جامعة الملـك سعود	نظم الري التنقيط المتقدم	الفصل الدراسي الثاني
كلية علوم الأغذية والزراعة	٥٢١ هزر	١٤٢٨/٣/٢٨هـ
قسم الهندسة الزراعية	الاختبار النهائي	الـزمن سـاعتين

اسـم الطالب: رقم الطالب:

أ ـ ضع علامة (√) أو (×) أمام العبارات التالية: (١٠ درجات)

١. عند إدخال عامل الزمن على الحل في النماذج التحليلية الرياضية يفترض أن ميل المنحنى الممثل لعلاقة المحتوى الرطوبي ومعامل التوصيل الهيدروليكي متغير.
٢. في التربة الغير مشبعة تكون قيمة معامل التوصيل الهيدروليكي أكبر من قيمة معامل التوصيل الهيدروليكي للتربة المشبعة.
٣. في العلاقة $K = K_s e^{\alpha h}$ ، تمثل α ثابت للتربة وتكون له قيمة أكبر في الترب الرملية مقارنة بالطينية.
٤. الفرضيات المستخدمة لتحويل المعادلات التحليلية الرياضية إلى خطية تناسب نظم الري التي تكون فترات الري بينها طويلة.
٥. بمقارنة نموذج رات مع تجارب حقلية، وجد تقارب جيد في الفترات الأولى بعدها يصبح عمق البلل الفعلي المتقدم أكبر من القيمة التي يتنبأ ا النموذج.
٦. في المضخات تتناسب سرعة الدافع طرديا مع الضاغط.
٧. من مثلثات السرعة في دوافع المضخات تكون النسبة بين أي سرعة من سرعات السائل إلى السرعة المحيطية ثابتة لجميع المثلثات التي لها نفس الشكل.
٨. في المضخات المحورية يكون التصرف عالي والضغط منخفض.
٩. يعد اختيار مضخة لها منحنى تصرف مع ضاغط له ميل أكبر يعطي أداء أفضل من المنحنى الذي له ميل أقل.
١٠. تكون القدرة ذات قيمة غير محددة لريش الدوافع المنحنية للخلف.

ب ـ أختر الإجابة الصحيحة لكل من الفقرات التالية: ١٠ درجات

١. معادلة الاستمرار التي تستخدم لوصف حركة الماء في التربة وتدل على أن أي زيادة في معدل السريان يجب أن تساوي معدل الزيادة في المحتوى الرطوبي تأخذ الشكل:

□ $\frac{\partial\theta}{\partial q} = \frac{\partial z}{\partial t}$ □ $\frac{\partial q}{\partial\theta} = \frac{\partial t}{\partial z}$ □ $\frac{\partial\theta}{\partial t} = -\frac{\partial q}{\partial z}$ □ $\frac{\partial\theta}{\partial z} = -\frac{\partial q}{\partial t}$

٢. يعد حل المعادلة العامة للسريان بناء على معامل الانتشار غير متيسر لأن المعادلة غير خطية، ويمكن تحويل المعادلة إلى خطية بواسطة معادلة التحويل التالية:

□ $\phi = \int_{\theta}^{\theta} -K(\theta)d\theta = \int_{h}^{h} D(h)dh$ □ $\varphi = \int_{\theta}^{\theta} d(\theta)d\theta = \int_{h}^{h} -K(h)dh$

□ $\varphi = \int_{\theta}^{\theta} (D(\theta)/q)d\theta$ □ $\phi = \int_{h}^{h} \frac{2h}{q}dh$

٣. عند تطبيق نموذج لومن ووارياك فإن مستوى الرطوبة في التربة نتيجة لإضافة الماء بطريقة دورية متقاربة ومن مصدر سطحي مستمر يكون جهد التدفق الشعري اللابعدي منتظم عندما تكون المسافة اللابعدية:

□ $x = z = 0.5$ أو أكبر، □ $x = 0.5, z = 0$

□ $x = z = 0.1$ □ $z = 0.5, x = 0$

٤. حل معادلة الإنتشار الرطوبي الرياضية الذي يدخل عامل الزمن يوجد في نموذج:

□ رات □ فيليب □ رات المطور □ نموذج لومن ووارياك

٥. عند مقارنة خطوط جبهة البلل المتقدمة النظرية بالعملية يلاحظ أن النظرية مقارنة بالعملية وعند فترات زمنية كبيرة تكون:

□ أكبر في اتجاه العمق والاتجاه الأفقي

□ أصغر في اتجاه العمق والاتجاه الأفقي

□ أكبر في اتجاه العمق وأصغر في الاتجاه الأفقي

□ أصغر في اتجاه العمق وأكبر في الاتجاه الأفقي

٦. عند مقارنة حلول لومن ووراريك مع نماذج فيليب ورات نجد أن:

□ تتطابق حلول لومن ووارياك مع رات فقط

□ تتطابق حلول رات مع فيليب فقط

□ تتطابق حلول لومن ووارياك مع فيليب فقط

□ تتطابق جميع النماذج في الحل

٧. إدخال عامل الزمن على حل معادلة الانتشار الرطوبي يفترض ثابت الميل التالي:

□ $C = \frac{dK}{d\theta}$ □ $C = \frac{dh}{dt}$ □ $C = \frac{d\theta}{dt}$ □ $C = \frac{dK}{dt}$

٨. عندما نحتاج إلى ضاغط منخفض وتصرف عالي يمكن اختيار مضخة لها دافع:

□ محوري □ ذو سريان مختلط □ تربينية □ إزاحة موجبة

٩. عند تغير شكل الريش في دوافع المضخات تتباين مثلثات السرعة ونتيجة لذلك فإن منحنيات القدرة مع التصرف توضح أن القدرة تكون أكبر عندما تكون الزاوية β_2 :

□ أكبر من ٩٠ □ تساوي ٩٠ □ أقل من ٩٠ □ ذات قيمة سالبة

١٠. يمكن زيادة انتظامية التنقيط بـ:

□ خفض عدد المنقطات □ زيادة قيمة ثابت المنقط

□ خفض معامل التغير المصنعي □ زيادة معامل التغير المصنعي

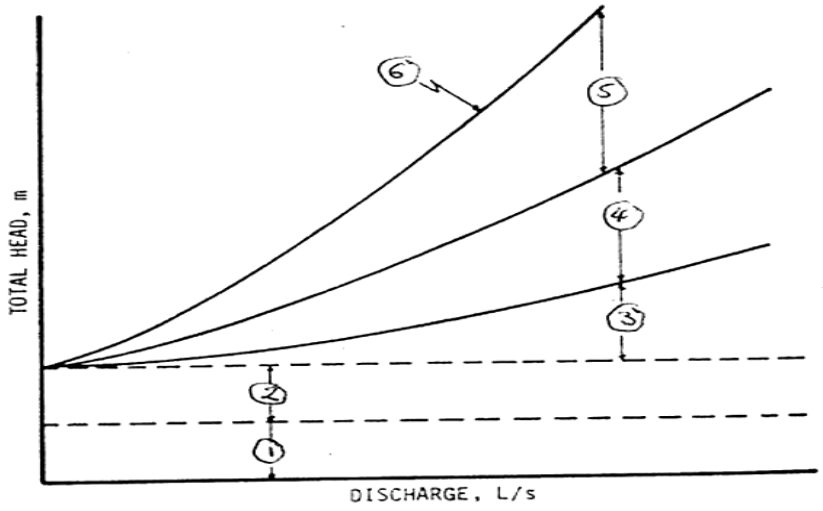
ج – أجب على ثلاث من الفقرات التالية : (٢٤ درجة)

١. الفرق بين نموذجي رات وفيليب لوصف البلل من مصدر تنقيط مع ذكر فرضيات الحل.

٢. أرسم ريشة لدافع مضخة موضحا الزوايا والسرعات المختلفة واستنتج مثلثات السرعة عند المخرج.

٣. اشرح خطوات اختيار المضخة وعدد المراحل.

٤. أكتب العناصر الستة المكونة للشكل التالي:



د ـ أجب عن أربع مسائل فقط من المسائل التالية: (٥٦ درجة)

١. أجريت تجارب حقلية على تربة ما لدراسة حركة جبهة البلل، ومن تحليل المعلومات عن وجد أن العلاقة بين حركة البلل في الاتجاه الأفقي والرأسي والزمن تمثلها العلاقات التالية :

$$X = 2.74\, T_a^{0.5} \quad , \quad Y = 0.5\, T_a^{0.8}$$

حيث: T_a = الزمن بالدقيقة X , Y = الاتجـاه الأفقي والرأسي على الترتيب بالسنتيمتر فإذا وضعت منقطات فوق هذه التربة لري أشجار عمق جذورها ٧٥ سم والمسافة بين المنقطات ١,٥ م والمسافة بين خطوط التنقيط ٢ م، والنسبة المئوية للبلل ٣٥٪، وأحتياجات الشجرة مـن المياه ٤٨ لتر في اليوم. (مع افتراض أن شكل البلل اسطواني) أحسب:

١. زمن الإضافة (T_a) ٢. حدود البلل للمنقط (X , Y)
٣. تصرف المنقط (q_e) ٤. معدل التسرب للتربة (I)
٥. الزيادة في المحتوى الرطوبي للتربة في اية التجربة $(\Delta\theta)$

الحل

$V_t = S_e \times S_L \times Z_r = 1.5 \times 2.0 \times 0.75 = 2.25\ m^3$

$V_D = P_w \cdot V_t = 0.35 \times 2.25 = 0.7875\ m^3$

$\therefore 0.7875 \times 10^6 = \pi (2.74\, T_a^{0.5})^2 (0.5\, T_a^{0.8})$

$\therefore T_a = 476\ min = 7.93\ hr$

$X = 2.74(476)^{0.5} = 60\ cm$

$Y = 0.5\,(476)^{0.8} = 69.4\ cm$

$q_e = \frac{48}{7.93} = 6.05\ L/hr$

$R = X = 60\ cm = 0.60\ m$

$q_e = \frac{2\pi R^3 (\theta_f - \theta_i)}{3 \times 10^3 \cdot T_a}$

$\Delta\theta = \frac{6.05 \times 3 \times 10^3 \times 7.93}{2\pi (60)^3} = 0.106$

$q = \pi R I$

$6.05 = \pi (0.60)^2 \times I$

$\therefore I = 5.35\ mm/hr$

٢ . مضخة طاردة مركزية ذات دافع قطره الداخلي والخارجي ١٠٠ ، ٤٠٠ مم على التوالي وعرضه عند المدخل والمخرج ٢٠ ، ٢٥ مم على التوالي ويدور بسرعة ٦٠٠ لفة/دقيقة. زاوية ميل ريش الـدافع الداخلية والخارجية ٤٤° ، ٦٠° على التـوالي . فاذا علمت ان المياه تدخل الدافع في اتجاه قطري. أحسب:

١. التصرف الناتج من هذه المضخة.
٢. السرعة النسبية عند المدخل وعند المخرج.
٣. القدرة اللازمة لادارة الدافع.

الحل

$D_1 = 180\ mm$ $D_2 = 400\ mm$ $A_1 = 7.54 \times 10^{-3}\ m^2$

$A_2 = 1.885 \times 10^{-2}\ m^2$ $\beta_1 = 44°$ $\beta_2 = 60°$ $N = 600\ RPM$

اتجاه السريان في الريش عند المدخل شعاعي .

$V_1 = ?$ $V_2 = ?$ $P_i = ?$

$$\therefore u_1 = \frac{\pi D_1 N}{60} = \frac{\pi \times 0.100 \times 600}{60} = 3.14\ m/s$$

$$u_2 = \frac{\pi D_2 N}{60} = \frac{\pi \times 0.400 \times 600}{60} = 12.566\ m/s$$

$\because$ water enters radially $\therefore V_{w_1} = 0$

$$\therefore \tan \beta_1 = \frac{V_{f_1}}{u_1 - V_{w_1}} = \frac{V_{f_1}}{u_1} \qquad \therefore V_{f_1} = 3.14 \cdot \tan 44° = 3.03\ m/s$$

$V_{f_1} = V_1 = 3.03\ m/s$ $V_1 = \sqrt{u_1^2 + V_1^2}$

$$\therefore V_1 = \sqrt{3.14^2 + 3.03^2} = \underline{4.37\ m/s}$$

$$\therefore Q = A_1 V_{f_1} = A_2 V_{f_2} \qquad \therefore Q = V_{f_1} \cdot A_1 = 3.03 \times 7.54 \times 10^{-3} = 0.02285$$

$$\therefore V_{f_2} = \frac{7.54 \times 10^{-3} \times 3.03}{1.885 \times 10^{-2}} = 1.212\ m/s$$

$$\therefore \tan \beta_2 = \frac{V_{f_2}}{u_2 - V_{w_2}}$$

$$\therefore V_{w_2} = 12.566 - \frac{1.212}{\tan 60} = 11.866\ m/s$$

$$\therefore V_2 = \sqrt{(1.212)^2 + (12.566 - 11.866)^2}$$

$$\therefore V_2 = \underline{1.4\ m/s}$$

$$\therefore H_i = \frac{V_{w_2} \times u_2}{g} \qquad \therefore H_i = \frac{1.212 \times 12.566}{9.81} = 15.23\ m$$

$$\therefore Q = A_2 V_{f_2} = 1.885 \times 10^{-2} \times 1.212 = 0.02285\ m^3/s$$

$$P_i = \gamma Q H_i$$

$$\therefore P_i = 9.81 \times 0.02285 \times 15.23 = \underline{3.41}\ KW$$

٣. مضخة طاردة مركزية تصرفها ٣٠ لتر/ث والضاغط الكلي لها ٢٠ متر وقطر الدافع ٤٠ سم ، تـدور بسرعة ١٥٠٠ لفة/دقيقة وكفائتها ٨٠٪ . تتشابه هيدروليكياً مع مضخة أخرى قطر دافعها ٢٥ سم وسرعة دورا ا ٣٠٠٠ لفة/دقيقة. أحسب للمضخة الثانية:

١. الضاغط. ٢. التصرف. ٣. القدرة اللازمة لتشغيلها.

٤. السرعة النوعية. ٥. الكفاءة.

الحل

$Q_1 = 30$ lit/sec , $H_1 = 20$ m , $D_1 = 40$ cm , $N_1 = 1500$ rpm , $E_1 = 80\%$

$D_2 = 25$ cm , $N_2 = 3000$ rpm

$Q_2 = ??$, $H_2 = ??$, $BP_2 = ??$, $Ns_2 = ??$, $E_2 = ??$

تصرف المضخة الثانية ونتيجة التشابه

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right) \times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3$$

$$\frac{30}{Q_2} = \left(\frac{1500}{3000}\right) \times \left(\frac{40}{25}\right)^3 \qquad Q_2 = 14.65 \ \text{Lit/sec}$$

ضاغط المضخة الثانية ونتيجة التشابه

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

$$\frac{20}{H_2} = \left(\frac{1500}{3000}\right)^2 \times \left(\frac{40}{25}\right)^2 \qquad H_2 = 31.25 \ \text{m}$$

القدرة اللازمة لتشغيل المضخة الأولى

$$BP_1 = \frac{Q_1 \times H_1}{102 \times E_1} = \frac{30 \times 20}{102 \times 0.8} = 7.35 \ \text{kw}$$

السرعة النوعية للمضخة الأولى

$$N_{s1} = 0.2108 N_1 \left(\frac{Q_1^{0.5}}{H_1^{0.75}}\right) = 0.2108 \times 1500 \times \frac{(30 \times 60)^{0.5}}{20^{0.75}} = 1418.5 \ \text{unit}$$

القدرة اللازمة لتشغيل المضخة الثانية ونتيجة التشابه

$$\frac{BP_1}{BP_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 \times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^5$$

$$\frac{7.35}{BP_2} = \left(\frac{1500}{3000}\right)^3 \times \left(\frac{40}{25}\right)^5 \qquad BP_2 = 5.61 \ \text{kw}$$

السرعة النوعية للمضخة الثانية

$$N_{s2} = 0.2108 N_2 \left(\frac{Q_2^{0.5}}{H_2^{0.75}}\right) = 0.2108 \times 3000 \times \frac{(14.65 \times 60)^{0.5}}{31.25^{0.75}} = 1418.5 \ \text{unit}$$

أي أن السرعة النوعية للمضخة ثابتة لا تتغير نتيجة التشابه أو تغير قطر الدافع أو سرعة دورانه

كفاءة المضخة الثانية:

$$BP_2 = \frac{Q_2 \times H_2}{102 \times E_2} \qquad 5.61 = \frac{14.65 \times 31.25}{102 \times E_2} \qquad BP_2 = 0.80 = 80\%$$

تتغير نتيجة التشابه أو تغير قطر الدافع أو سرعة دورانه **أي أن كفاءة المضخة ثابتة !**

٤. مضخة طاردة مركزية ذات دافع قطره الخارجي يساوي ضعف قطره الداخلي ، ويدور الدافع بـسرعة ١٤٠٠ لفة/دقيقة ، الضاغط الحقيقي الناتج من المضخة ٣٠ متر ، سرعة السريان خلال الدافع ثابتـة وتعادل ٢,٩٥ م/ث. ريش الدافع مائلة بزاوية ٣٦,٥ درجة عند المخرج ، القطر الخارجي للدافع ٣٠ سم والعرض عند المخرج ٤ سم، المياه تدخل قطرية للمضخة. احسب:

- زاوية ميل الريش عند المدخل (β_1).
- القدرة اللازمة لإدارة الدافع (P_i) .
- الكفاءة الهيدروليكية للمضخة (η_h).
- نسبة السرعة (σ).
- نسبة التصرف (ε).
- السرعة النوعية للمضخة (N_s) .

