# معايرة جهاز اختبار المضخات

Calibration of pumps testing apparatus


تنفيذ الطلاب :-

عبد الرحيم أبو القاسم عبد الرحيم

محمـــــــد هاشـــــم انـــس

محمد النذير عبد القيـوم الطيـب

supervisor : Assistant professor
osama Mohammed Elmardi
suleiman Khyal


تقرير تكميلي لنيل درجة الدبلوم في الهندسة الميكانيكية .

# معايرة جهاز اختبار المضخات


تنفيذ الطلاب :-

عبد الرحيم أبو القاسم عبد الرحيم D98001

محمـــــد هاشـــم انـــس D98009

محمد النزيرعبد القيوم الطيـــب D98078


تقرير تكميلي لنيل درجة الدبلوم في الهندسة الميكانيكية .


كلية الهندسة والتقنية

جامعة وادى النيل


مارس 2002

# المحتـــويات


| | | |
|---|---|---|
| | فهرس المتحويات | ii |
| | فهرس الملحقات | iii |
| | الافتتاحية | iv |
| | الإهداء | v |
| | شكر وعرفان | vi |
| | الملخص | vii |
| | ABSTRACT | viii |
| | المقـــدمة | 1 |
| 1.0 | الفصـل الأول | |
| | 1.1 تعريف مضخات الطرد المركزي | 2 |
| | 1.2 أجزاء مضخة الطرد المركزي | 2 |
| | 1.3 طريقة عمل مضخة الطرد المركزي | 2 |
| | 1.4 توصيل المضخات على التوالي والتوازي | 2 |
| 2.0 | الفصـل الثاني | |
| | 2.1 وصف جهاز التجربة | 4 |
| | 2.2 مواصفات جهاز التجربة | 5 |
| 3.0 | الفصـل الثالث | |
| | 3.1 تصميم أناء المعايرة | 6 |
| | 3.2تصميم خزان الإمداد | 7 |
| 4.0 | الفصـل الرابع | |
| | 4.1 تصنيع أجهزة المعايرة | 9 |
| 5.0 | الفصـل الخامس | |
| | 5.1 خطوات معايرة مقياس الفنشوري | 10 |
| | 5.2 الاختبارات والحسابات | 11 |
| 6.0 | الفصـل السادس | |
| | 6.1 مناقشة النتائج | 13 |
| 7.0 | الفصـل السابع | |
| | 7.1 الخاتمة | 14 |
| | 7.2 التوصيات | 15 |

قال تعالى :

﴿ هل أتبّعك على أنْ تعلّمنى مما عُلّمتَ رُشداً ﴾

صدق الله العظيم

سورة الكهف

إلى كل ام سهرت وظلت تكابد لترى ابنها انسانا يحمل القلم

إلى كل اب انفق واعطى بغير حساب

إلى كل من علمنا حرفاً وكان نبراساً نستشف منه نور المعرفه

إلى تلك الشموع التى تحرق لتضى لنا الطريق

إلى جيلنا الناشى الذى ينبغى الرقى والتقدم

إلى تلك المناره العظيمة التى تفيض عطاء وعلما

# شكر وعرفان

بعد الحمد الله

نتقدم بالشكر والتقدير لكل من كان دليلا لنا فى طريق العلم والمعرفه والشكر اجزله موصول لاستاذنا الجليل /

أسامه محمد المرضى سليمان .

الذى أُبت نفسه إلاّ أن يبذل عصارة جهده وعلمه الثر لانجاح هذا العمل المتواضع ونخص بالشكر الموفور الأستاذ / عماد محمود لما وجدناه منه من عون وأخاً .. لاننسى أن نشكر أسرة كليّه الهندسه لتعاونهم معنا وتزليل الصّعاب التى فى طريقنا .

# ملخص

يبحث هذا المشروع طريقة التحقق من القيمة الصحيحة لثابت الفنشورى المعطاة بواسطة الشركة المصنعه لجهاز اختبار المضخات والتى تساوى 0.2 لكن الحصول على هذه القمية لايتاتى الابايجاد حلول للمشاكل التى تعوق ذلك والتى تتمثل فى :-

١- الخزان الوحيد المتاح بسعة 60 لتر المستخدم كخزان قياس سعته صغيره جداً ولاتتناسب مع معدلات الانسياب العالى نسبياً لطقم المرحلتين .

٢- معدل انسياب الماء فى صنبور امداد الماء من الشبكة الرئيسية غير كاف لملئ مستودع الجهاز، لذلك تم تصميم خزان امداد ليعوض الماء المسحوب بواسطه المضخه لمستودع الجهاز حيث يتم قياس حجم الماء فى اناء معايره خارجى والذى يسع ل 50 لتر، بعد تنفيذ التصميم واجراء المعايره تم الحصول على نتائج مرضيه لكل مراحل الاختبار التى تمت ووافقت المطلوب .

بذلك يمكن اجراء تجارب معايرة الفنشورى بسهوله والحصول على نتائج افضل .

# ABSTRACT

The objective of this project is to verify the value of the venturi constant used in the unit of pumps (thermodynamic) and hydraulic machinery laboratory – faculty of Engineering and technology), that is given as 0.2 by the manufactures of the unit, but obtaining this value cannot be done without solving the problems restricting them, which is summarized below:-

1/ The only available tank with capacity 60 liters used as a measuring tank is very small (i.e its capacity is not proportional with the relatively high flow rate of the set for the two stages.

2/ The water – mains flow is not enough to compensate the tank of the unit, therefore a supply tank is designed to compensate water discharged by the pump, which feeds water to the Unit's tank, the supply tank is graduates for 50 liters of its capacity.

After completing the design and manufacture of the unit, the unit has been tested, and a good results are obtained which comply with the manufacturers value.

# مقدمة

اختبار معايره الفنشورى من الاختبارات الهامة فى مجال الهندسه الميكانيكيه وذلك للفائده العلميه التى تعود على دارسى الهندسه حيث تستدعى الحاجه إلى قياس مختلف ظواهر الموائع مثل الضغط والسرعه ومعدل الانسياب .

تم تنفيذ هذا الاختبار بعد معالجه الصعوبات التى كانت تعوق اجراء الاختبار او تجعل من الصعب الحصول على نتائج جيده او صحيحه ويعتبر هذا الاختبار مكملا لما سبقته من دراسات وبحوث فى جهاز اختبا ر المضخات .

# 1.0 الفصل الاول

**1.1 تعريف مضخات الطرد المركزى :-**

المضخة عبارة جهاز ميكانيكى يجهز السائل بالطاقة اللازمة للتغلب على الاحتكاك فى الانبوب ، اضافة إلى منح السائل الضغط المطلوب فى نقطة استلامه .

وتعد مضخات الطرد المركزى *Centrifugal Pumps* من اهم اجهزة الضخ الشائعة الاستعمال ، بينما يوجد عدد من المضخات التى تستعمل لاغراض مختلفة مثل المضخه الرافعه بالهواء *Air Lift Pumps* (١)

**1.2 اجزاء مضخة الطرد المركزى :-**

1.2.1 عضو دوار { دافعة تحمل عدد الريش المقوسه إلى الخلف وتدور فى الغلاف المحتوى } .

1.2.2 : الغلاف المحتوى :- وينقسم إلى غلافين :

أ- غلاف حلزونى :- هو الغلاف الذى يزداد فى المساحة اتجاة التسليم ( التصريف ) لذا تقل سرعة السائل ويزداد ضغطه ، وتقل السرعة ويذداد الضغط للتغلب على علو التصريف ، وهذا النوع من الاغلفة تكون له كفاءة مختلفة لوجود فقدان كبير فى الطاقة فى الدوامات .

ب- الغلاف الدردورى ( التدويمى ) :- عبارة عن ضم ( توحيد ) غرفة دائرية وحولها غلاف حلزونى .(٢)

**1.3: طريقة عمل مضخة الطرد المركزى :-**

ينسحب السائل فى اتجاة محور المضخة فيدخل فى الجزء الدوار الذى يسمى الدافعة المروحية ثم يندفع إلى الجزء الحلزونى بسبب قوة الطرد المركزى فيخرج خلال انبوبة الدفع ، وتدار الدافعة المروحية بواسطة عمود الادارة المتصل بالمحرك . ويدخل عمود الادارة إلى غلاف المضخه المحيط بالدافعة المروحية خلال صندوق الحشو الذى يحتوى على حشايا منع التسرب .

يكتسب السائل طاقة حركيةو فى الدافعة المروحية ثم يتحول القسم الاكبر منها إلى طاقة ضغط فيزداد فرق الضغط بين فوهة السحب وفوهة الدفع ويعمل فرق الضغط على دفع السائل فى منظومة الجريان وتعتمد كفاءة التحويل فى الطاقة على دقة تصميم وصنع المضخة وعلى الخواص الفيزيائية للسائل(١)

**1.4 : توصيل المضخات على التوالى والتوازى :-**

يستلزم ضخ السوائل احياناً استعمال اكثر من مضخة واحدة ، ويمكن ربط مضختين على التوالى او التوازى ففى الحالة الاولى يتصل انبوب الدفع فى المضخة الاولى بانبوب السحب فى المضخة الثانية فيصبح العمود الكلى الناجم من المضختين $\Delta h_t$ يساوى مجموع العمودين $\Delta h_1$ و $\Delta h_2$ بينما يبق التصريف ثابت اى ان :

$$Q_T = Q_1 = Q_2$$

امـــا اذا ربطت المضخات على التوازى فسيصبح العمود الكلى ثابت اى ان( ht = h1 = h2 ) ، بينما يصبح التصريف مساوياً لمجموع ما تدفعه المضختان اى ان :

$$QT=Q1+Q2$$

# 2.0 الفصل الثانى

## 2.1: وصف جهاز التجربة :-

الجهـــاز المســـتخدم تـــم تصنيعة بواسطة شركة PLINT وشركاؤها المحدودة التى هى رائدة فى تصـــنيع الاجهـــزة المعملية المستخدمة فى تدريس الهندسة . اطقم الاختبارات هذه تم تصميمها كوحدات مبسطة لتسمح بدراسة خصائص طلمبات الطرد المركزى .

