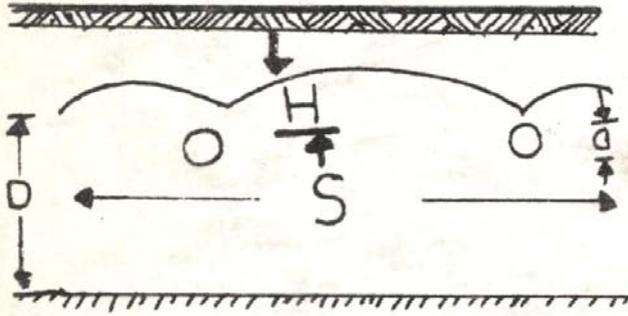


# هندسة الصرف الزراعي



$$S = \frac{2\pi K T}{\left[ \ln\left(\frac{2S}{\pi d}\right) \left\{ \mu \ln\left(\frac{H_0}{H}\right) - 9.06 T \right\} \right]}$$

مهندس مدني  
دكتور  
حلمي أحمد بكر

قسم الأراضي والمياه  
كلية الزراعة جامعة الإسكندرية

دار المطبوعات الجديدة

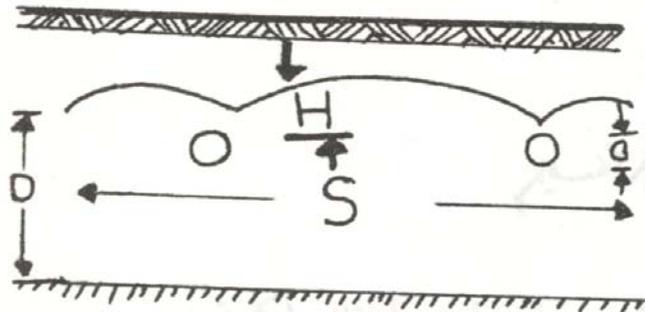
ت ٤٨٢٥٥٠٨

الإسكندرية

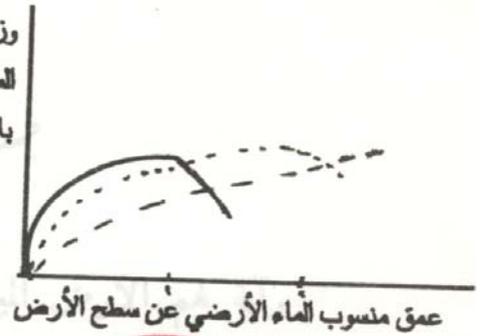
1-5-630-1

1-5-630-1

# هندسة الصرف الزراعي



وزن  
المحصول  
بالطن



$$S = \frac{2\pi K T}{\left[ \ln\left(\frac{2S}{\pi d}\right) \left\{ \mu \ln\left(\frac{H_0}{H}\right) - \rho_0 C T \right\} \right]}$$

عمق منسوب الماء الأرضي عن سطح الأرض



مهندس مدني

دكتور

حلمي أحمد بكر

قسم الأراضي والمياه  
كلية الزراعة جامعة الإسكندرية

دار المطبوعات الجديدة

ت: ٤٨٢٥٥٠٨

الإسكندرية

# محتويات الكتاب

## الباب الأول

### مقدمة

صفحة

- ١ ... (Drainage) الصرف
- ١ ... كيف تتم عملية الصرف ؟
- ١ - الصرف بواسطة غزو أو اقتحام الهواء
- ١ (Drainage by air invasion)
- ٢ ب - الصرف بواسطة التماسك (Drainage by consolidation)
- ٢ - الصرف عن طريق التجفيف (Drainage by desiccation)
- ٣ د - الصرف البيولوجي (Biological drainage)
- ٣ هـ - الصرف بواسطة الجاذبية الأرضية (Drainage by gravity)
- ٣ و - الصرف عن طريق الخاصية الشعرية (Capillary drainage)
- ٤ نبذة تاريخية
- ٦ أ - الأعمال الصناعية في ج.ع.م
- ٨ ب - الري المستديم والمشروعات الكبرى على النيل
- ١٠ ج - بعض مشروعات الحاضر والمستقبل في وادي النيل
- ١١ أ - نظام الري المستديم بالنسبة للصرف في ج.ع.م
- ١٤ دلالات ظهور مشاكل الصرف (Indications of drainage problems)
- ١٥ أسئلة على الباب الأول