الحل

① $D_2 = 2D_1$ $N = 1400$ RPM $H = H_t = 30$ m

$V_{f_1} = V_{f_2} = 2.95$ m/s $\beta_2 = 36.5^\circ$

$D_2 = 30$ cm $B_2 = 4$ cm

$V_{w_1} = 0$ ($V_{f_1} = V_1$ المياه تدخل قطرية

$$U_1 = \frac{\pi D_1 N}{60} = \frac{\pi \times 0.15 \times 1400}{60} = 11 \text{ m/s}$$

$$U_2 = \frac{\pi D_2 N}{60} = \frac{\pi \times 0.30 \times 1400}{60} = 22 \text{ m/s}$$

$$\therefore \tan \beta_1 = \frac{V_{f_1}}{U_1 - V_{w_1}} = \frac{2.95}{11 - 0} = 0.268$$

$$\therefore \beta_1 = 15^\circ$$

$$\therefore \tan \beta_2 = \frac{V_{f_2}}{U_2 - V_{w_2}} \quad \therefore \tan 36.5 = \frac{2.95}{22 - V_{w_2}}$$

$$\therefore 0.74 = \frac{2.95}{22 - V_{w_2}} \quad \therefore V_{w_2} = 18 \text{ m/s}$$

السرعة النسبية $V_2 = \sqrt{2gH_t} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 30} = 24.26$ m/s

السرعة المطلقة $V_2 = \sqrt{V_2^2 + U^2} = \sqrt{(24.26)^2 + (22)^2} = 32.75$ m/s

$$H_i = \frac{V_{w_2} \cdot U_2}{g} = \frac{18 \times 22}{9.81} = 40.36 \text{ m}$$

$$\eta_h = \frac{H}{H_i} \times 100 = \frac{30}{40.36} \times 100 = 74.3\%$$

$$Q = (\pi D_2 B_2) V_{f_2} = (\pi \times 0.30 \times 0.04) \times 2.95 = 0.111 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Power} = \gamma Q H_i = 9.81 \times 0.111 \times 40.36 = 43.9 \text{ KW}$$

نسبة السرعة $\sigma = \frac{U_2}{V_2} = \frac{22}{24.26} = 0.91$

$\varepsilon = \frac{V_{f_2}}{V_2} = \frac{2.95}{24.26}$

السرعة النوعية $N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{1400\sqrt{0.111}}{(30)^{3/4}} = 36.39$ unit

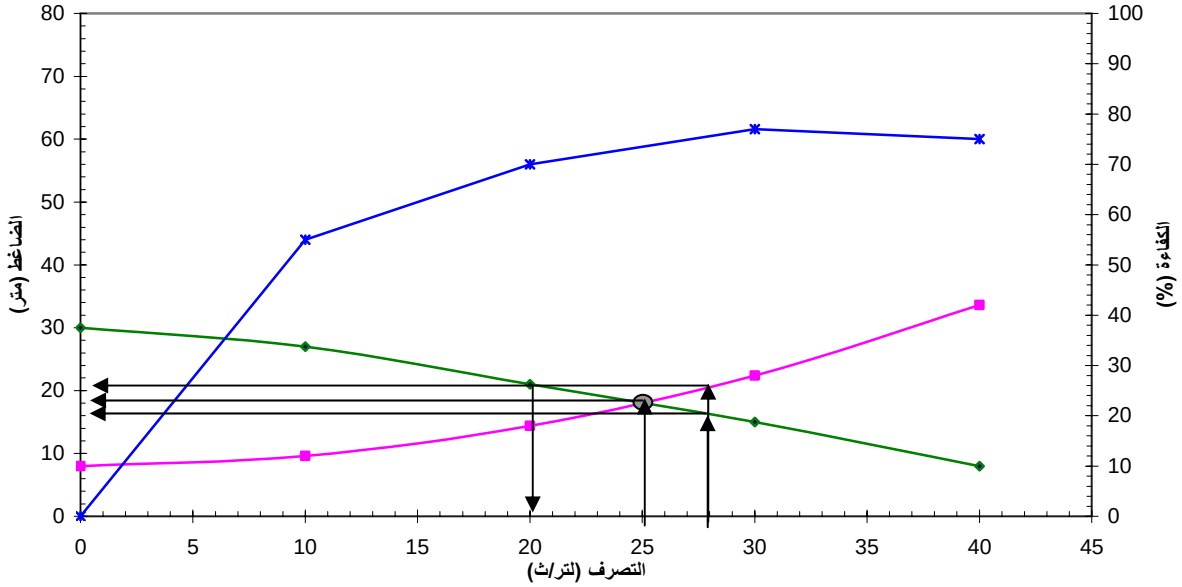
٥. مضخة طاردة مركزية منحنيات أدائها كالاتي:

التصرف (لتر/ث):	صفر	١٠	٢٠	٣٠	٤٠
الضاغـط (متر):	٣٠	٢٧	٢١	١٥	٨
الكفـاءة (٪):	صفر	٥٥	٧٠	٧٧	٧٥

عندما استخدمت هذه المضخة في خـط أنابيـب معين أعطت ٢٥ لتر/ث عند رفـع استاتيكي ٨ متر فإذا كان المطلوب زيادة التصرف إلى ٢٨ لتر/ث. أحسب أقل عـدد مـن المـضخات يلـزم استخدامها وبين هل توضع على التوالي أم على التوازي ولماذا ؟

الحل

- نرسم منحنيات أداء المضخة (Q , H_P) و (Q , E_P) من نتائج الجدول المعطى في المسألة.



- نحدد معادلة الأنبوب :

$$H_m = H_{St} + h_f + h_p$$

$$H_{St} = 8m \qquad h_p = 0 \qquad h_{Ls} = 0$$

$$H_m = 8 + h_f$$

$$H_m = 8 + K\,Q^2$$

ومن منحنى المضخة عند $(Q = 25\ lit/sec)$ نجد أن $(H_m = 18\ m)$

نعين قيمة K (باعتبار التصرف م٣/ث)

$$K = \frac{(18-8)}{(0.025)^2} = 16000$$

$$H_m = 8 + 16000\,Q^2$$

نعين الضاغط للأنبوب عند Q تساوي صفر، ١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠ لتر/ث:

Q (lit/sec)	0	10	20	30	40
Hm (m)	8	9.6	14.4	22.4	33.6

نرسم منحنى الأنبوب (Q , H_m)

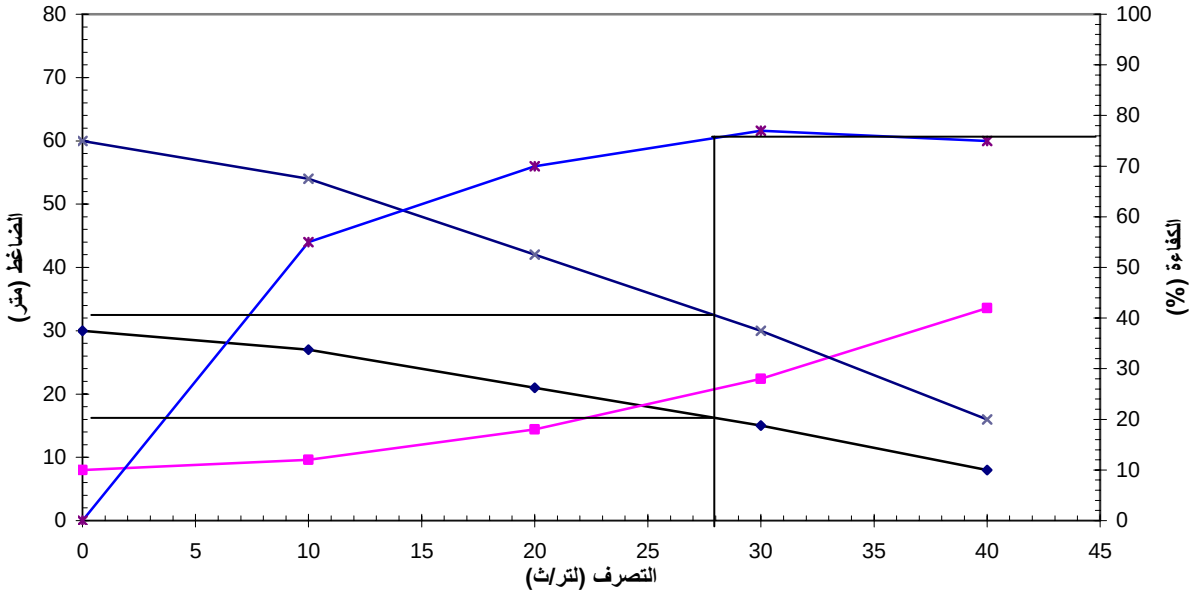
عند زيادة التصرف إلى ٢٨ لتر/ث نجد أن مضخة واحدة لا تكفي حيث أ ا تعطي ضاغط عند هذا التـصرف مقداره ١٦ متر فقط بينما النظام يحتاج عند تصرف ٢٨ لتر/ث إلى ضاغط مقداره ٢١ متر. بينما المضخة يمكنها أعطاء تصرف ٢٠ لتر/ث فقط بضاغط ٢١ متر.

