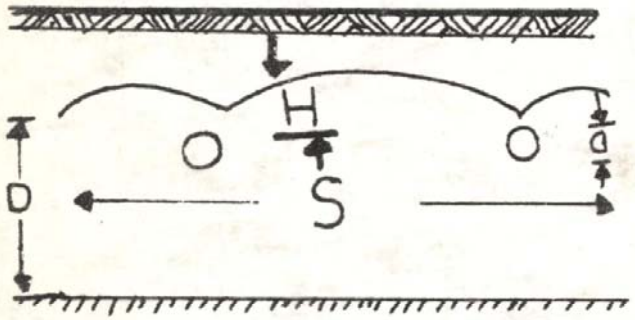
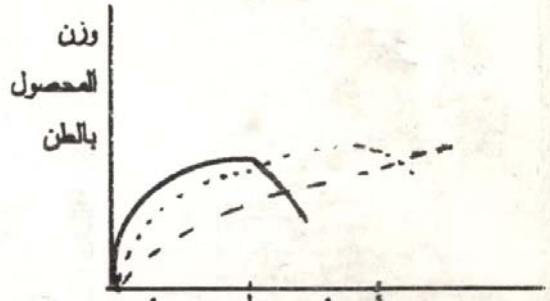
هندسة الصرف الزراعي