# الباب الثاني

بعض المعلومات العامة عن الصرف

١٧

أسباب الصرف وأغراضه ... .. ... .. ... .. ١٧

١٧

١ - في المناطق الرطبة والتحت رطبة ... .. ... .. ١٧

(Humid and subhumid regions) ... .. ... .. ١٨

١٨

ب - في المناطق الجافة والنصف جافة تحت الإصلاح ... .. ... .. ١٩

(Arid and semiarid regions) ... .. ... .. ١٩

١٩

ج - في المناطق الجافة والنصف جافة التي تم استصلاحها ... .. ... .. ٢٠

٢٠

الأضرار الناتجة من ارتفاع منسوب الماء الأرضي : ... .. ... .. ٢١

٢١

١ - بالنسبة للإنسان ... .. ... .. ٢١

٢١

ب - بالنسبة للحيوان والطيور ... .. ... .. ٢١

٢١

ج - بالنسبة للنبات ... .. ... .. ٢٢

٢٢

د - بالنسبة للحشرات ... .. ... .. ٢٨

٢٨

هـ - بالنسبة للتربة ... .. ... .. ٢٨

٢٨

١ - بناء التربة ... .. ... .. ٢٨

٢٨

٢ - تهوية التربة ... .. ... .. ٢٩

٢٩

٣ - حرارة التربة ... .. ... .. ٣١

٣١

٤ - تركيز الأملاح ... .. ... .. ٢٢

٢٢

٥ - أعمال الميكنة الزراعية ... .. ... .. ٣٤

٣٤

٣٥	مباحث الصرف (Drainage Investigations) :
٣٧	أولا - استطلاع الحقل (Reconnaissance) ... ..
٣٨	ملاحظات عامة ... ..
٤٠	ثانيا - المباحث التحت سطحية (Subsurface investigations)
	١ - صفات التربة لاسيما الخاصة بنقل وتوصيل المياه ...
٤٠	(Transmission properties of soil)
٤٤	ب - سمك طبقات التربة ... ..
٤٦	ثالثا - دراسات موارد المياه ... ..
٤٧	١ - تساقط المياه (Precipitation) ... ..
٤٧	ب - مياه الري ... ..
٤٨	ج - الرشع ... ..
٤٨	د - الضغط الهيدروستاتيكي ... ..
٤٨	هـ - دراسات المياه الأرضية ... ..
٤٩	١ - خرائط مناسيب سطح الماء الأرضي ... ..
	٢ - خرائط العمق حتى منسوب الماء الأرضي ... ..
٤٩	(Water — Table Isobath maps)
٥١	٣ - خرائط العمق حتى الطبقة الصماء ... ..
	٤ - قطاعات أوبروفيلات منسوب الماء الأرضي ... ..
٥١	(Water — Table Profiles)
	٥ - قطاعات أوبروفيلات بيزومترية ... ..
٥١	(Piezometric profiles)
٥٢	٦ - الهيدروجرافات ... ..

- ٥٢ رابعا - أنواع ثقب الملاحظة (Observation holes) أو الرصد ...
- ٥٢ أ - حفرة البريمة أو الاوجر (Auger holes) ...
- ٥٢ ب - البيزومترات (Piezometers) ...
- ٥٦ ج - آبار الرصد أو الملاحظة (Observation wells) ...
- ٥٩ أنواع الصرف
- ٥٩ أولا : الصرف السطحي
- ٦٠ ١ - تشكيل أو تحديد أو تسوية سطح الارض ...
- ٦٠ Land forming or grading or smoothing)
- ٦١ ب - تقسيم المساحة إلى مهود (Bedding) ...
- ٦٢ ج - عمل مصاطب الصرف (Drainage terraces) ...
- ٦٤ د - عمل مصارف مكشوفة أو مفتوحة ...
- ٦٤ ثانيا : الصرف المغطى ...
- ٦٥ ثالثا : الصرف الرأسى أو بالآبار
- ٦٥ المشكلات المحددة لأنواع الصرف
- ٦٧ كيفية وصول المياه إلى المصارف
- ٦٧ أولا : أنواع المياه الأرضية ...
- ٦٧ ١ - تقسيم بريجز (Briggs, L.J.) ...
- ٦٧ ١ - الماء الطيجر وسكوني
- ٦٨ ٢ - الماء الشعري
- ٧٠ ٣ - المياه الحرة