تتكون الوحدات ذات المرحلتين من طلمتين متشابهتين يمكن تشغيلهما اما على التوالى او التوازى ، وبالتالى السماح بدارسة طلمبة متعددة المراحل .

الطلمـــبة الـــتى تشـــكل اساساً للطقمين الاثنين هى ذات تصميم مبسط وتتكون من عجلة (ريشه) موضـــحة (ملحـــق رسم 1-2) لديها ريشه مقوسة للامام وتعطى اقصى ضغوط تصريف على حساب فقد معين للكفاءة . تدار العجلة على محامل كروية وهنالك مانع تسرب للعمود يتكون من ياي حلقى كربونى يـــتم تحمـــيله ضد وجه مستوى ساكن وهنالك مقطع عرضى للطلمبة الموضحة فى (ملحق رسم 2-1) كل طلمـــبة يتم ادراتها بواسطة موتور ديناموميتر DC متغير السرعة يحمل على محامل محور ارتكاز ويتم تذويده بميزان زنبركى لقياس العزم وعداد لقياس السرعة .

يـــتم اخـــذ القـــدرة من التيار الترددى الرئيسى (AC mains) بواسطة متحكم ثيرستور ( Thyristor Controller) يتم حمل طقما الطلمبة على تروللى يحمل مستودع للماء .

يـــتم ســـحب المـــاء خلال صمام رداخ ( Foot Valve) ومصفاة (Strainer) ويتم اخذ تصريف الطلمبة خلال مقياس فنشورى مرة اخرى .

هـــنالك صمام على جانب التصريف المشترك وهنالك صمام على كل جانب سحب يتم تركيبهما بغرض التحكم فى ضغوط السحب والتصريف . يتم بيان الضغوط بواسطة مقاييس محملة بالياءات .

هنالك صمام باتجاهين يتم تركيبة على جانب التصريف لطلمبة المرحلة الاولى الذى يمكن بواسطته توجيه تصـــريف الطلمبة إلى طلمبة المرحلة الثانية . وبالتالى فان هذا الصمام يسمح للطلمبتين ان تكونا اما فى ترتيبة التوالى او التوازى .

كمية الانسياب يتم قياسها بواسطة مقياس فنشورى من بيرسيكس شفاف (Transpareut Perspex)(3).

**2.2 : مواصفات جهاز التجربة :-**

يتكون الجهاز من :-

2.2.1: زوج متماثل من مضخة الطرد المركزى بالخصائص التصميمة الاتية :-

التصريف Q= 1.5 Lit/ sec

السمت H = 8m

السرعة التصميمة N = 3000 rev / min

2.2.2: زوج متماثل من المحركات الكهربائية بالخصائص الاتية :-

التيار : امداد تيار مباشر D C

القدرة P = 75 KW

السرعة القصوى 3000 rev / min

التحكم : الكترونى نظام Thyristor

التقييد : حر الحركة مع اضافة شد بميزان زنبركى لقياس القوة

قياس السرعه : تاكوميتر الكترونى (رقمى ) مثبت على لوحة التحكم

2.2.3 : النظام الهيدروليكى يتالف من :-

أ- حوض سحب

ب- زوج من صمام رداخ لحوض السحب والطرد على المضختين .

ج- صمام تحكم على جهة السحب فى مضختين

د- صمام تحكم سمت التفريغ على خط التفريغ المشترك .

هـ-اجهزة ضغط (ساعة لقياس ضغطى السحب والضغط لكل مضخة ).

ز- جهاز فنشورميتر لقياس الانسياب .

ح- صمام تبديل (2- Way) حساب وضع التشغيل المطلوب {توالى - توازى }

# 3.0الفصل الثالث

## تصميم اجهزة المعيارة

**3.1 : تصميم اناء المعيارة :-**

3.1.1 : هنالك عدة اشكال يمكن تصميم اناء المعايرة منها (بسعة $50000cm^3$)

- شكل كروى
- شكل اسطوانى
- شكل مستطيل

بالنسبة للشكل الكروى يمكن صنعه من الفايبر وابعادة كما يلى :-

حجم الكرة $\frac{4}{3}\pi r^3$

$50000 = 4/3\ \pi r^3$

$\therefore r = 23\ Cm$

نصف قطر الكرة المستعملة فى اناء المعايرة = 23cm

- اما بالنسبة للشكل الاسطوانى يمكن حساب ابعادة كالاتى :-

حجم الاسطوانة = مساحة القاعدة × الارتفاع

اذا فرضنا ان قط الدائرة المستخدمة فى قاعدة الشكل = 30cm

$\therefore 50000 = L\ \pi\ (15)^2$

$\therefore L = 70cm$

حيث L هو الارتفاع للشكل المطلوب .

اما الشكل المستطيل :-

الحجم = الطول × العرض × الارتفاع

$50000 = 50 \times 40 \times 25$

$\therefore$ ابعاد المستطيل $= 50\ cm \times 40\ cm \times 25\ cm$

3.1.2: بعـــد الدراسة لتلك الحلول لاختيار وعاء المعايرة تم اختيار وعاء اسطوانى (برميل )قطرة 55cm ارتفاعه 43cm وذلك لان ابعادة ابعاد معيارية ومراعة لتكلفة التصنيع ولان المادة المصنع منها البرميل مادة جيدة (الفولاذ المطاوع ) .

**3.13: اناء المعايرة :-**

معيارة 50 لتر من الماء فى وعاء معايرة خارجى والذى هو عبارة عن نصف برميل قطرة 55cm وارتفاعه 43cm . لايجاد ارتفاع الماء فى الحوض لمعايرة 50 لتر يمكن استخدام المعادلة الاتية:

حجم الاسطوانة = مساحة القاعدة (الدائرة) × الارتفاع

$$L \times \pi d^2 / 4 = Cm^3$$

$$L \times \pi (55)^2 / 4 = 50000$$

$$L = 21Cm$$

:.لمعايرة 50 لتر من الماء نحتاج إلى ارتفاع منسوب الماء إلى طول قدرة 21cm .

**3.2: تصميم خزان الامداد :-**

3.2.1: مـــن تجربة امداد مستودع الجهاز من الشبكة الرئيسية المتاحة فى المعمل ، وجد ان معدل انسياب الماء فى صنبور الماء من الشبكة الرئيسية غير كافى لاعادة ملئ مستودع الجهاز وذلك للحفاظ على ثبات مسنوب الماء للانسياب المستمر .

تم التحقق من ذلك عن طريق التجربة التالية لمعرفة معدل التصريف فى الشكبة الرئيسية :-

وذلـــك باستخدام وعاء سعة 8 لتر وملئه من الشبكة الرئيسية عند اوقات مختلفة وتم اخذ الزمن المطلوب لملأ الوعاء عند كل وقت ، وكانت القراءات التالية :-

| | | |
|---|---|---|
| 1.at 7: 00 am | t= 60sec | Q= 8/60 = 0.13L/sec |
| 2.at 10: 00 am | t= 85sec | Q= 8/85 = 0.094L/sec |
| 3.at 12: 00 pm | t= 91sec | Q= 8/91 = 0.088L/sec |
| 4.at 16: 00 pm | t= 85sec | Q= 8/85 = 0.094L/sec |
| 5.at 19: 00 pm | t= 60sec | Q= 8/60 = 0.13L/sec |
| 6.at 22: 00 pm | t= 50sec | Q= 8/50 = 0.16L/sec |

حيث t = الزمن المطلوب لملأ الوعاء سعة 8 لتر بـــ(sec)

Q = معدل ابلتصريف بـــ(L / sec)

متوسط الكميات التصريف = $\frac{0.13+0.094+0.088+0.094+0.13+0.16}{6}$

= 0.116 L /sec

مـــن هذه التجربة تاكد ان التصريف من الشبكة الرئيسية اقل بكثير من التصريف لمضخه واحدة من مضخات الجهاز البالغ تصريفها 1.5 L/ sec

لذلـــك تـــم عمـــل خزان (برميل) لتعويض وامداد مستودع الجهاز بالماء لضمان اكمال المعايرة بالصورة المثلى دون حدوث سحب للهواء بواسطة المضخات

تم اختيار خزان التعويض بالمواصفات التالية :-

قطر دائرة الاسطوانه = 55 cm

الارتفاع = 86 cm

تم عمل ثقب فى منتصف قاعدة الخزان السفلى من نوع الثقوب الحادة، معامل التصريف لثقب حاد الحافه $cd = 0.62$ (2)

تم اخذ قراءة الثقب = 0.033m ( مساوٍ لقطر ماسورة خرج الجهاز )

ومن المعادلة $Q = cd\ a\sqrt{2gh}$

وباعتبار اقصى تصريف للجهاز = $1.5L/s$

$$1.5 * 10^{-3} = 0.62 \frac{\pi}{4} d^2 \sqrt{2 * 9.81 * 0.86}$$

$$d = 0.0274m$$

$$= 27.4mm$$

$$= 1¼ \text{ in}$$

حيث d= قطر الماسورة المطلوب لتصريف الخزان

3.2.2 تم اختيار المواسير على اساس ماسورة الخرج من الجهاز لكى لا يكون هنالك اختلاف فى مقدار التصريف الخارج من الجهاز والخارج من خزان الامداد ، حيث ان التصرف هو عباره عن المساحه فى السرعه وعلى حسب معادلة الاستمراريه $Q = A_1V_1 = A_2V_2$

تم القياس للقطر الداخلى لماسورة الخرج (0.033m ) باستخدام برجل قياس داخلى ،كزلك الماسورة الخارجة من خزان الامداد لملء مستودع الجهاز تم اخزها بنفس القطر (0.033m )

الابعاد :- طول الماسورة من انبوب الطرد الى اناء المعايرة 88cm،طول الماسورة من خزان الامداد إلى مستودع الجهاز بنفس قطرها وذلك للتحكم فى مستوى الانسياب ومراعاة لزيادة التدفق .