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

مهندس مدني

دكتور

حلمي أحمد بكر

قسم الأراضي والمياه

كلية الزراعة جامعة الإسكندرية

دار المطبوعات الجديدة

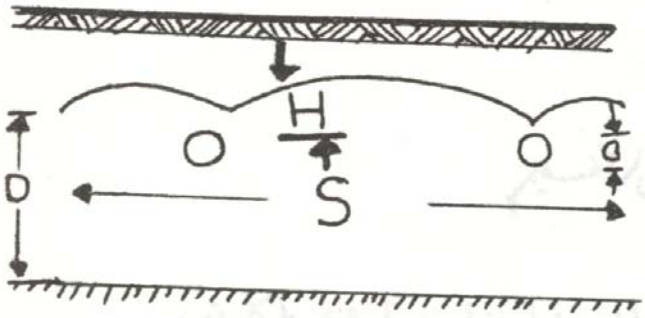
ت ٤٨٢٥٥٠٨

الاسكندريه

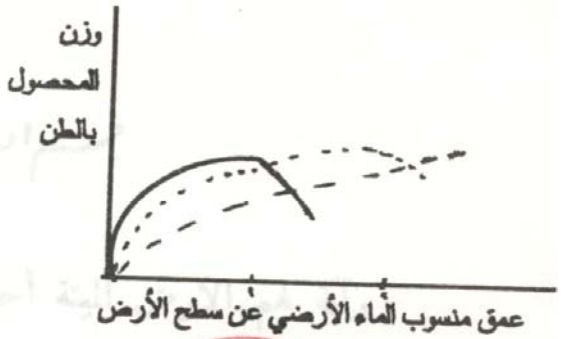
1-5-630-1

1-5-630-1

هندسة الصرف الزراعي



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



وزارة التعليم العالي
المكتبة المركزية
جامعة الإسكندرية

مهندس مدني

دكتور

حلمي أحمد بكر

قسم الأراضي والمياه

كلية الزراعة جامعة الإسكندرية

دار المطبوعات الجديدة

ت: ٤٨٢٥٥٠٨

الاسكندرية

محتويات الكتاب

الباب الأول

مقـــدمة

صفحة

الصرف (Drainage) ١

كيف تتم عملية الصرف ؟ ١

أ ـ الصرف بواسطة غزو أو اقتحام الهواء ... ...
(Drainage by air invasion) ١

ب ـ الصرف بواسطة التماسك (Drainage by consolidation) ٢

حـ ـ الصرف عن طريق التجفيف (Drainage by desiccation) ٢

د ـ الصرف البيولوجى (Biological drainage) ٣

هـ ـ الصرف بواسطة الجاذبية الأرضية (Drainage by gravity) ٣

و ـ الصرف عن طريق الخاصة الشعرية (Capillary drainage) ٣

نبذة تاريخية ٤

أ ـ الأعمال الصناعية فى ج. ع. م ٦

ب ـ الرى المستديم والمشروعات الكبرى على النيل ٨

جـ ـ بعض مشروع الحاضر والمستقبل فى وادى النيل ١٠

أثر نظام الرى المستديم بالنسبة للصرف فى ج، ع. م ١١

دلالات ظهور مشاكل الصرف ... ...
(Indications of drainage problems) ١٤

أسئلة على الباب الأول ١٥

صفحة

الباب الثانى

بعض المعلومات العامة عن الصرف ١٧

أسباب الصرف وأغراضه ١٧

ا ـ فى المناطق الرطبة والتحت رطبة ... ...

(Humid and subhumid regions) ١٨

ب ـ فى المناطق الجافة والنصف جافة تحت الإصلاح ... ...

(Arid and semiarid regions) ١٩

جـ ـ فى المناطق الجافة والنصف جافة التى تم استصلاحها ٢٠

الأضرار الناتجة من ارتفاع منسوب الماء الارضى : ٢١

ا ـ بالنسبة للإنسان ٢١

ب ـ بالنسبة للحيوان والطيور ٢١

جـ ـ بالنسبة للنبات ٢٢

د ـ بالنسبة للحشرات ٢٨

هـ ـ بالنسبة للتربة ٢٨

١ ـ بناء التربة ٢٨

٢ ـ تهوية التربة ٢٩

٣ ـ حرارة التربة ٣١

٤ ـ تركيز الأملاح ٣٣

٥ ـ أعمال الميكنة الزراعية ٣٤

صفحة

مباحث الصرف (Drainage Investigations) : ٣٥

أولا ـ استطلاع الحقل (Reconnaissance) ٣٧

ملاحظات عامة ٣٨

ثانيا ـ المباحث التحت سطحية (Subsurface investigations) ٤٠

ا ـ صفات التربة لاسيما الخاصة بنقل وتوصيل المياه ...

(Transmission properties of soil) ٤٠

ب ـ سمك طبقات التربة ٤٤

ثالثا ـ دراسات موارد المياه ٤٦

أ ـ تساقط المياه (Precipitation) ٤٧

ب ـ مياه الرى ٤٧

جـ ـ الرشح ٤٨

د ـ الضغط الهيدروستاتيكى ٤٨

هـ ـ دراسات المياه الأرضية ٤٨

١ ـ خرائط مناسيب سطح الماء الأرضى ٤٩

٢ ـ خرائط العمق حتى منسوب الماء الأرضى ...

(Water — Table Isobath maps) ٤٩

٣ ـ خرائط العمق حتى الطبقة الصماء ٥١

٤ ـ قطاعات أو بروفيلات منسوب الماء الأرضى ...

(Water — Table Profiles) ٥١

٥ ـ قطاعات أو بروفيلات بيزومترية ... ...

(Piezomeric profjles) ٥١

٦ ـ الهيدروجرافات ٥٢

الصفحة

رابعا ـ أنواع ثقوب الملاحظة (Observation holes) أو الرصد ... ٥٢
أ ـ حفره البريمة أو الأوجر (Auger holes) ٥٢
ب ـ البيزومترات (Piezometers) ٥٣
جـ ـ آبار الرصد أو الملاحظة (Observation wells) ٥٦
أنواع الصرف ٥٩
أولا : الصرف السطحى ٥٩
ا ـ تشكيل أو تحديد أو تسوية سطح الأرض ... ...
Land forming or grading or smoothing) ٦٠
ب ـ تقسيم المساحة إلى مهود (Bedding) ٦١
جـ ـ عمل مصاطب الصرف (Drainage terraces) ٦٢
د ـ عمل مصارف مكشوفة أو مفتوحة ٦٤
ثانيا : الصرف المغطى... ... ... ٦٤
ثالثا : الصرف الرأسى أو بالآبار ٦٥
المشكلات المحددة لأنواع الصرف ٦٥
كيفية وصول المياه إلى المصارف ٦٧
أولا : أنواع المياه الأرضية ٦٧
ا ـ تقسيم بريجز (Briggs, L.J.) ٦٧
١ ـ الماء الهيجروسكوبى ٦٧
٢ ـ الماء الشعرى ٦٨
٣ ـ المياه الحرة ٧٠

