.292 = 1.691 \text{ m} \\ &= h_{L,mf} + \Delta Z_{mf} = h_{L,mf} \end{aligned}$$

وإذا كان خط التغذية ثابت القطر، وبفرض أن القطر $125 > \text{مم}$ ، وأن الفواقد الثانوية حوالى 10% من الفاقد بالاحتكاك، يمكن حساب القطر المطلوب من المعادلة (5-24)، مع ملاحظة أن طول خط التغذية يبلغ حوالى 248.0 م :

$$h_f = (1.691/1.1) = 1.537 = 13.86(0.34)(248.0)(22.44)^{1.75} (d)^{-4.75}$$

$$\text{Then, } d = 12.72 \text{ cm} > 125 \text{ mm}$$

لذا نستخدم المعادلة (5-36):

$$h_f = 1.537 = 14.247(0.34)(248.0)(22.44)^{1.828} d^{-4.828}$$

$$\text{Then, } d = 12.91 \text{ cm} \rightarrow \text{take } d = 15.0 \text{ cm}$$

$$\text{Actual } h_L = \left(\frac{12.91}{15.0} \right)^{4.828} \times 1.692 = 0.820 \text{ m} < 1.691 \text{ m} \quad \text{OK}$$

* الضاغط (H_{mf}) المطلوب في بداية خط التغذية:

$$\begin{aligned} H_{mf} &= H_\ell + 0.75 h_L + 0.5 \Delta Z_{mf} \\ &= 11.574 + 0.615 + 0.0 = 12.189 \text{ m} \end{aligned} \quad (5-42)$$

سابعاً: الخط الرئيسى

بالرجوع الى التخطيط المقترح للشبكة، شكل (5-18-أ)، وتوزيع وحدات التشغيل، نجد أن الخط الرئيسى يتكون من جزئين الأول من المضخة إلى نقطة التفرع C_2 بطول 650.0 م، والثانى من C_2 إلى C_3 بطول 267.0 م، والتصريف خلالهما:

$$Q_1 = 2Q_{mf} = Q_p = 44.89 \text{ } \ell/s, \quad \text{and} \quad Q_2 = Q_{mf} = 0.5Q_p = 22.44 \text{ } \ell/s$$

حيث أن الخط الرئيسى أفقى، نفرض الفاقد بالاحتكاك فى حدود 15% من ضاغط التشغيل المتوسط للمنقط، أى:

$$h_f \leq 0.15 (10.576) = 1.586 \text{ m}$$

والميل الهيدروليكي المتوسط للخط كله:

$$\bar{S}_E = \frac{h_{f,max}}{L} = \frac{1.586}{917.0} = 1.730 \times 10^{-3}$$

ولهذا الميل، وبتطبيق المعادلة (5-36) مع اعتبار $1=F$ ، ينتج أن:

$$d_1 = 27.33, \text{ taken } 30 \text{ cm}, h_{f1} = 0.717 \text{ m}$$

$$d_2 = 21.02, \text{ taken } 20 \text{ cm}, h_{f2} = 0.585 \text{ m}$$

$$\text{then, } h_f = h_{f1} + h_{f2} = 1.302 \text{ m} < 1.586 \text{ m}$$

يلاحظ أن السرعات المناظرة لهذين القطرين هي: 0.635 م/ث، و 0.714 م/ث، وهي سرعات صغيرة بالنسبة لخطوط الأنابيب PVC تحت ضغط. عموماً يجب مراعاة الناحية الاقتصادية عند استعمال سرعات أكبر.

*الضاغط (H_m) المطلوب عند بداية الرئيسي:

$$H_m = H_{mf} + \text{Max} (1.1h_f + \Delta Z_m) \quad (5-43)$$

وحيث أن الأرض مستوية، ومن التخطيط المقترح:

$$H_m = 12.189 + 1.1 (1.302) + 0.0 = 13.621 \text{ m}$$

ثامناً : الضاغط الديناميكي للمضخة والقدرة المطلوبة

$$TDH = h_{L,s} + \Delta Z + H_m + v_m^2/(2g) + H_{CH} + h_{L,d} \quad (5-44)$$

حيث: H_{CH} = مجموع الفواقد في مجموعة التحكم = 18.9 م (من البيانات)

ΔZ = فرق المنسوب بين سطح المياه في البئر وبداية الخط الرئيسي = 30.0 م

$h_{L,s}$ = الفاقد في انبوب السحب = 1.5 م

$h_{L,d}$ = الفواقد الثانوية خلال الخط الواصل بين المضخة وبداية الخط الرئيسي، وباعتبار هذا

الخط مشابهاً للخط الرئيسي، وطوله = 35 م، يكون الفاقد الكلي خلاله:

$$h_{L,d} = 1.1 (14.247) (35) (44.89)^{1.828} (30)^{-4.828} = 0.043 \text{ m}$$

$$\text{Then, } TDH = 1.5 + 30.0 + 13.621 + 0.021 + 18.9 + 0.043 = 64.085 \text{ m}$$

والقدرة المطلوبة لمحرك الديزل:

$$P = \frac{9.81(44.89 \times 10^{-3})(64.085)}{0.7 \times 0.4} = 100.79 \text{ Kw} = 137.07 \text{ hp(metric)}$$

ويجب زيادة هذه القيمة حوالى 20 % لمواجهة أية زيادة في الفواقد مع الزمن.

(ملحوظة: قد يكون من الأفضل استخدام مضخة منفصلة لشبكة التنقيط، تستمد تصرفها من خزان

سطحي، لتقليل قيمتي كلا من P_{motor} ، TDH ، وإدارة عملية الري بكفاءة أعلى)