**3.2.3 حساب زمن تفريغ خزان الامداد :-**

عند استعمال خزان الامداد (برميل ) وبعد ملئه بالكامل وجد ان الزمن اللازم لتفريغ الخزان يعطى بالمعادله التاليه (2) :-

$$T = \frac{-A \times 2h^{½}}{Cd\ a\ (2g)}$$

حيث T = الزمن اللازم لتفريغ الخزان

A= مساحة الخزان

a= مساحة الثقب

h= ارتفاع الماء فى الخزان = 0.86 m

$$T = \frac{(0.55)^2 \pi/4 \times 0.86}{0.62 * \pi/4 \times (0.033)^2\ 2 \times 9.81}$$

$$T = 187.6 \text{ sec}$$

# 4.0 الفصل الرابع

## 4.1 تصنيع اجهزة المعايرة :-

تم اختيار اجهزة المعايرة والتى تتكون من خزان الامداد واناء المعايرة من براميل جاهزة ، والتى تتصف بان لها ابعاد معيا رية دقيقة تتمثل فى القطر 55cm والارتفاع 86 cm . وذلك لتقليل تكلفة التصنيع ولما تمتاز به من متانه ومقاومة جيدللصدا بعد الطلاء .

### 4.1.1 خزان الامداد :-

تم ثقبه فى منتصف قاعدته السفلى بالمقاسات المذكورة سابقاً (1¼ in) ، وذلك باستخدام مثقاب يدوى وتم التشطيب بوسطة مبرد دائرى . تم لحام الثقب مع ماسورة بنفس القطر (1¼in) ، التى بواسطتها تتم عملية تفريغ البرميل لتعويض الفاقد من مستودع الجهاز .

### 4.1.2 اناء المعايرة :-

تم ثقب اناء المعايره ثقبين فى اسفله احداهما لتفريغ الاناء بتوصيله مع ماسورة فى اخرها صمام ( بلف ) والاخر تم توصيله بخرطوم ماء شفاف ، يصل هذا الخرطوم منتصف قاعدة الاناء بحافته العليا ، تم ملئ هذا الخرطوم بسائل ملون يستخدم هذا الخرطوم لقياس ارتفاع منسوب الماء داخل اناء المعايرة ، حيث يضغط الماء على السائل الملون الذى يرتفع على طول الخرطوم إلى اعلى ليعطى مقياس منسوب الماء خطياً ، ويتم قراءة ارتفاع المنسوب بواسطة تدريج ( سنتمترى ) موضوع بمحازاة الخرطوم وعلى طوله .

4.1.3 هذه الثقوب وصلت مع المواسير باللحام ، ولمنع حدوث التسرب تم ملئ منطقة اللحام بالفايبر ، ايضاً تم عمل شريط مانع للتسرب فى منطقة القلووظ فى المواسير .

4.1.4 كل من اناء المعايره وخزان الامداد تم وضعهما على قواعد مصنعه من الفولاذ ( زوي 2 بوصة ) وتم تصنيعها بواسطة اللحام .

**ابعاد القواعد :-**

قاعدة اناء المعايره مربعه الشكل طول ضلعه 59 cm وارتفاعه 27.5 cm

قاعدة خزان الامداد مربع الشكل طول ضلعة 59 cm وارتفاعه 90 cm

# 5.0 الفصل الخامس

## 5.1 خطوات معايرة مقياس الفنشورى :-

5.1.1 يتم فصل ماسورة تصريف الخرج اسفل مقياس الفنشورى ( عند مدخلها إلى المستودع ) ويتم إعادة توجيه الانسياب إلى خزان معايره ( weighing tank) . (رسم 5-2)

5.1.2 للحفاظ على منسوب الماء فى المستودع عند معايرة الفنشورى يتم توصيل ماسورة من خزان الامداد إلى مستودع الجهاز لتعويض الماء المسحوب بواسطة المضخات ، كما تحتوى الماسورة على صمام للتحكم فى كمية الماء المنسابه إلى المستودع .

5.1.3 يتم تسجيل الزمن المطلوب (t) لتصريف ماء مقداره 50 لتر فى خزان قياس خطى . يتم ايضاً اخذ قراءة العلو المقابل فى مانوميتر شكل حرف U .

5.1.4 يتم تكرار الخطوة عاليه (5.1.3)عند احدى وعشرون وضعاً ضبطاً باستخدام سرعات مختلفة (1000 ⟵ 3000) rev / min لتغطية مدى معدل الانسياب بالكامل .

5.1.5 معدل الانسياب (Q) يتم حسابه كالاتى :-

$$Q\ (\text{liter/s}) = \frac{\text{حجم الماء الذى يحتل } 50.000\text{cm}^3}{\text{الزمن المطلوب لتصريف هذا المقدار}}$$

5.1.6 يتم رسم منحنى علو التصريف $(\sqrt{h})$ ضد معدل الانسياب (Q)

ومنه يمكن حساب قيمة المقدار الثابت (C) ( ميل المنحنى = c ) .

$$Q = c\sqrt{h}$$

رسم (5.1)

## 5-2 الاختبارات والحسبات :-

تم اجراء الاختبارات الاربعة (طلمبة المرحلة الاولى المفردة – طلمبة المرحلة الثانية المفردة– الطلمبتين على التوالى – الطلمبتين على التوازى) ، واخذت احدى وعشرين قراءة لعلوى التصريف والزمن المقابل لملأ اناء المعايرة فى عدة سراعات مختلفة تتروح بين1000 – 3000rev / min وتم حساب $\sqrt{h}$ ومعدل الانسياب الحقيقى (Q) بواسطة المعادلة :-

$$Q = \frac{50\ \text{Liter}}{\text{الزمن (T)}}$$

{ ملحق جدوال (5-1) (5-2) (5-3) (5-4) }

5-2-1 من هذه الحسابات تم رسم منحى لكل مرحلة بين { $\sqrt{h}$،Q} ومنه تم حساب الميل لهذه المنحنيات لافضل خط مستقيم يمر باكثر النقاط من المعادلة

$$Q = c \sqrt{h}$$

حيث c = ثابت التناسب (ثابت الفنشورى)

5.2.1.1 :ايجاد قيمة الثابت من منحنى طلمبة المرحلة الاولى المفردة (ملحق مخطط 5-a1)

بعد رسم كل النقاط لكل من { $\sqrt{h}$،Q} فى مخطط رسم بيانى تم حساب ميل الخط المستقيم

$$\tan\theta = y/x$$

حيث $Q = y$ ، $\sqrt{h} = X$

$$\tan\theta = 0.16/0.83$$
$$= 0.193$$
$$\therefore c = 0.193$$

5.2.1.2 :ايجاد قيمة الثابت من منحنى طلمبة لمرحلة الثانية المفردة ( ملحق مخطط 5-a2)

$$\tan\theta = 0.3/1.5$$
$$= 0.2$$
$$\therefore c = 0.2$$

5.2.1.3 : ايجاد قيمة لثابت من منحنى الطلمبتين على التوالى (ملحق مخطط 5-a3)

$$\tan\theta = 0.56/2.9$$
$$= 0.193$$
$$\therefore c = 0.193$$

5.2.1.4 : ايجاد قيمة الثابت من منحنى طلمبتين على التوازى (ملحق مخطط 5-a4)

$$\tan\theta = 1/4.9$$
$$= 0.204$$
$$\therefore c = 0.204$$

5.2.2 ايجاد قيمة الثابت ( c ) بواسطة معادلة الخط المستقيم االافضل الذى تم رسمة باستخدام الحاسوب ( برنامج orgin ) :

5.2.2.1 ايجاد قيمة الثابت من معادلة الخط المستقيم لطلمبة المرحلة الاولى المفردة ( محلق مخطط 5-a5) :

معادلة لخط المستقيم

$$y=0.06862 + 0.19784x$$

الميل $dy/dx = 0.19784$

$\therefore c=0.19784$

5.2.2.2 ايجاد قيمة الثابت من معادلة الخط المستقيم لطلمبة المرحلة الثانية المفردة (ملحق مخطط 5-a6 )

معادلة الخط المستقيم

$$y = 0.0\ 5569 + 0.20285x$$

$$dy/dx = 0.20285$$

$\therefore c=0.203$

5.2.2.3 ايجاد قيمة الثابت من معادلة الخط المستقيم لطلمبتين على التوالى( ملحق مخطط 5-a7)

معادلة الخط المستقيم

$$y=0.10103 + 0.19767x$$

$$dy / dx = 0.19767$$

$$c = 0.198$$

5.2.2.4 ايجاد قيمة الثابت من معادلة الخط المستقيم لطلمتين على التوازى ( ملحق مخطط 5-a8)

معادلة الخط المستقيم

$$y = 0.04994 + 0.20265x$$

$$dy/dx = 0.20265$$

$\therefore c = 0.203$

# 6.0 الفصل السادس

## 6.1 مناقشة النتائج :-

من الحسابات التى اجريت لكل مرحلة من المراحل المذكورة سابقاً لاثبات قيمة الثابت ( c ) وجد ان قيمة فى كل مرحلة قريبه جداً او مطابقة للقيمة التصميمية للفنشورى الماخوذه من المنتج والتى تساوى 0.2 .