صفحة

ب - تقسيم ليبيديف (Lebedev, A.F) ٧٠

١ - بخار الماء ٧٠

٢ - المياه الهيجروسكوبية ٧٠

i - التكثف الجزيئى (Molecular condensation) ٧٠

ii - التكثف الحرارى (Thermal condensation) ٧١

٣ - الماء القشرى (Pellicular water) ٧١

٤ - مياه الجاذبية الأرضية (Gravitational water) ... ٧٢

i - مياه جاذبية ذات سطح مفتوح ... ...

(Gravity or vadose waters with on open surface) ٧٢

ii - مياه محدودة (Confined waters) ٧٢

المياه الشعرية ٧٣

a) المياه المعلقة (Suspended waters) ... ٧٣

b) مياه التقاطعات ... ...

(Interstice waters or water cuffs) ٧٤

c) مياه الامتداد الشعرى (Capillary fringe water) ٧٤

٥ - المياه فى الحالة الصلبة ٧٤

٦ - المياه الكريستالية (Crystalline water) ٧٤

٧ - المياه المقيدة كيماويا (Chemically bound water) ٧٥

انيا : القوى المسببة لحركة المياه الأرضية فى التربة ٧٦

١ - قوى كهروجزئية (Electromolecular forces) ... ٧٦

٢ - قوى كيماوية (Chemical forces) ٧٨

صفحة

٣ - قوى شعرية (Capillary forces) ٧٨

٤ - قوى الضغط (Pressure forces) ٧٨

قوى الجاذبية الأرضية (Gravity forces) ٧٩

ثالثا - حركة المياه فى التربة ٧٩

ا - قانون دارسى (Henry Darcy's law) ٨٠

ب - قانون شيزى (Shesy's law) ٨٤

حـ - معادلة برونى (Prony's equation) ٨٤

ـــ و - معامل التوصيل الهيدروليكى (K) ٨٥

هـ - قياس معامل التوصيل الهيدروليكى: ٨٨

١. جهاز قياس النفاذية (Field core permeameter) ٨٨

٢. طريقة حفرة البريمة أو الأوجر (Auger hole method) ٨٩

٣. طريقة البيزومتر (Piezometor method) ... ٩٤

٤. تحديد معامل التوصيل الهيدروليكى فى حالة حركة المياه
خلال تربة غير مشبعة أو معامل التوصيل الشعرى
(Capillary Conductivity) ٩٧

i - من المعادلة رقم ١٨ ... ... ٩٧

ii- من المنحنى بالشكل ٣٢ ... ... ٩٨

٥. جهاز قياس معدل صعود الماء فى حفرة ...
(Infiltrometer)... ... ... ٩٩

صفحة

و ـ معامل التوصيل الهيدروليكى المركب الأفقى ...
(Composite Horizontal Hydraulic Conductivity) ... ٩٩

مثـــال ١٠١

ز ـ معامل التوصيل الهيدروليكى المركب الرأسى... ...
(Composite Vertical Hydraulic Conductivity) ... ١٠٣