أولا في حالة التوصيل على التوالي:

حيث يتضاعف الضاغط بينما يظل التصرف ثابت ، ولإيجاد عدد المضخات التي يجب توصيلها على التوالي

$$N_{Pump} = \frac{H_{total}}{H_{one}} = \frac{21}{16} = 1.3 = 2$$

نرسم منحنى مضختين على التوالي بمضاعفة الضاغط لنفس قيم التصرف كما بالشكل التالي



من الشكل عند مرور تصرف ٢٨ لتر/ث وهو تصرف المضخة الواحدة وتصرف ا موعة نجـد أن التصرف والكفاءة والضاغط لكل من المضخة الواحدة وا موعة (مضختين معا):

$Q_{one} = 28\,L/sec$ $\qquad$ $Q_s = 28\,L/sec$

$H_{one} = 16\,m$ $\qquad$ $H_s = 32\,m$

$E_{one} = 76\,\%$ $\qquad$ $E_s = 76\,\%$

نحسب القدرة المطلوبة لكل مضخة

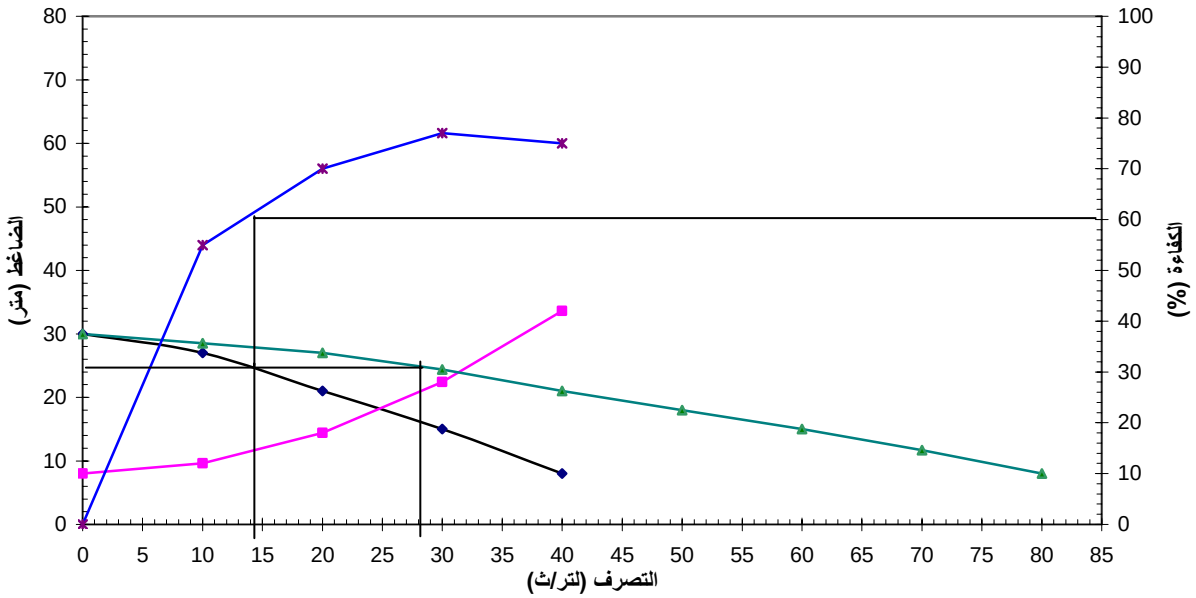
$$BP = \frac{Q \cdot H}{102E} = \frac{28 \times 16}{102 \times 0.76} = 5.78 \ \ kw$$

ثانياً في **حالة التوصيل على التوازي:**

حيث يتضاعف التصرف بينما يظل الضاغط ثابت ، ولإيجاد عدد المضخات التي يجب توصيلها على التوازي

$$N_{Pump} = \frac{Q_{total}}{Q_{one}} = \frac{28}{20} = 1.4 = 2$$

نرسم منحنى مضختين على التوازي بمضاعفة التصرف لنفس قيم الضاغط كما بالشكل التالي



من الشكل عند مرور تصرف كلي ٢٨ لتر/ث وهو تصرف المضختين معا يكون تـصرف المـضخة الواحدة ١٤ لتر/ث. ومن الشكل نجد أن الكفاءة والضاغط لكل من المضخة الواحـدة واـموءـة (مضختين معا):

$Q_{one} = 14\,L/sec$ $\qquad$ $Q_P = 28\,L/sec$

$H_{one} = 25\,m$ $\qquad$ $H_P = 25\,m$

$E_{one} = 60\,\%$ $\qquad$ $E_P = 60\,\%$

نحسب القدرة المطلوبة لكل مضخة

$$BP = \frac{Q \cdot H}{102E} = \frac{14 \times 25}{102 \times 0.60} = 5.72 \ \ kw$$