كانت لنتائج المتحصله كالاتى :

١- بالنسبة لطلمبة المرحلة الاولى المفردة والطلمبتين على التوالى تساوى 0.193

٢- اما بالنسبة لطلمبة المرحلة الثانية المفردة ، وللطلمبتين على التوازى تساوى 0.2

تم حساب ذلك بواسطة الرسم البيانى لكل من معدل الانسياب Q والذى يمثل المحور الصادى ضد الجزر التربيعى ل h علو التصريف على المحور السينى ، وعمل نقاط لكل السرعات واخذ افضل خط مستقيم ، ومن ميله تم الحصول على القيم اعلاه ،

تم التاكد من هذه القيم المتحصلة من الرسم البيانى اليدوى باستعمال الحاسوب حيث تم ادخال البيانات السابقة فيه ، وتحصل على معادلات الخط المستقيم والتى من خلالها تم حساب ( c ) وكانت النتائج التاليه :

بالنسبة للحاله ( ١) كانت ( c ) تساوى 0.198 ، اما الحاله ( ٢) فكانت ( c ) تساوى 0.204 .

باخذ متوسطات للقيم عاليه تم الحصول على قيمة للثابت مقدارها 0.2 والتى هى مطابقة تماماً للقيمة المعياريه التى وضعها مصنع الجهاز .

ويمكن اعزاء التفاوت الطفيف فى قيم ثابت الفنشورى c للاتى :

١- عدم امتلاء مدخل وعنق الفنشورى تماماً للماء نتيجه للتباين الطفيف فى معدل الانسياب الحجمى للماء فى كل من حالتى الطلمبه المفردة ، التوالى والتوازى ( عدم تحقيق شرط معادلة الاستمراريه)

٢- عدم توفر الدقة الكافيه فى اخذ القراءات بالطريقة المتبعة عاليه .

# 7.0الفصل السابع

## 7.1 الخاتمة

1- تم تنفيذ معايرة الفنشورى بعد معالجة الصعوبات والتى تتمثل فى :

أ- الخزان الوحيد المتاح بسعه 60 لتر المستخدم كخزان قياس سعته صغيره جداً ولاتتناسب مع معـــدل الانسياب العالى نسبياً لطقم المرحلتين . ايضاً القياس الخطى المتراكب على الخزان ليس بالدقه الكافيه

ب – معـــدل انســـياب الماء فى صنبور امداد الماء من الشبكة الرئيسية المتاحه فى المعمل غير كاف لاعادة ملء مستودع الجهاز .

2 – تم الحصول على نتائج مقنعة لاختبار معايرة الفنشورى فىكل مراحل الاختبار (الطلمبة الاولى المفردة – الثانية المفردة – الطلمبتين على التوالى – الطلمبتين على التوازى ) .

3 – هنالك فواقد نتيجة للاحتكاك فى المواسير والاكواع مما يؤثر على السرعة وبالتالى الزمن لملء اناء المعايرة .

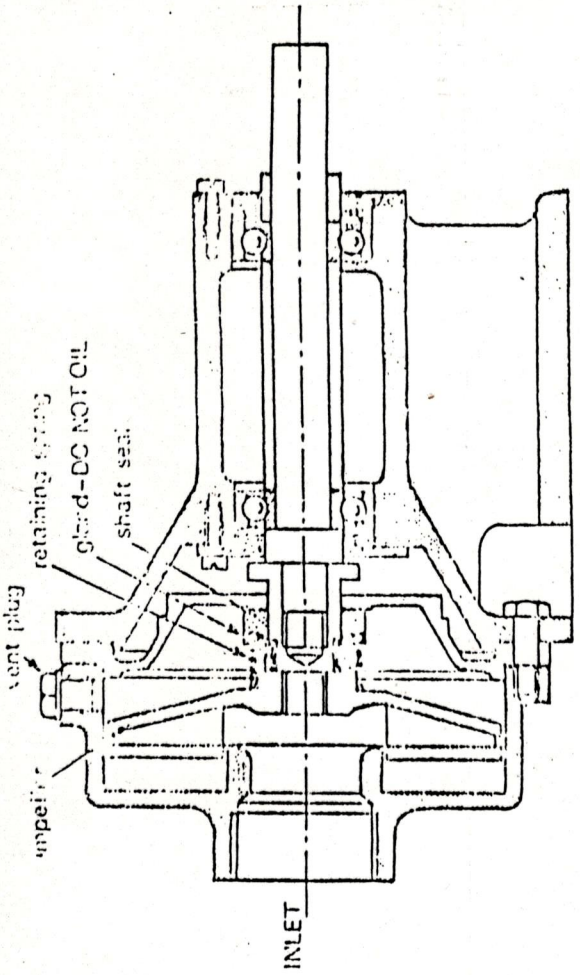
4 – هنالك صعوبة فى تفريغ اناء المعايرة بعد اجراء التجربة .

## 7.2 التوصيات

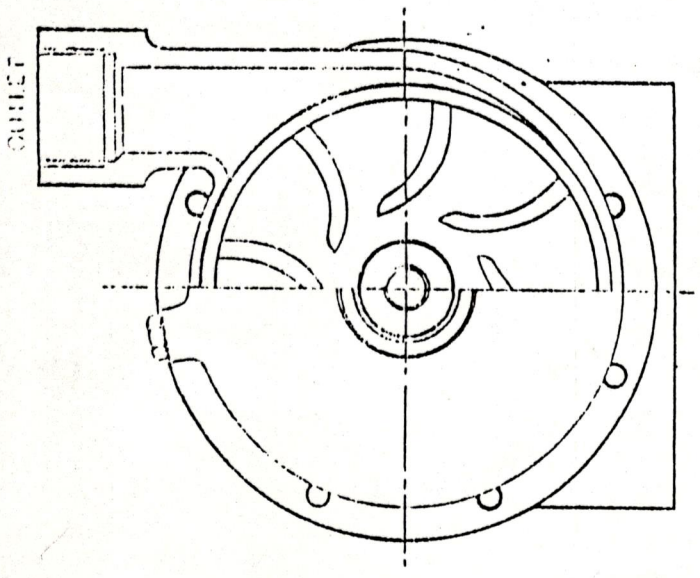
1 – صمام التحكم (بلف ) فى تفريغ خزان الامداد الى مستودع الجهاز يتم التحكم فيه بدقة لمنع عملية سحب الهواء بواسطة المضخات .

2 – لابد من التأكد من وجود الماء فى مستودع الجهازوخزان الامداد قبل تجارب المعايرة .

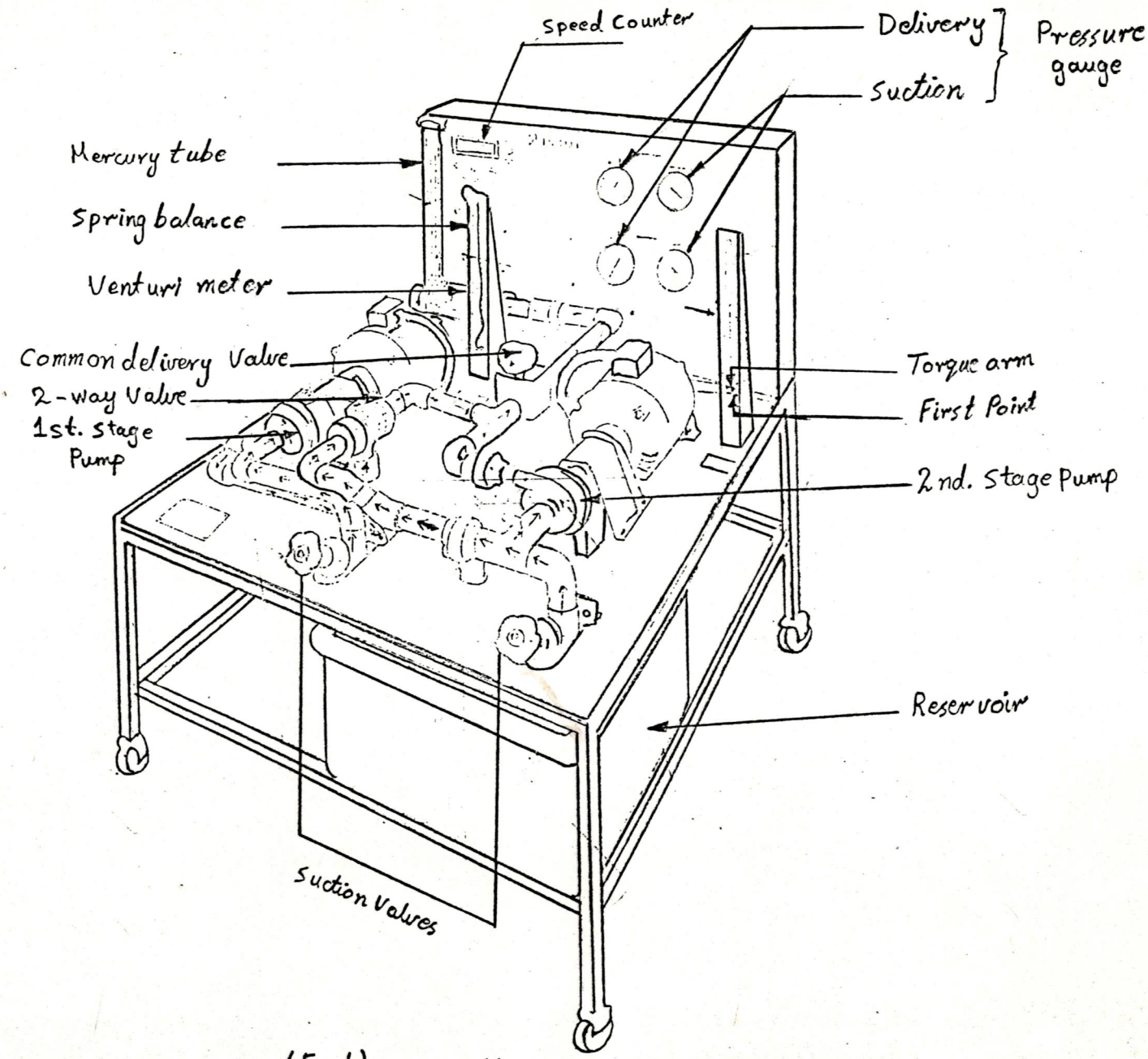
3 – تفاديا لمشكلة التفريغ لاناء المعايرة لا بد من عمل مضخة لارجاع الماء الى خزان الامداد .