ح ـ تحديد الطبقات الصماء (Barrier Zones) ١٠٥

ط ـ بعض القيم لمعامل التوصيل الهيدروليكى ١٠٧

ى ـ قياس المسامية الصرفية ١١١

ك ـ معادلة لابلاس (Laplace's equation) ١١٣

تطبيق ١١٤

معـامل الصرف أو مقنن الصرف

(Discharge Factor or Drainage Duty or Coefficient) ١١٥

أولا ـ تعريف ١١٥

ثانيا ـ العوامل التى يتوقف عليها معامل الصرف ١١٦

ثالثا ـ إيجاد كمية مياه الصرف ١١٨

ا ـ الفاقد من مياه الرى... ... ... ١١٨

١ ـ الفاقد من الأنهار والترع و... ... ... ١١٨

مثـــال ١١٩

٢ ـ الفاقد عند نهايات الترع ١٢٠

صفحة

٣. الفاقد من الحقل أو المزرعة ١٢٠

ب ـ الاحتياجات الغسيلية ١٢١

١. معادلات التوازن المائى والملحى ١٢١

٢. حساب كميات مياه الصرف لفترة زمنية طويلة ... ١٢٣

٣. حساب كميات مياه الصرف لموسم زراعى معين أو لفترة زمنية قصيرة ١٢٦

حـ ـ الشروط أو الحالات الهيدرولوجية ١٢٨

رابعا ـ حساب مقنن الصرف ١٢٨

ا ـ العلاقة بين مياه الرى أو المطر والبخر ومياه التخلل و ... ١٢٨

تحديد معامل التخلل بواسطة جهاز التخلل (Infiltrometer) ١٢٩

ب ـ حساب مقنن الصرف ١٣٢

مثال ١٣٢

مخرج مياه الصرف ١٣٤

تشغيل وصيانة مشروعات الصرف ١٣٤

أولا ـ أعمال التشغيل ١٣٤

ثانيا ـ أعمال الصيانة ١٣٦

أسئلة على الباب الثانى ١٣٩

صفحة

الباب الثالث

المصارف المكشوفة أو المفتوحة ١٤٥

(Open Drains)