- ٧٠ ... تقسيم ليبيديف (Lebedev, A.F) ...
- ٧٠ ... ١ - بخار الماء ...
- ٧٠ ... ٢ - المياه الهيجروسكوبية ...
- ٧٠ i - التكثف الجزيئي (Molecular condensation) ...
- ٧١ ii - التكثف الحرارى (Thermal condensation) ...
- ٧١ ... ٣ - الماء القشرى (Pellicular water) ...
- ٧٢ ... ٤ - مياه الجاذبية الأرضية (Gravitational water) ...
- ... i - مياه جاذبية ذات سطح مفتوح ...
- ٧٢ (Gravity or vadose waters with on open surface)
- ٧٢ ... ii - مياه محدودة (Confined waters) ...
- ٧٣ ... المياه الصخرية ...
- ٧٣ ... a) المياه المعلقة (Suspended waters) ...
- ... b) مياه التقاطعات ...
- ٧٤ (Interstice waters or water cuffs)
- ٧٤ (o) مياه الامداد الشعرى (Capillary fringe water)
- ٧٤ ... ٥ - المياه في الحالة الصلبة ...
- ٧٤ ... ٦ - المياه السكرينسالية (Crystalline water) ...
- ٧٥ ... ٧ - المياه المقيدة كيميائياً (Chemically bound water) ...
- ٧٦ ... انما: القوى المسيطرة لحركة المياه الأرضية في التربة ...
- ٧٦ ... ١ - قوى كهروجزئية (Electromolecular forces) ...
- ٧٨ ... ٢ - قوى كيميائية (Chemical forces) ...

٧٨	... ..	٣ - قوى شعرية (Capillary forces)
٧٨	... ..	٤ - قوى الضغط (Pressure forces)
٧٩	... ..	قوى الجاذبية الأرضية (Gravity forces)
٧٩	... ..	ثالثا - حركة المياه في التربة
٨٠	... ..	١ - قانون دارسي (Henry Darcy's law)
٨٤	... ..	ب - قانون شيزي (Shesy's law)
٨٤	... ..	ج - معادلة بروني (Prony's equation)
٨٥	... ..	د - معامل التوصيل الهيدروليكي (K)
٨٨	... ..	هـ - قياس معامل التوصيل الهيدروليكي:
٨٨		١. جهاز قياس النفاذية (Field core permeameter)
٨٩		٢. طريقة حفرة البريمة أو الأوجر (Auger hole method)
٩٤	... ..	٣. طريقة البيزومتر (Piezometer method)
٩٤		٤. تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي في حالة حركة المياه خلال تربة غير مضغوطة أو معامل التوصيل الشعري
٩٧	... ..	(Capillary Conductivity)
٩٧	... ..	i - من المعادلة رقم ١٨
٩٨	... ..	ii - من المنحنى بالشكل ٣٢
٩٧	... ..	٥. جهاز قياس معدل صعود الماء في خفة
٩٩	... ..	(Infiltrometer)

...	و - معامل التوصيل الهيدروليكي المركب الافقي ...
٩٩	(Composite Horizontal Hydraulic Conductivity) ...
١٠١	مثال ...
...	ز - معامل التوصيل الهيدروليكي المركب الرأسى ...
١٠٣	(Composite Vertical Hydraulic Conductivity) ...
١٠٥	ح - تحديد الطبقات الصماء (Barrier Zones) ...
١٠٧	ط - بعض القيم لمعامل التوصيل الهيدروليكي ...
١١١	ى - قياس المسامية الصرفية ...
١١٣	ك - معادلة لابلاس (Laplace's equation) ...
١١٤	تطبيق ...

### معامل الصرف أو مقنن الصرف

١١٥ (Discharge Factor or Drainage Duty or Coefficient)

١١٥	اولا - تعريف
١١٦	ثانيا - العوامل التي يتوقف عليها معامل الصرف
١١٨	ثالثا - إيجاد كمية مياه الصرف
١١٨	١ - الفاقد من مياه الري ...
١١٨	٢ - الفاقد من الأنهار والترع و ...
١١٩	مثال ...
١٢٠	٣ - الفاقد عند نهايات الترع ...