vent plug
retaining spring
gland-DO NOT OIL
shaft seal
impeller
INLET

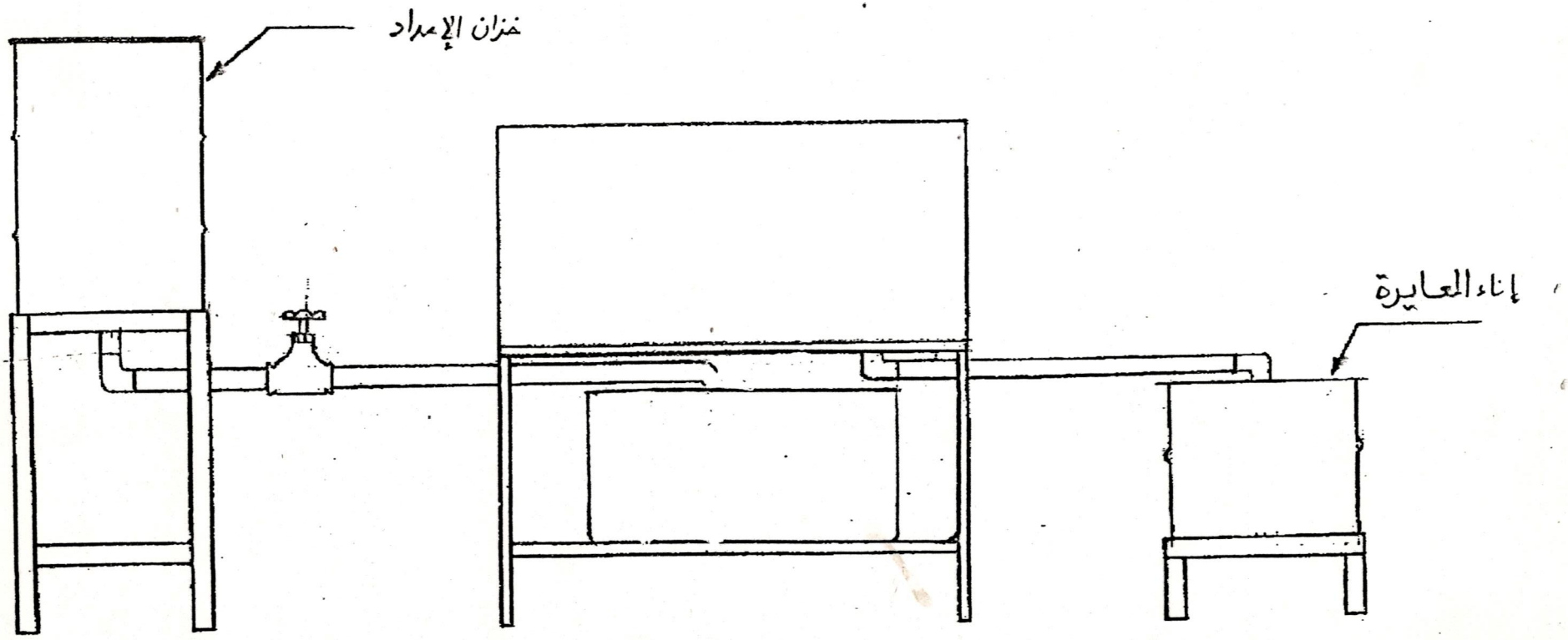
رسم (2-2)


OUTLET

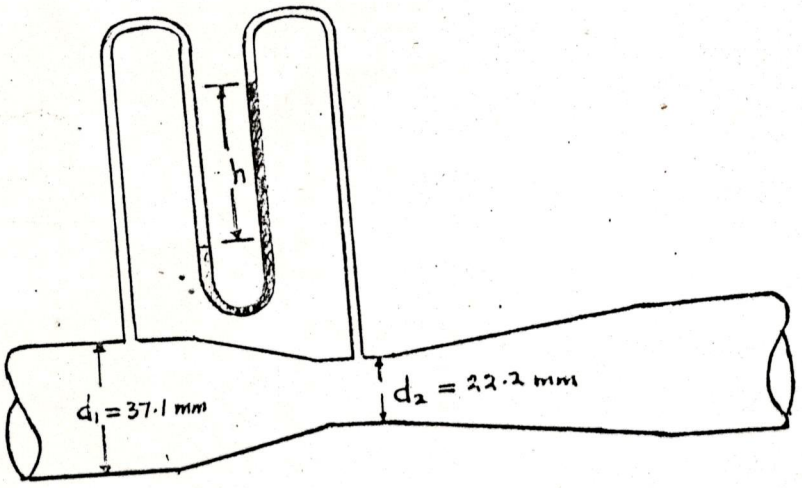
رسم (2-1)


Speed Counter
Delivery
Suction
Pressure gauge
Mercury tube
Spring balance
Venturi meter
Common delivery Valve
2-way Valve
1st. stage Pump
Torque arm
First Point
2nd. Stage Pump
Reservoir
Suction Valves

(5-1) رسم




رسم (2-5)




(5-3) رسم

# معايرة المنشور لطلمبة المرحلة الاولى

## جدول (1-5)

| السـرعة Rev/ min | وعاء المعايرة Liter | الـزمن Sec | علو التصريف(h) mm Hg | $\sqrt{h}$ | معدل الانسياب الحقيقي Q(l/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| 3000 | 50 | 36 | 44 | 6.633 | 1.39 |
| 2900 | | 38 | 41 | 6.403 | 1.315 |
| 2800 | | 39 | 37 | 6.082 | 1.28 |
| 2700 | | 41 | 34 | 5.83 | 1.219 |
| 2600 | | 42 | 32 | 5.656 | 1.190 |
| 2500 | | 43 | 28 | 5.29 | 1.16 |
| 2400 | | 46 | 26 | 5.09 | 1.086 |
| 2300 | | 48 | 24 | 4.898 | 1.04 |
| 2200 | | 50 | 22 | 4.690 | 1 |
| 2100 | | 52 | 20 | 4.47 | 0.96 |
| 2000 | | 55 | 18 | 4.24 | 0.909 |
| 1900 | | 59 | 16 | 4 | 0.847 |
| 1800 | | 64 | 15 | 3.87 | 0.78 |
| 1700 | | 66 | 12 | 3.46 | 0.757 |
| 1600 | | 71 | 10 | 3.16 | 0.7 |
| 1500 | | 76 | 9 | 3 | 0.657 |
| 1400 | | 82 | 8 | 2.828 | 0.609 |
| 1300 | | 91 | 7 | 2.64 | 0.55 |
| 1200 | | 102 | 5 | 2.236 | 0.49 |
| 1100 | | 114 | 3 | 1.73 | 0.44 |
| 1000 | | 126 | 2 | 1.4 | 0.396 |

# معايرة الفنشوري لطلمبة المرحلة الثانية

## جدول (2-5)

| السـرعة Rev/ min | وعاء المعايرة Liter | الـزمن Sec | علو التصريف(h) mm Hg | $\sqrt{h}$ | معدل الانسياب الحقيقي Q(l/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| 3000 | 50 | 33 | 51 | 7.14 | 1.515 |
| 2900 | | 35 | 48 | 6.928 | 1.428 |
| 2800 | | 36 | 44 | 6.63 | 1.388 |
| 2700 | | 37 | 41 | 6.40 | 1.35 |
| 2600 | | 38 | 38 | 6.16 | 1.31 |
| 2500 | | 40 | 35 | 5.916 | 1.25 |
| 2400 | | 41 | 33 | 5.74 | 1.219 |
| 2300 | | 43 | 30 | 5.477 | 1.16 |
| 2200 | | 45 | 27 | 5.196 | 1.1 |
| 2100 | | 46 | 25 | 5 | 1.086 |
| 2000 | | 47 | 23 | 4.799 | 1.06 |
| 1900 | | 51 | 19 | 4.358 | 0.98 |
| 1800 | | 54 | 18 | 4.24 | 0.925 |
| 1700 | | 57 | 16 | 4 | 0.877 |
| 1600 | | 60 | 15 | 3.87 | 0.83 |
| 1500 | | 61 | 14 | 3.74 | 0.819 |
| 1400 | | 65 | 12 | 3.46 | 0.769 |
| 1300 | | 71 | 10 | 3.16 | 0.70 |
| 1200 | | 74 | 9 | 3 | 0.675 |
| 1100 | | 82 | 8 | 2.828 | 0.609 |
| 1000 | | 92 | 7 | 2.645 | 0.543 |