تقسيم المصارف المكشوفة بالنسبة لأحجامها ١٤٦

ا) مصارف حقلية ١٤٦

ب) مصارف عامة ١٤٦

تخطيط المصارف ١٤٦

ا) فى حالة الأراضى المتموجة ١٤٦

ب) فى حالة أرض منحدرة بانتظام فى اتجاه واحد ١٤٧

١. إذا كان الانحدار كبيرا ١٤٧

٢. الانحدار بسيط ١٤٧

ح) أراضى مناطق الاستصلاح ١٤٨

ى) مناطق يزيد فيها الرشح نتيجة وجود طبقة صماء تحت التربة... ١٥٢

هـ) تخطيط المنحنيات ١٥٣

تحديد المسافة بين المصارف المكشوفة ١٥٤

نظرية ديبوى فورشيمر (Dupuit Forchheimer) وقانون دونان

(Donnan) ١٥٤

أعماق المصارف ١٦١

صفحة

نتائج عامة لبعض التجارب ١٦٢

انحدارات القاع فى المصارف ١٦٥

ا ـ انحدار سطح الأرض من ٥ ـ ٢٠سم/ كيلو متر طولى ... ١٦٥

ب ـ انحدار سطح الأرض بسيط جدا أو الأرض شبه مستوية السطح ١٦٩

حـ ـ انحدار سطح الأرض أكبر من ٢٠سم/ كيلومتر ١٦٩

ى ـ قواعد عامة ١٦٩

الميول الجانبية ١٧٠

الدياجرام المائى (Water or Synoptic Diagram) ١٧٤

قطاعات المصارف ١٧٦

أولا : أشكال القطاعات ١٧٦

ثانيا : فوائد عمل الجسر والمسطاح ١٨٠

ثالثا : حساب أبعاد قطاع المصرف وتصرفه ١٨١

١. بالنسبة لمصارف الدرجة الرابعة (أو الزواريق) ... ١٨٩

ب. بالنسبة للمصارف ذات الحجم الكبير ١٨١

جـ. تحديد التصرف فى حالة الجريان السطحى ١٨٨

١. جريان المياه السطحى بفعل العواصف المطرية ... ١٨٨

٢. شدة المطر وفترة استمراره وتردده ١٨٩

٣. معاير الفائض (Runoff modulus) ١٨٩

٤. فترة التركيز (T_c Time of concentration) ... ١٨٩

صفحة

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

٦. قانون تالبت (Talbot) ١٩٤

٧. معادلة بركلى - زيجلر (Burkli - Ziegler) ... ١٩٤

٨. معادلة مكماث (McMath)... ... ... ١٩٥

بعض الأعمال الصناعية... ... ... ١٩٧

أولا : البرابخ (Culverts) ١٩٧

ا - برابخ على هيئة صندوق مغلق من الخرسانة ١٩٧

ب - برابخ على هيئة مواسير ٢٠١

١. من الخرسانة المسلحة أو العادية ٢٠١

٢. مواسير من مواد مختلفة ٢٠١

i - الضغط الداخلى على المواسير ٢٠٢

ii - الأحمال الرأسية الناتجة عن الردم ٢٠٣

ثانيا : السحارات (Syphons) ٢٠٧

ا . أنواع الفقد : ٢١٠

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

٢ - الفاقد فى الانحناءات (Bends) ٢١٠

٣ - الفاقد فى التكوع (Elbows) ٢١١

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

٥ - الفاقد نتيجة الاحتكاك ٢١٢

صفحة

ب ـ أنواع السحارات : ٢١٢

١ ـ سحارات من الطوب ٢١٢

٢ ـ سحارات من الحديد الصلب على شكل مواسير ٢١٣

٣ ـ مواسير من الخرسانة العادية أو المسلحة ٢١٤

ثالثا : البدالات (Aquiducts) ٢١٤

رابعا : مصبات النهاية (Tail Escapes) ٢١٥

خامسا : المداخل (Inlets) ٢١٥

سادسا : مساقط المياه ٢١٧

طرق قياس التصرف : ٢١٧

أولا : مسيلات المياه (Flumes) ٢١٧

ثانيا : قياس التصرف باستعمال الثقوب والفتحات والمدارات ... ٢٢١

١ ـ الثقوب الصغيرة (Small orifices) ٢٢١

٢ ـ الثقوب الواسعة (Large orifices) ٢٢٢

٣ ـ الثقوب الغاطسة (Submerged) ٢٢٣

٤ ـ الثقوب الغاطسة جزئيا ... ...
(Partially drowned or submerged orifices) ٢٢٤

٥ ـ سرعة التقارب (Velocity of appreach) ... ٢٢٥

٦ ـ الفتحات المستطيلة أو على شكل U ... ...

(Rectangular notch) ٢٢٦

صفحة

رابعا : قياس التصرف بعد تحديد السرعة بالعوامات ٢٣٧

خامسا : 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

جـ . مواسير مخرمة (Perforated) ٢٤٩

د . مصارف المول أو الثقوب الأفقية ٢٥٠

هـ . مصارف فرنسية (French drains) ٢٥٠

تحديد أطوال الوصلات ٢٥١

تحديد الفواصل (Cracks) بين وصلات المصارف المغطاة ٢٥٧

الاختبارات التى تجرى على المواسير ٢٦٠

صفحة

أ. اختبارات كيماوية ٢٦٠

ب. اختبارات قياسية ٢٦١

جـ. اختبارات طبيعية ٢٦١

د. الفحص الظاهرى ٢٦٣

حركة المياه إلى المصارف المغطاة وداخلها ٢٦٤

ا ـ حركة المياه فى تربة متجانسة مشبعة بالمياه حتى سطح الأرض ٢٦٤

ب ـ حركة المياه فى تربة غير متجانسة ٢٦٥

وصلات المواسير ٢٦٦

ا ـ وصلة منفصلة أو عادية (Plain) ٢٦٦

ب ـ وصلة متداخلة (Pipes with Bell - and - spigot) ... ٢٦٧

جـ ـ نوع آخر من الوصلات المتداخلة ... ...

(Pipes with Tongue - and - groove ends) ... ٢٦٨

د ـ فرشة بطول المواسير النصف أسطوانية ٢٦٩

هـ ـ ماسورة بجلبة ٢٦٩

المرشحات : ٢٧١

أولا : احتياجات المرشح أو الغلاف الزلطى ٢٧٢

ثانيا ـ حجم حبيبات المرشح : ٢٧٢

ا ـ غير متساوية يعمل بها فى إلينوى (Illinois) ... ٢٧٢

صفحة

ب ـ النسب الحرجة لبرتران (Bertran) ٢٧٤

جـ ـ معادلات ليذروود وبيترسن ... ...