١٢٠	...	...	...	٣. الفاقد من الخقل أو المزرعة
١٢١	...	...	...	ب - الاحتياجات الغسيلية
١٢١	...	...	...	١. معادلات التوازن المائي والملحي
١٢٢	...	...	...	٢. حساب كميات مياه الصرف لفترة زمنية طويلة
١٢٦	...	...	...	٣. حساب كميات مياه الصرف لموسم زراعي معين أو لفترة زمنية قصيرة
١٢٨	...	...	...	٣ - الشروط أو الحالات الهيدرولوجية
١٢٨	...	...	...	رابعا - حساب مقنن الصرف
١٢٨	...	...	...	١ - العلاقة بين مياه الري أو المطر والبحر ومياه التخلل و
١٢٩	...	...	...	تحديد معامل التخلل بواسطة جهاز التخلل (Infiltrometer)
١٣٢	...	...	...	ب - حساب مقنن الصرف
١٣٢	...	...	...	مثال
١٣٤	...	...	...	مخرج مياه الصرف
١٣٤	...	...	...	تشغيل وصيانة مشروعات الصرف
١٣٤	...	...	...	أولا - أعمال التشغيل
١٣٦	...	...	...	ثانيا - أعمال الصيانة
١٣٩	...	...	...	أسئلة على الباب الثاني

## الباب الثالث

١٤٥

## المصارف المكشوفة أو المفتوحة

( Open Drains )

١٤٦	...	...	...	تقسيم المصارف المكشوفة بالنسبة لأحجامها
١٤٦	...	...	...	١) مصارف حقلية
١٤٦	...	...	...	ب) مصارف عامة
١٤٦	...	...	...	تخطيط المصارف
١٤٦	...	...	...	١) في حالة الأراضي المتموجة
١٤٧	...	...	...	ب) في حالة أرض منحدرية بانتظام في اتجاه واحد
١٤٧	...	...	...	١. إذا كان الانحدار كبيرا
١٤٧	...	...	...	٢. الانحدار بسيط
١٤٨	...	...	...	ج) أراضي مناطق الاستصلاح
١٥٢	...	...	...	د) مناطق يزيد فيها الرشح نتيجة وجود طبقة صماء تحت التربة...
١٥٣	...	...	...	هـ) تخطيط المنحنيات
١٥٤	...	...	...	تحديد المسافة بين المصارف المكشوفة
١٥٤	...	...	...	نظرية دييوى فورشيمر (Dupuit Forchheimer) وقانون دونان (Donnan)
١٦١	...	...	...	أعماق المصارف



١٩١ ٥ . الطريقة المنطقية أو السببية (Rational method) ...

١٩٤ ٦ . قانون تالبت (Talbot) ... ..

١٩٤ ٧ . معاداة بركلي - زيغلر (Burkli - Ziegler) ...

١٩٥ ٨ . معاداة مكماث (McMath) ... ..

١٩٧ بعض الاعمال الصناعية ... ..

١٩٧ اولاً : البرابغ (Culverts) ... ..

١٩٧ ١ - برابغ على هيئة صندوق مغلق من الخرسانة ...

٢٠١ ب - برابغ على هيئة مواسير ... ..

٢٠١ ١ . من الخرسانة المساحة أو العادية ... ..

٢٠١ ٢ . مواسير من مواد مختلفة ... ..

٢٠٢ i - الضغط الداخلي على المواسير ... ..

٢٠٣ ii - الاحمال الرأسية الناتجة عن الردم ... ..

٢٠٧ ثانياً : السحارات (Syphons) ... ..

٢١٠ ١ . أنواع الفقد : ... ..

٢١٠ ١ - الفاقد في المدخل (Inlet) ... ..

٢١٠ ٢ - الفاقد في الانحناءات (Bends) ... ..

٢١١ ٣ - الفاقد في التكووع (Elbows) ... ..

٢١١ ٤ - الفاقد عند المخرج (Exit) ... ..

٢١٢ ٥ - الفاقد نتيجة الاحتكاك ... ..