# معايرة المنشور لطلمبتين على التوالي

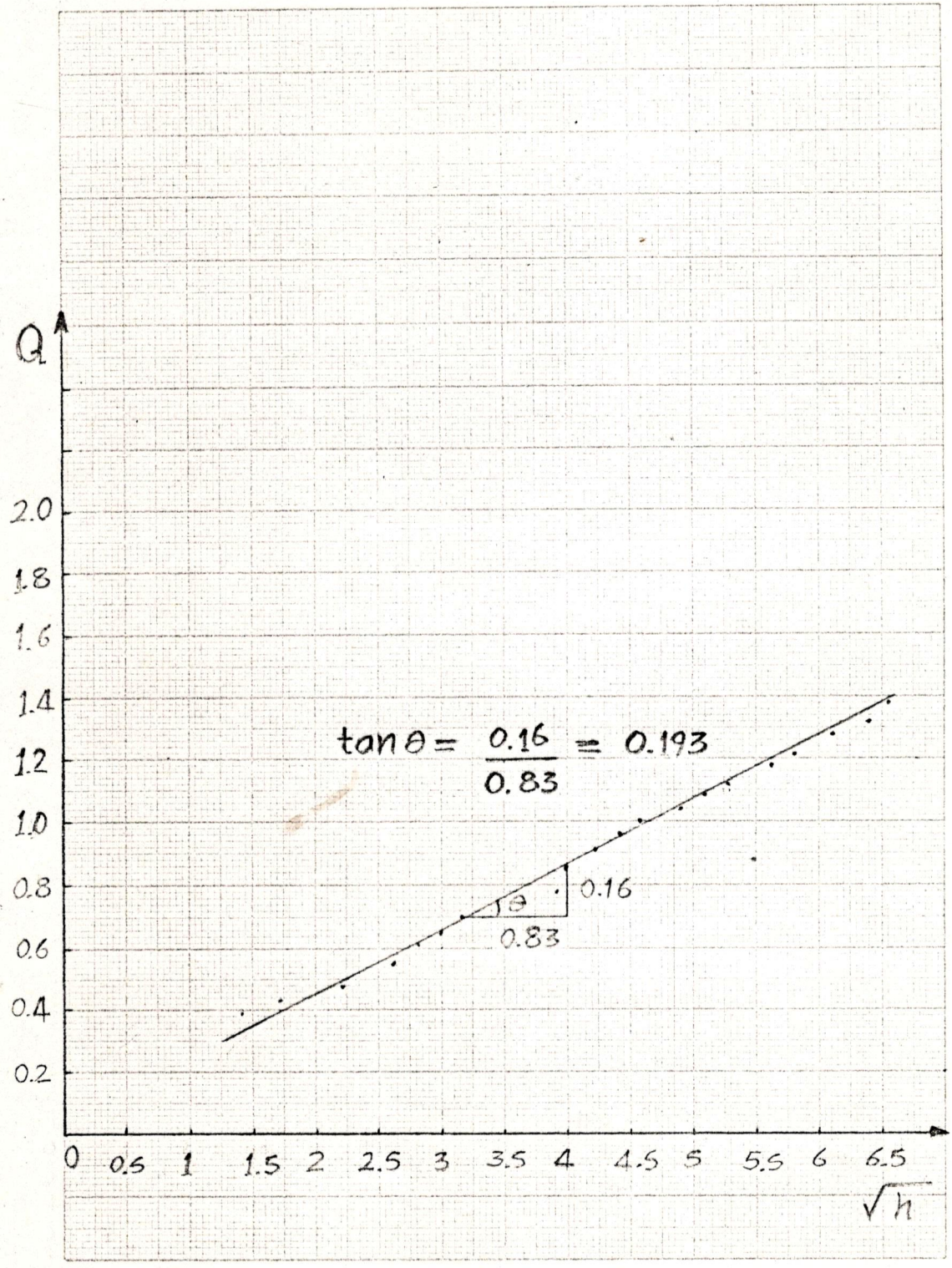
## جدول (3-5)

| السرعة Rev/ min | وعاء المعايرة Liter | الزمن Sec | علو التصريف(h) mm Hg | $\sqrt{h}$ | معدل الانسياب الحقيقي Q(l/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| 3000 | 50 | 25 | 93 | 9.643 | 1.989 |
| 2900 | | 25.79 | 87 | 9.327 | 1.938 |
| 2800 | | 26 | 80 | 8.944 | 1.924 |
| 2700 | | 28 | 76 | 8.717 | 1.801 |
| 2600 | | 29 | 71 | 8.426 | 1.746 |
| 2500 | | 30 | 66 | 8.124 | 1.685 |
| 2400 | | 31 | 60 | 7.745 | 1.604 |
| 2300 | | 33 | 53 | 7.28 | 1.527 |
| 2200 | | 34 | 46 | 6.782 | 1.469 |
| 2100 | | 36 | 40 | 6.324 | 1.387 |
| 2000 | | 38 | 38 | 6.164 | 1.327 |
| 1900 | | 40 | 35 | 5.916 | 1.263 |
| 1800 | | 42 | 30 | 5.477 | 1.193 |
| 1700 | | 44 | 25 | 5 | 1.134 |
| 1600 | | 48 | 21 | 4.582 | 1.031 |
| 1500 | | 51 | 19 | 4.458 | 0.989 |
| 1400 | | 54 | 17 | 4.123 | 0.919 |
| 1300 | | 59 | 15 | 3.872 | 0.847 |
| 1200 | | 65 | 13 | 3.605 | 0.775 |
| 1100 | | 71 | 10 | 3.16 | 0.703 |
| 1000 | | 78 | 8 | 2.828 | 0.645 |

# معايرة المنشور لطلمبتين على التوازي

## جدول (4-5)

| السرعة Rev/ min | وعاء المعايرة Liter | الزمن Sec | علو التصريف(h) mm Hg | $\sqrt{h}$ | معدل الانسياب الحقيقي Q(l/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| 3000 | 50 | 18 | 177 | 13.304 | 2.777 |
| 2900 | | 19 | 161 | 12.688 | 2.631 |
| 2800 | | 20.01 | 150 | 12.247 | 2.499 |
| 2700 | | 20 | 139 | 11.798 | 2.5 |
| 2600 | | 21 | 129 | 11.357 | 2.380 |
| 2500 | | 22 | 119 | 10.908 | 2.172 |
| 2400 | | 23 | 107 | 10.344 | 2.173 |
| 2300 | | 25 | 101 | 10.049 | 2 |
| 2200 | | 26 | 91 | 9.539 | 1.932 |
| 2100 | | 27 | 81 | 9 | 1.851 |
| 2000 | | 29 | 72 | 8.485 | 1.724 |
| 1900 | | 30 | 64 | 8 | 1.660 |
| 1800 | | 32 | 55 | 7.416 | 1.562 |
| 1700 | | 34 | 48 | 6.958 | 1.47 |
| 1600 | | 36 | 42 | 6.48 | 1.388 |
| 1500 | | 39 | 37 | 6.08 | 1.282 |
| 1400 | | 42 | 32 | 5.656 | 1.190 |
| 1300 | | 45 | 27 | 5.196 | 1.111 |
| 1200 | | 49 | 22 | 4.69 | 1.020 |
| 1100 | | 54 | 18 | 4.24 | 0.92 |
| 1000 | | 58 | 16 | 4 | 0.862 |


Q
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
6
6.5
$\sqrt{h}$
$\tan\theta = \frac{0.16}{0.83} = 0.193$
θ
0.16
0.83

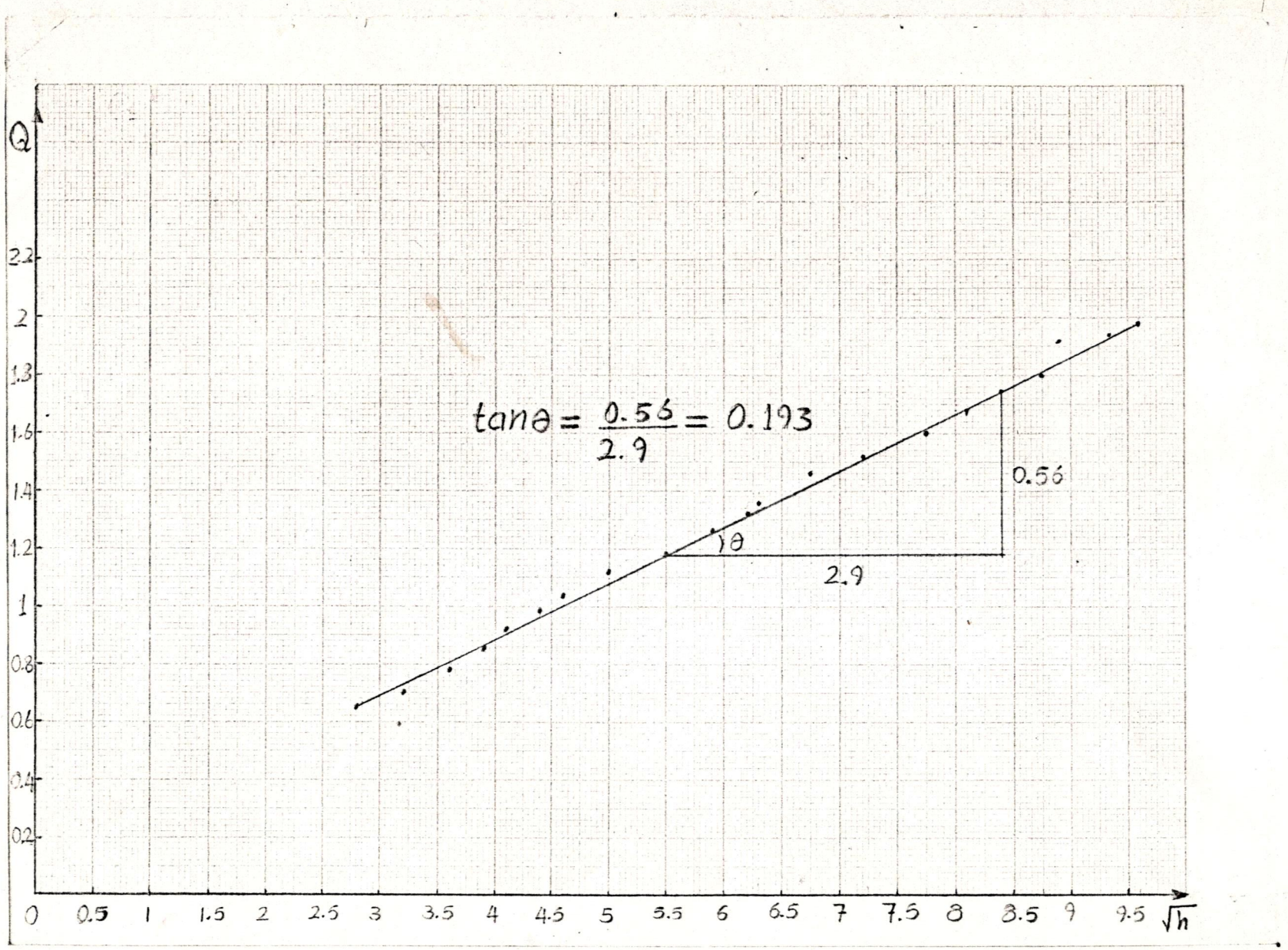
5-d1 bbc

ط

$\tan\theta = \frac{0.3}{1.5} = 0.2$
0.3
1.5
θ
0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 $\sqrt{h}$
0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.6