(Leatherwood and Peterson) ٢٧٤

د ـ مواصفات مكتب الاستصلاح الأمريكى ٢٧٤

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

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

٣ ـ المرشحات ذات الحبيبات حادة الأطراف ... ٢٧٥

ثالثا ـ مواد المرشحات ٢٧٧

تخطيط المصارف المغطاة وتصميمها ٢٧٨

أولا ـ المباحث والدراسات الحقلية المطلوبة ٢٧٨

ثانيا ـ أعمال التصميمات اللازمة لشبكة الصرف ٢٨٠

ثالثا ـ أنواع تخطيط المصارف المغطاة ٢٨١

ا : أراضى مستوية السطح أو قليلة الانحدار ٢٨١

١ . تخطيط متقابل ٢٨١

٢ . تخطيط متبادل ٢٨١

ب أرض غير مستوية أو منسوب المياه الأرضية ...

فيها غير منتظم ٢٨٢

١ . الطريق الطبيعية أو العفوائية ٢٨٢

صفحة

٢ . طريقة هيكل أو عظام السمكة ٢٨٣

٣ . طريقة المجمعين ٢٨٥

٤ . طريقة الشبكة ٢٨٥

٥ . طريقة المصارف القاطعة ٢٨٦

رابعا ـ ملاحظات عامة ٢٨٧

تحديد عمق مواسير الصرف ٢٩٣

تأثير البخر على عمق المصارف ٢٩٨

تحديد المسافات بين الحقليات أو المصارف ٣٠٢

أولا : مقدمة : ٣٠٢

ا ـ قانون نيل ٣٠٥

ب ـ القانون التقريبي ٣٠٧

ثانيا: بعض الدراسات الخاصة بالمسافات بين المصارف ٣٠٨

ا ـ دراسة شيلفجارد ومساعدوه ١٩٥٦ ... ... ٣٠٨

١ معادلة جلوفر ٣٠٨

٢ . طريق هوخ أوت وفان ديمر ٣١٠

٣ معادلات شيلفجارد عام ١٩٦٣ ... ... ٣١٠

٤ ـ معادلة شيلفجارد عام ١٩٥٥ ... ... ٣١٢

ب ـ معادلة هوخ أوت ٣١٣

مثـــال ٣١٤

صفحة

جـ - نوموجرام أرنست وبومانز (Ernst & Baumans) ... ٣١٧

و - معادلة أرنست : ٣١٧

١ - المصرف يقع فى الطبقة العليا والنسبة $\frac{K_2}{K_1} \geq 20$ ٣١٩

٢ - المصرف يقع فى الطبقة العليا والنسبة $\frac{K_2}{K_1} < 20$ ٣١٩

٣ - المصرف يقع على الحد الفاصل بين الطبقتين ٣٢٠

٤ - المصرف يقع فى الطبقة السفلى ٣٢٠

٥ - فى حالة التربة المتجانسة ٣٢١

هـ - معادلة كيركهام (Kirkham) ٣٢٢

١ - التربة متجانسة ٣٢٢

٢ - تربة ذات طبقتين مختلفتين أو تربة متجانسة ... ٣٢٢

و - معادلات حماد ٣٢٥

١. حالة التدفق المنتظم :- ٣٢٥

i - فى حالة $\left(\frac{D}{S}\right)$ صغيرة أى $\frac{D}{S} < \frac{1}{4}$ ٣٢٦

ii - فى حالة $\left(\frac{D}{S}\right)$ كبيرة أى $\frac{D}{S} > \frac{1}{4}$ ... ٣٢٦