صفحة	
٢١٢	ب - أنواع السحارات : ... ..
٢١٢	١ . سحارات من الطوب ... ..
٢١٣	٢ . سحارات من الحديد الصلب على شكل مواسير ... ..
٢١٤	٣ . مواسير من الخرسانة العادية أو المسلحة ... ..
٢١٤	ثالثا : البدالات ( Aqueducts ) ... ..
٢١٥	رابعا : مصبات النهاية ( Tail Escapes ) ... ..
٢١٥	خامسا : المداخل ( Inlets ) ... ..
٢١٧	سادسا : مساقط المياه ... ..
٢١٧	طرق قياس التصرف : ... ..
٢١٧	أولا : مسيلات المياه ( Flumes ) ... ..
٢٢١	ثانيا : قياس التصرف باستعمال الثقوب والفتحات والهدارات ... ..
٢٢١	١ - الثقوب الصغيرة ( Small orifices ) ... ..
٢٢٢	٢ - الثقوب الواسعة ( Large orifices ) ... ..
٢٢٢	٣ - الثقوب الغاطسة ( Submerged ) ... ..
	٤ - الثقوب الغاطسة جزئيا ... ..
٢٢٤	( Partially drowned or submerged orifices ) ... ..
٢٢٥	٥ - سرعة التقارب ( Velocity of approach ) ... ..
	٦ - الفتحات المستطلة أو على شكل U ... ..
٢٢٦	( Rectangular notch ) ... ..

صفحة

- رابعاً : قياس التصرف بمد تحديد السرعة بالمرامات ... .. ٢٣٧
- خامساً : الطرق الكيماوية ... .. ٢٣٨
- أسئلة على الباب الثالث... .. ٢٣٩

## الباب الرابع

### المصارف المغطاة (Tiles) ٢٤٤

- مقدمة ... .. ٢٤٤
- مزايا الصرف المغطى... .. ٢٤٥
- عيوب ومضار الصرف المغطى ... .. ٢٤٧
- أنواع مجارى ومواسير الصرف المغطى ... .. ٢٤٨
- ا. مواسير فخار ... .. ٢٤٨
- ب. مواسير أسمنتية أو خرسانية ... .. ٢٤٩
- ج. مواسير مخزمة (Perforated) ... .. ٢٤٩
- د. مصارف المزل أو الثقوب الأفقية ... .. ٢٥٠
- هـ. مصارف فرنسية ( French drains ) ... .. ٢٥٠
- تحديد أطوال الوصلات ... .. ٢٥١
- تحديد الفواصل (Cracks) بين وصلات المصارف المغطاة ... .. ٢٥٧
- الاختبارات التي تجرى على المواسير ... .. ٢٦٠

- ٢٦٠ ... .. أ. اختبارات كيميائية
- ٢٦١ ... .. ب. اختبارات قياسية
- ٢٦١ ... .. ج. اختبارات طبيعية
- ٢٦٢ ... .. و. الفحص الظاهري
- ٢٦٤ ... .. حركة المياه إلى المصارف المغطاة وداخلها
- ٢٦٤ ١ - حركة المياه في تربة متجانسة مشبعة بالمياه حتى سطح الأرض
- ٢٦٥ ... .. ب - حركة المياه في تربة غير متجانسة
- ٢٦٦ ... .. وصلات المواسير
- ٢٦٦ ... .. ١ - وصلة منفصلة أو عادية ( Plain )
- ٢٦٧ ... .. ب - وصلة متداخلة ( Pipes with Bell - and - spigot )
- ... .. ج - نوع آخر من الوصلات المتداخلة
- ٢٦٨ ... .. ( Pipes with Tongue - and - groove ends )
- ٢٦٩ ... .. و - فرشاة بطول المواسير النصف أسطوانية
- ٢٦٩ ... .. ه - ماسورة بجلبة
- ٢٧١ ... .. المرشحات : ...
- ٢٧٢ ... .. أولا : احتياجات المرشح أو الغلاف الزلطي
- ٢٧٢ ... .. ثانيا - حجم حبيبات المرشح :
- ٢٧٢ ... .. ١ - غير متساوية يعمل بها في إلينوى ( Illinois )

صفحة

ب - النسب المخرجة لبرتران (Bertran) ... ٢٧٤

ج - معادلات ليدرود وبيترسن ...