شكل 2-5

شكل 5-d3

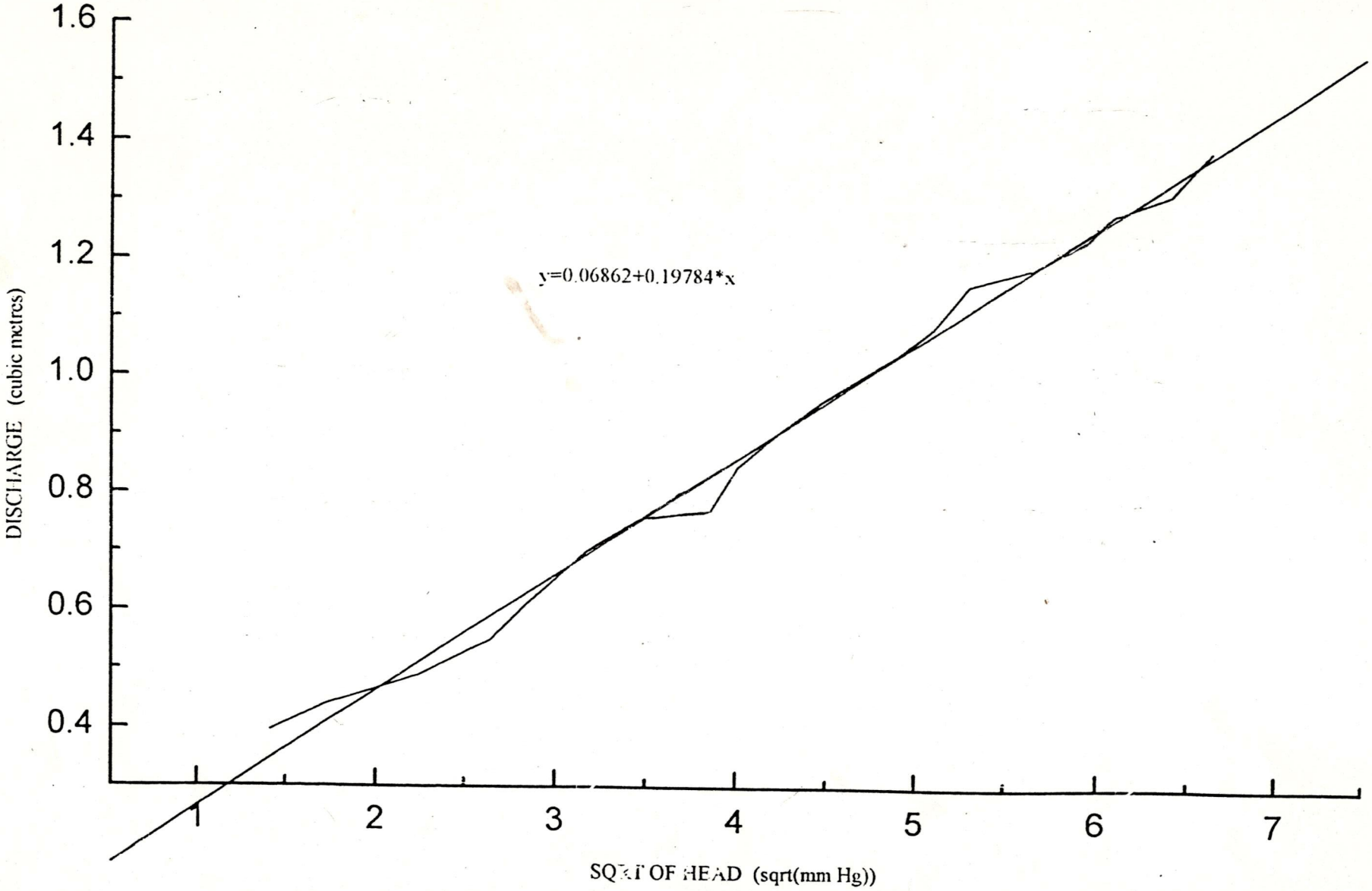

Q
2.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
6
6.5
7
7.5
8
8.5
9
9.5
√h
tanθ = 0.56 / 2.9 = 0.193
0.56
θ
2.9

Q
4
3.6
3.2
2.8
2.4
2
1.6
1.2
0.8
0.4
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
$\sqrt{h}$
$\tan\theta = \frac{1}{4.9} = 0.204$
1
10
4.9