نقارن القدرة اللازمة للتشغيل في الحالتين **حيث أن عدد المضخات** اثنتين **سواء** في **التوصيل على التـوالي أو التوصيل على التوازي.** نجد **أن مضختين على التوازي أقل** في **القدرة وبالتالي نوصل المضختين على التوازي.**

٦. أجري اختبار على عشرين منقط ذات ثابت تصرف (β) يساوي ٠,٥ ، ومعامل التغير الناتج من انسداد المنقطات (Cp) ٠,٠٧ ، في نظام ري بالتنقيط فكانت الحجوم المتجمعة (سم٣) عند ضغط تشغيل ١٥ م في زمن ٢٠ دقيقة هي :

1580	1690	1680	1660	1500	1690	1590	1580	1600	1630
1520	1660	1520	1680	1610	1550	1610	1590	1540	1520

عند استخدام ٤ منقطات للشجرة الواحدة ، احسب :

١. معامل الاختلاف المصنعي
٢. معامل الانتظام الاحصائي
٣. معامل الانتظام الإحصائي نتيجة الأداء
٤. معامل الانتظام الحقلي
٥. معامل الانتظام الاحصائي الهيدروليكي
٦. معامل الانتظام التصميمي
٧. معامل الانتظام الإحصائي الكلي.
٨. معامل الانتظام المطلق
٩. النسبة المئوية للتغير في التصرف.
١٠. النسبة المئوية للتغير في الضغط

الحل

$B = 0.5$ $Np = 4$ $Cp = 0.07$

رقم المنقط	الحجم المتجمع X_i	الفرق عن المتوسط $\lvert X_i - \bar{X} \rvert$	مربع الفرق $\lvert X_i - \bar{X} \rvert^2$	ترتيب الحجوم تصاعدياً
1	1580	30	400	1500
2	1690	90	8100	1520

$$q_a = \bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n} = \frac{32000}{20} = 1600$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\Sigma |x_i - \bar{x}|^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{73600}{20-1}} = 62.239$$

$$C_v = \frac{S_d}{q_a} = \frac{62.239}{1600} = \underline{0.039}$$

$$U_s = (1 - C_v) \times 100 = (1 - 0.039) \times 100 = \underline{96.1\%}$$

$$q_n = \frac{1500 + 1520 + 1520 + 1520 + 1540}{5} = 1520$$

$$q_m = \frac{1690 + 1690}{2} = 1690$$

$$q_{var} = \frac{q_m - q_n}{q_m} \times 100 = \frac{1690 - 1520}{1690} \times 100 = \underline{10.1\%}$$

$$(EU)_f = \frac{q_n}{q_a} \times 100 = \frac{1520}{1600} \times 100 = \underline{95\%}$$

$$(EU)_a = \frac{1}{2}\left(\frac{q_n}{q_a} + \frac{q_a}{q_m}\right) \times 100$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{1520}{1600} + \frac{1600}{1690}\right) \times 100$$

$$= \underline{94.84\%}$$

$$(EU)_d = \left(1 - \frac{1.27 C_v}{\sqrt{NP}}\right) \times \frac{q_n}{q_a} \times 100$$

$$= \left(1 - \frac{1.27 \times 0.039}{\sqrt{4}}\right) \times \frac{1520}{1600} \times 100$$

$$= \underline{92.65\%}$$

$$q_{var} = \left(1 - (1 - H_{var})^{B}\right) \times 100$$

$$0.101 = 1 - (1 - H_{var})^{0.5}$$

$$\therefore H_{var} = 0.\underline{192} = \underline{19.2\%}$$

$$C_{hh} = \frac{C_v}{\beta} = \frac{0.039}{0.5} = 0.078$$

$$(U_s)_h = (1 - C_{hh}) \times 100$$

$$= (1 - 0.078) \times 100 = \underline{92.2\%}$$

$$C_{hp} = \sqrt{C_v^2 + C_p^2} = \sqrt{(0.039)^2 + (0.07)^2}$$

$$= 0.08$$

$$(U_s)_p = (1 - C_{hp}) \times 100$$

$$= (1 - 0.08) \times 100 = \underline{92\%}$$

$$C_{ht} = \sqrt{C_{hp}^2 + C_{hh}^2} = \sqrt{(0.08)^2 + (0.078)^2}$$

$$= 0.112$$

$(U_s)_t$ =