د - مواصفات مكتب الاستصلاح الأمريكي (Leatherwood and Peterson) ... ٢٧٤

هـ - مواصفات مكتب الاستصلاح الأمريكي ... ٢٧٤

١ - للمرشحات منتظمة الحجم (Uniform grain - size) ٢٧٤

٢ - المرشحات ذات الحبيبات غير حادة الحروف ... ٢٧٥

٣ - المرشحات ذات الحبيبات حادة الأطراف ... ٢٧٥

ثالثا - مواد المرشحات ... ٢٧٧

تخطيط المصارف المنفطة وتصميمها ... ٢٧٨

أولا - المباحث والدراسات الحقلية المطلوبة ... ٢٧٨

ثانيا - أعمال التصميمات اللازمة لشبكة الصرف ... ٢٨٠

ثالثا - أنواع تخطيط المصارف المنفطة ... ٢٨١

١ : أراضي مستوية السطح أو قليلة الانحدار ... ٢٨١

٢ . تخطيط متقابل ... ٢٨١

٣ . تخطيط متبادل ... ٢٨١

ب أرض غير مستوية أو منسوب المياه الأرضية ...

فيها غير منتظم ... ٢٨٢

١ . الطريق الطبيعية أو العفوائية ... ٢٨٢

٢٨٣	...	...	...	٢٨٣	٢	طريقة ميكول أو عظام السمكة
٢٨٥	...	...	...	٢٨٥	٣	طريقة المجمعدين
٢٨٥	...	...	...	٢٨٥	٤	طريقة الشبكة
٢٨٦	...	...	...	٢٨٦	٥	طريقة المصارف القاطمة
٢٨٧	...	...	...	٢٨٧		رابعا - ملاحظات عامة ...
٢٩٣	...	...	...	٢٩٣		تحديد عمق مواسير الصرف ...
٢٩٨	...	...	...	٢٩٨		تأثير البخر على عمق المصارف ...
٣٠٢	...	...	...	٣٠٢		تحديد المسافات بين الحقلية أو المصارف ...
٣٠٧	...	...	...	٣٠٧		أولا : مقدمة :
٣٠٥	...	...	...	٣٠٥		أ - قانون نيل ...
٣٠٧	...	...	...	٣٠٧		ب - القانون التقريبي ...
٣٠٨	...	...	...	٣٠٨		ثانيا : بعض الدراسات الخاصة بالمسافات بين المصارف
٣٠٨	...	...	...	٣٠٨		أ - دراسة شيلفجارد ومساعدوه ١٩٥٦
٣٠٨	...	...	...	٣٠٨		١ معادلة جلوفر
٣١٠	...	...	...	٣١٠		٢ . طريق هوخ أوت وفان ديمر
٣١٠	...	...	...	٣١٠		٣ معادلات شيلفجارد عام ١٩٦٣
٣١٢	...	...	...	٣١٢		٤ - معادلة شيلفجارد عام ١٩٥٥
٣١٧	...	...	...	٣١٧		ب - معادلة هوخ أوت ...
٣١٤	...	...	...	٣١٤		مثال

- ٣١٧ ... ( Ernst & Baumans ) ...
- ٣١٧ ... .. : - معادلة أرلست :
- ٣١٩ ١ - المصرف يقع في الطبقة العليا والنسبة  $\frac{K_2}{K_1} \geq 20$
- ٣١٩ ٢ - المصرف يقع في الطبقة العليا والنسبة  $\frac{K_2}{K_1} < 20$
- ٣٢٠ ٣ - المصرف يقع على الحد الفاصل بين الطبقتين ..
- ٣٢٠ ٤ - المصرف يقع في الطبقة السفلى ..
- ٣٢١ ٥ - في حالة التربة المتجانسة ..
- ٣٢٢ هـ - معادلة كيركهام (Kirkham) ..
- ٣٢٢ ١ - التربة متجانسة ..
- ٣٢٢ ٢ - تربة ذات طبقتين مختلفتين أو تربة متجانسة ..
- ٣٢٥ و - معادلات حماد ...
- ٣٢٥ ١ . حالة التدفق المنتظم :- ..
- ٣٢٦ i - في حالة  $\left(\frac{D}{S}\right)$  صغيرة أى  $\frac{D}{S} < 1/4$
- ٣٢٦ ii - في حالة  $\left(\frac{D}{S}\right)$  كبيرة أى  $\frac{D}{S} > 1/4$  ..
- ٣٢٧ ٢ - حالة التدفق الغير منتظم أو الغير ثابت ..
- ٣٢٧ ٣ - تأثير عامل البخر :- ..
- ٣٢٧ iii - حالة  $D > \frac{S}{4}$  ..