شكل 5-24

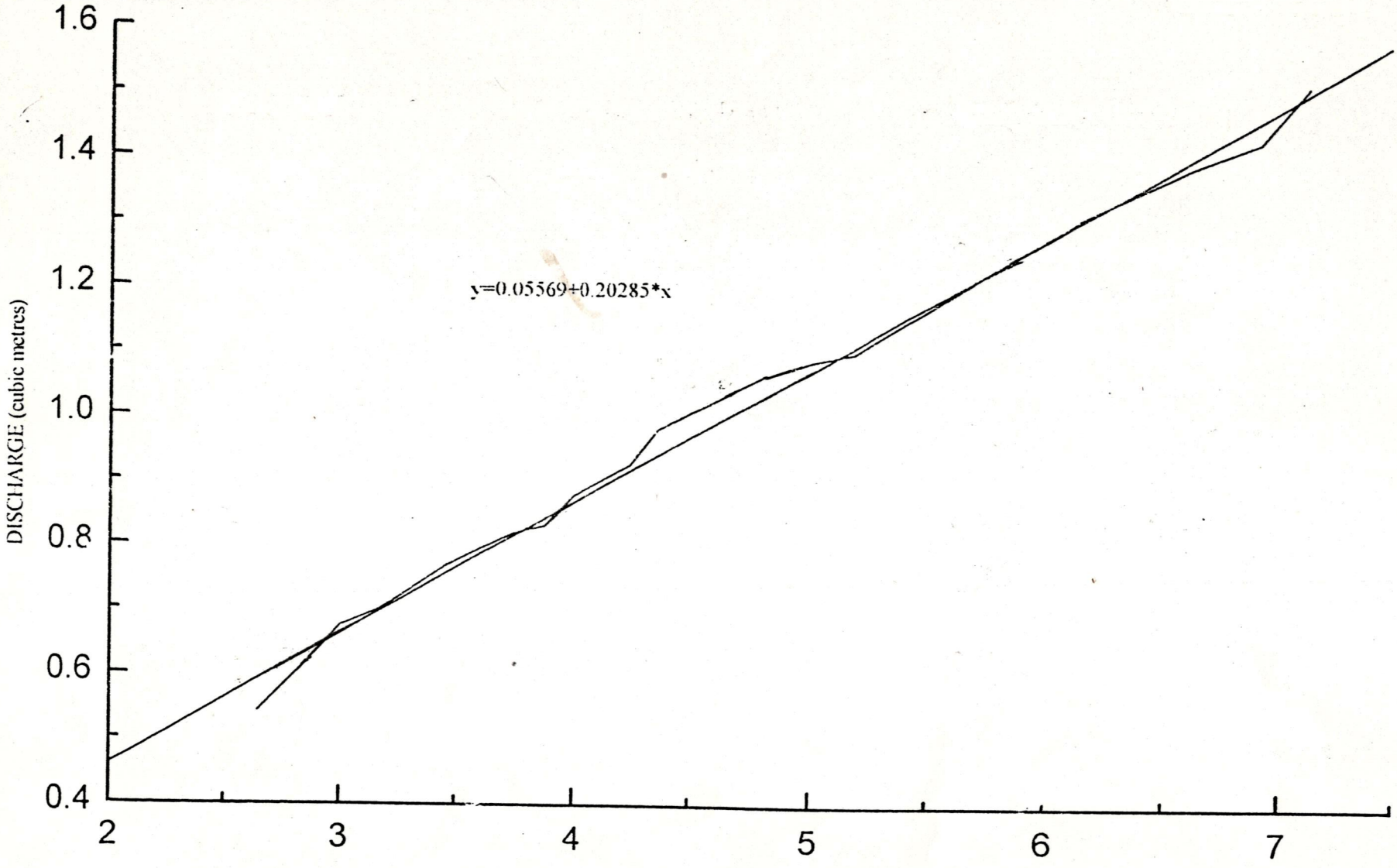
ل

VARIATION OF (Q) VS. (SQRT(H)) -1ST. STAGE-

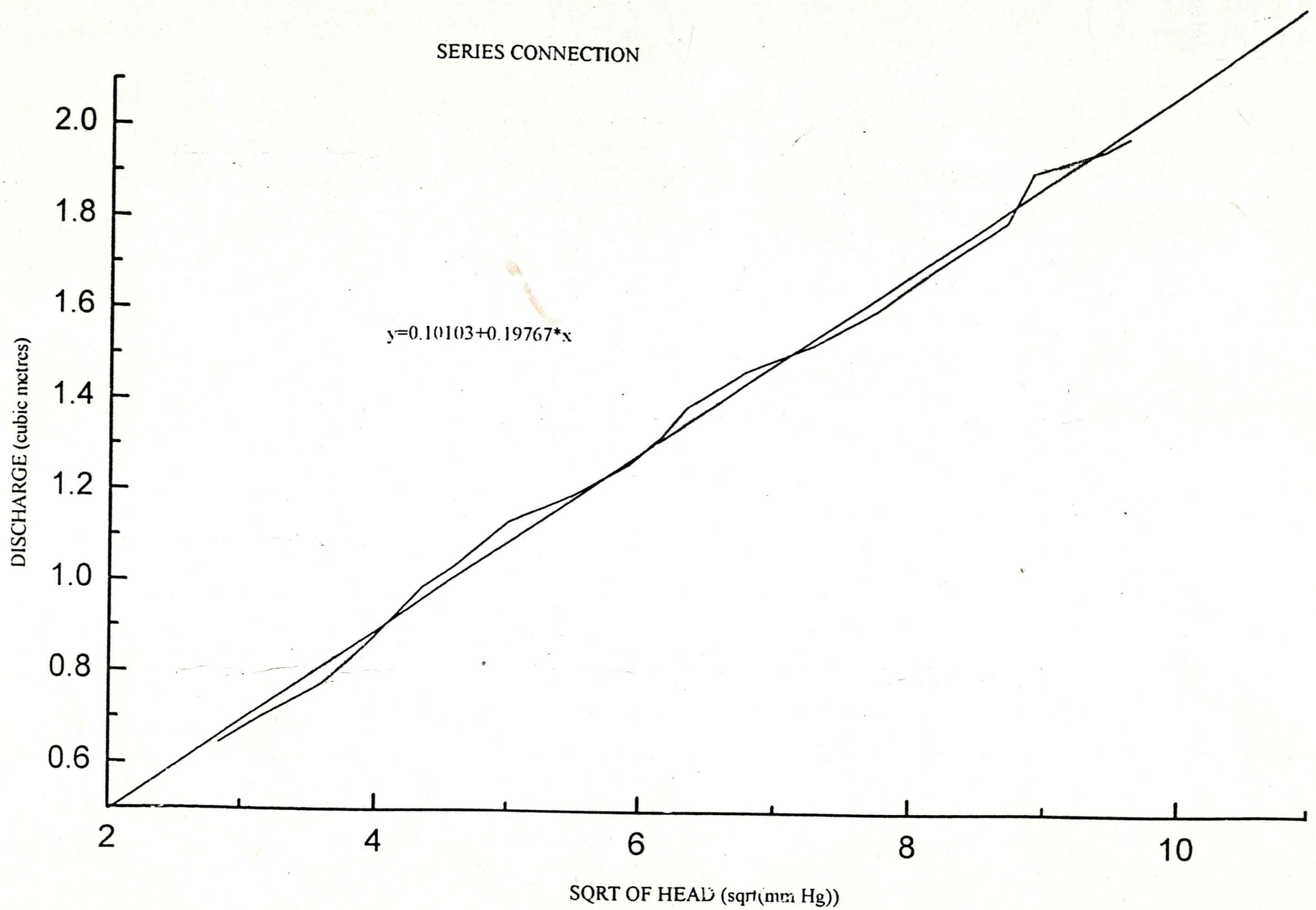



(5-25) جدول

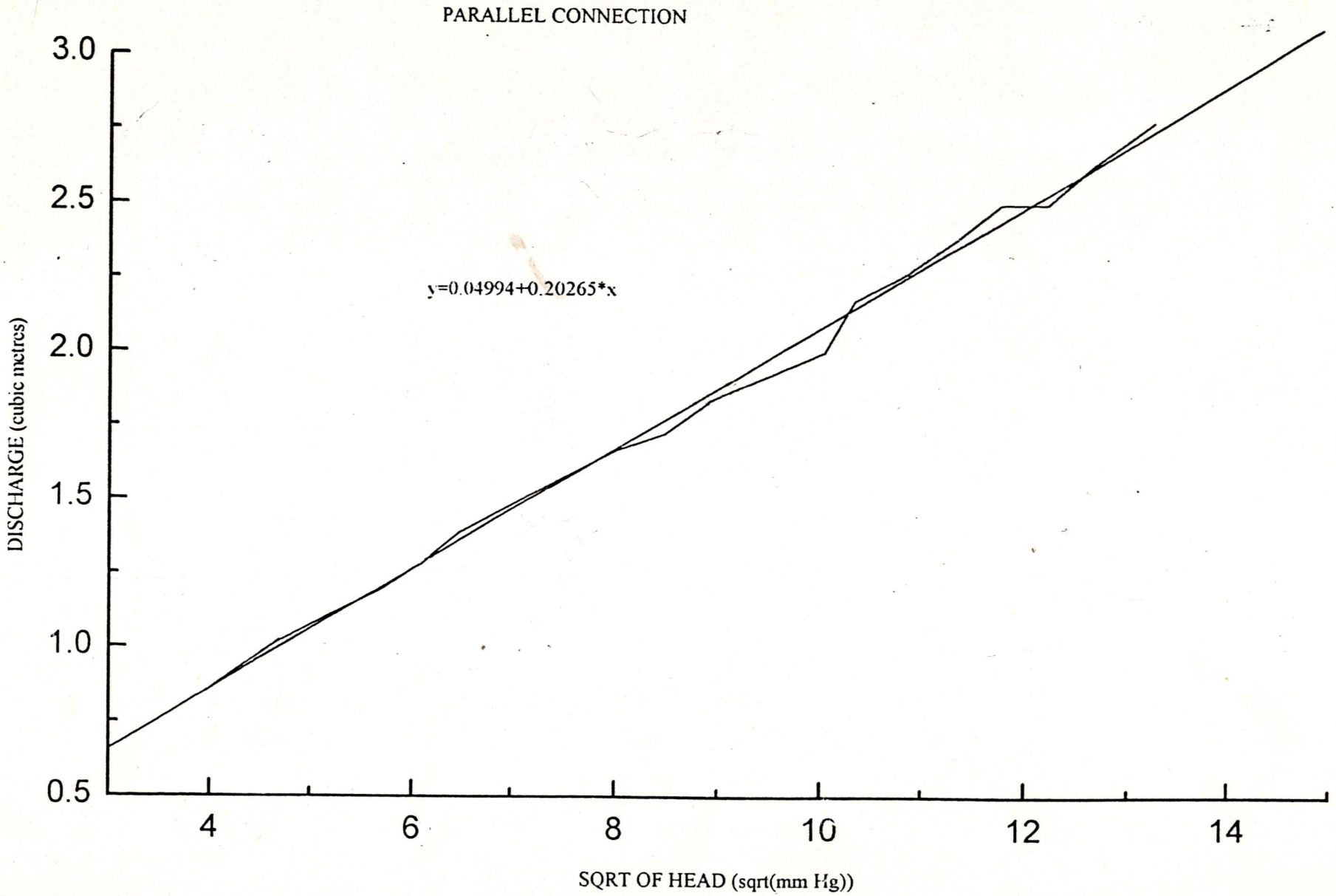
2ND. STAGE




(5-26) مخطط


SERIES CONNECTION
y=0.10103+0.19767*x
DISCHARGE (cubic metres)
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
2
4
6
8
10
SQRT OF HEAD (sqrt(mm Hg))

(5-87) bbs


PARALLEL CONNECTION
y=0.04994+0.20265*x
DISCHARGE (cubic metres)
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
4
6
8
10
12
14
SQRT OF HEAD (sqrt(mm Hg))

(5-08) bbc

# جدول تكلفة المواد

| رقم | الصنف | الكمية | السعر |
|---|---|---|---|
| 1 | برميل فارغ بحالة جيدة | 2 | ٦٠٠٠ |
| 2 | ماسورة مياه ¼ 1 بوصه بطول ¼ 2 متر | 1 | ٢٥٠٠ |
| 3 | صمام (بلف) ¼ 1 بوصه | 1 | ١٧٠٠ |
| 4 | صمام (بلف) ½ بوصه | 1 | ٤٠٠ |
| 5 | كوع ¼ 1 بوصه | 3 | ١٥٠٠ |
| 6 | جلبه ¼1 بوصه | 1 | ٥٠٠ |
| 7 | زاويه 2 بوصه بطول 6 أمتار | 2 | ٥٢٠٠ |
| 8 | شريط مدرج (متر) | 1 | ٤٠٠ |
| 9 | شريط مانع للتسرب | 1 | ١٠٠ |
| 10 | خرطوش شفاف 2 متر | 1 | ٣٠٠ |
| 11 | بوهية (كريم) | ½ جالون | ٢٥٠٠ |
| 12 | فرشاة طلاء | 1 | ٢٠٠ |
| 13 | زجاجة ثنر لحل البوهية | 2 | ١٠٠ |
| | | | ٢١٠٠٠ دينار |

# المراجع

(١) ميكانيكا الموائع والدقائق - محمد تقى داود الكامل، المكتبة الوطنية- بغداد- ١٩٨٦ – مديرية دار الكتب للطباعة والنشر.

(2) حلول مسائل ميكانيكا الموائع – الجزء الثانى

J.F.Douglas MSC PhD DIC ACGI CENG MICE MIMechE

Long man Scientici & Technical - New York.

(3) كتلوج جهاز إختبار المضخات – معمل الحراريات – كلية الهندسة - عطبرة.