٢٢٨ ... ..  $D < \frac{S}{4}$  ii - حالة

٢٢٨ ... .. z - معادلة شاهين

٢٢٩ ... .. ح - معادلة سعد الحنفي

٢٣٠ ... .. ط - معادلة طامر :

٢٣٠ ... .. ١ - إذا كانت  $\frac{d}{S}$  صغيرة

٢٣١ ... .. ٢ - إذا كانت  $\frac{d}{S}$  كبيرة

٢٣١ ... .. ٣ - مثال

٢٣٣ ... .. ي - معادلة لوثن Lothin

٢٣٤ ... .. ك - معادلة دم Durmm

٢٣٥ ... .. ل - طريقة مكتب الاستصلاح الامريكى

٢٣٩ ... .. تمرين

٢٤١ ... .. أقطار مواسير المصارف وأطوالها

٢٤١ ... .. أولا : مقدمة

٢٤٢ ... .. ثانيا : تحديد مساحة قطاع الحقلية (a)

٢٤٣ ... .. ثالثا : حساب معامل الصرف وتصرف المصرف :

٢٤٤ ... .. ا - طريقة وزارة الري المصرية...

٢٤٦ ... .. ب - تحديد تصرف المصرف من الرش العمق :

- ١ - المصرف بعيد فوق الطبقة السماء ... .. ٣٤٦
- ٢ . المصرف فوق الطبقة السماء مباشرة ... .. ٣٤٧
- ج - تحديد تصرف المصرف من رشح مناطق مرتفعه مجاورة ... .. ٣٤٧
- شال ... .. ٣٤٨
- د - تصرف المصرف من مياه الري أو الامطار ... .. ٣٤٩
- رابعا - تحديد مساحة قطاع المجمع : - ... .. ٣٥٠
- ١ - الطريقة الأولى : ... .. ٣٥١
- i - معادلة تشيزي ... .. ٣٥١
- ii - من قانون ماننج ... .. ٣٥٢
- ب - الطريقة الثانية باستخدام معادلة فسر ( Visser ) ... .. ٣٥٤
- ج - باستعمال نوموجرام فسر ... .. ٣٥٤
- د - معادلة بونسيلاية (Poncelet) ... .. ٣٦١
- هـ - معادلة أليوت (Elloitt) ... .. ٣٦١
- و - معادلة وليامز هازن ( Williams - Hasen ) ... .. ٣٦٣
- ز - معادلة وزارة الزراعة الأمريكية ... .. ٣٦٣
- ح - من الجدول بمعرفة المساحة أو الزمام ... .. ٣٦٣
- ط - باستعمال الرسم البياني بشكل ١٥٣ الاقطار الكبيرة ... .. ٣٦٣
- ي - باستعمال الرسمين البيانيين بشكلي ١٥٤ ، ١٥٥ ... .. ٣٦٧
- خامسا - أطوال مواسير الصرف والسرعات المسموح بها ... .. ٣٦٨

آلات حفر ورص مواسير المصارف المغطاة ... .. ٢٧٠

مزايا تنفيذ مواسير الصرف من الترموبلاستيك بالماكينات ... .. ٢٧٩

العوامل التي تؤثر على معدل رص مواسير الصرف المغطى ... .. ٢٧٦

بعض الاعمال الصناعية اللازمة لشبكة الصرف المغطى ... .. ٢٧٧

ا - غرف التفتيش ... .. ٢٧٧

ب - غرف أو صناديق الاتصال ... .. ٢٨٠

ج - علامات استدلال ... .. ٢٨١

د - نهاية الحقايات ... .. ٢٨١

هـ - اعمدة الفسيل ... .. ٢٨٢

و - مصبات المجمعات أو مخارجها ... .. ٢٨٢

ز - المداخل السطحية ... .. ٢٨٧

ح - أحواض الترسيب المصارف كبيرة الحجم ... .. ٢٨٨

ط - إنشاءات للتحكم في مناسيب المياه ... .. ٢٨٩

ي - منفس أو ماسورة تهوية ... .. ٢٩٥

ك - نموذجي اتصال حقلى بمجموع لاقطار مختلفة ... .. ٢٩٠

انحدارات المصارف المغطاة ... .. ٢٩٢

أولاً : الحقليات : ... .. ٢٩٢

( ا ) فى الاراضى المنبسطة ... .. ٢٩٢

( ب ) فى الاراضى ذات السطح المنحدر ... .. ٢٩٢

ثانياً : المجمعات ... .. ٢٩٢

٣٩٤ : ملاحظات عامة بالنسبة لانحدارات المصارف المغطاة ...

٣٩٥ مصارف الحفار أو المول (Mole Drains) الثقوب الأفقية

٣٩٩ تنفيذ ووضع المصارف المغطاة ...

٤٠١ ثبات قاع المصرف تحت المواسير ...

٤٠٤ أسئلة على الباب الرابع ...

## الباب الخامس

٤٠٩ الصرف الرأسى أو الآبار

٤٠٩ مقدمة ...

٤١٠ الأغراض التي يحققها الصرف الرأسى

٤١٠ الشروط الواجب توافرها لاستخدام الصرف الرأسى

٤١٢ العوامل التي تؤثر على اقتصاديات الصرف الرأسى

٤١٢ أنواع الآبار الرأسية:

١- آبار رأسية ترفع منها المياه بالطلبية: ...

١- آبار غير عميقة (Well Points) ...

٢- آبار عميقة ...

ب- آبار تحتية (Down wells) ...

- ٤١٥ ... .. (Inverted wells) - آبار الشحن (Recharge wells) أو الآبار المعكوبة
- ٤١٦ ... .. (Relief wells) و - آبار تخفيف أو تفريج (Relief wells)
- ٤١٦ ... .. (Weeping wells) ه - آبار باكية (Weeping wells)
- ٤١٧ ... .. دراسة احتياجات تصميم آبار الصرف
- ٤١٧ ... .. تقسيم الخزانات الأرضية
- العلاقات بين منسوب الماء الأرضي وتصرف البئر ومعامل التوصيل الهيدروليكي
- ٤١٩ ... .. أولا : حالة خزان أرضي محدود أو مفتوح أو محبوس
- ٤١٩ ... .. (Confined aquifer)
- ٤٢٦ ... .. ا - تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي للطبقات الحاملة للمياه
- ب - معادلة تود (Todd) في حالة اختراق البئر جزئيا للخزان الجوفي
- ٤٢٦ ... .. ثانيا : حالة خزان أرضي مفتوح أو غير محدود
- ٤٢٧ ... .. (Open or Unconfined aquifer)
- ٤٢٩ ... .. ا - فواقد البئر
- ٤٣١ ... .. ب - تصحيح (K) بطريقة فورشهايمر
- ٤٢٣ ... .. ج - تصحيح (K) بطريقة موسكات
- ٤٣٤ ... .. د - حساب (K) بطريقة تود (Todd)
- ٤٣٥ ... .. ه - حساب (K) بطريقة بابوشكين (Babushkin)

٤٢٦ قانون عدم التبادل (Nonequilibrium formula)

٤٢٨ طريقة الميل المزدوج

٤٣٩ ثالثا - حالة خزان نصف محدود

٤٤١ المسافة بين الآبار

٤٤١ حركة المياه الأرضية :

٤٤٢ ا. معادلة دارسي

٤٤٢ ب. معادلة هازن

٤٤٣ ج. معادلة زلختر

٤٤٤ جهاز زلختر لقياس السرعة

٤٤٦ طريقة تايم لقياس معامل التوصيل الهيدرووليكي

٤٤٧ مثال

٤٤٨ ملخص لتصميم واستخدام الآبار وأجزائها

٤٤٨ (ا) المصافي

٤٥٠ (ب) سعة البئر أو قدرته

٤٥١ (ج) السحب داخل الآبار

(د) العلاقة بين الحجم الفعال ومعامل الانتظام أو التجانس

٤٥٣ والهبوط الزاطي

٤٥٤ (هـ) حجم أو قطر البئر

٤٥٥ (و) اعتبارات تصميم الطلبة وكفاءتها

٤٥٥ (ز) تنصية البئر

صفحة

٤٥٥ ..... الغرض منها

٤٥٦ ..... طرق تسمية البئر

٤٥٨ ..... أسئلة على الباب الخامس

٤٦١ ..... المراجع