٢ - حالة التدفق الغير منتظم أو الغير ثابت ٣٢٧

٣ - تأثير عامل البخر :- ٣٢٧

i - حالة $D > \frac{S}{4}$ ٣٢٧

صفحة

ii ـ حالة $D < \frac{S}{4}$ ٣٢٨

ز ـ معادلة شاهين ٣٢٨

ح ـ معادلة سعد الحنفى ٣٢٩

ط ـ معادلة عامر : ٣٣٠

١ ـ إذا كانت $\frac{d}{S}$ صغيرة ٣٣٠

٢ ـ إذا كانت $\frac{d}{S}$ كبيرة ٣٣١

٣ ـ مثال ٣٣١

ى ـ معادلة لوثن Lothin ٣٣٣

ك ـ معادلة دم Durnm ٣٣٤

ل ـ طريقة مكتب الاستصلاح الأمريكى ٣٣٥

تمرين ٣٣٩

أقطار مواسير المصارف وأطوالها ٣٤١

أولا : مقدمة ٣٤١

ثانيا : تحديد مساحة قطاع الحقليات (a) ٣٤٢

ثالثا : حساب معامل الصرف وتصرف المصرف : ٣٤٣

ا ـ طريقة وزارة الرى المصرية... ... ... ٣٤٤

ب ـ تحديد تصرف المصرف من الرشح العمق : ـ ٣٤٦

صفحة

١ ـ المصرف بعيد فوق الطبقة الصماء ٣٤٦

٢ . المصرف فوق الطبقة الصماء مباشرة ٣٤٧

جـ ـ تحديد تصرف المصرف من رشح مناطق مرتفعه مجاورة ... ٣٤٧

مثـــال ٣٤٨

د ـ تصرف المصرف من مياه الرى أو الأمطار ٣٤٩

رابعا ـ تحديد مساحة قطاع المجمع : ـ ٣٥٠

ا ـ الطريقة الأولى : ٣٥١

i ـ معادلة تشيزى ٣٥١

ii ـ من قانون مانج ٣٥٢

ب ـ الطريقة الثانية باستخدام معادلة فسر (Visser) ... ٣٥٤

جـ ـ باستعمال نوموجرام فسر ٣٥٤

د ـ معادلة بونسيلية (Poncelet) ٣٦١

هـ ـ معادلة أليوت (Elloitt) ٣٦١

و ـ معادلة وليامز هازن (Williams - Hasen) ٣٦٣

ز ـ معادلة وزارة الزارعة الأمريكية ٣٦٣

ح ـ من الجدول بمعرفة المساحة أو الزمام ٣٦٣

ط ـ باستعمال الرسم البيانى بشكل ١٥٣ الأقطار الكبيرة ٣٦٣

ى ـ باستعمال الرسمين البيانيين بشكلى ١٥٤ ، ١٥٥ ... ... ٣٦٧

خامسا ـ أطوال مواسير الصرف والسرعات المسموح بها ٣٦٨

صفحة

آلات حفر ورص مواسير المصارف المغطاة ٢٧٠

مزايا تنفيذ مواسير الصرف من الثرموبلاستك بالماكينات ٣٧٦

العوامل التى تؤثر على معدل رص مواسير الصرف المغطى ٣٧٦

بعض الأعمال الصناعية اللازمة لشبكة الصرف المغطى ٣٧٧

ا ـ غرف التفتيش... ... ... ٣٧٧

ب ـ غرف أو صناديق الاتصال ٣٨٠

جـ ـ علامات استدلال ٣٨١

ى ـ نهاية الحقابات... ... ... ٣٨١

هـ ـ أعمدة الغسيل... ... ... ٣٨٢

و ـ مصبات المجمعات أو مخارجها... ... ... ٣٨٣

ز ـ المداخل السطحية ٣٨٧

ح ـ أحواض الترسيب للمصارف كبيرة الحجم ٣٨٨

ط ـ إنشاءات للتحكم فى مناسيب المياه ٣٨٩

ى ـ منفس أو ماسورة تهوية ٣٩٥

ك ـ نموذجى اتصال حقلى بمجمع لأقطار مختلفة ٣٩٠

انحدارات المصارف المغطاة ٣٩٢

أولا : الحقليات : ٣٩٢

ا) فى الأراضى المنبسطة ٣٩٣

ب) فى الأراضى ذات السطح المنحدر ٣٩٣

ثانيا : المجمعات... ... ... ٣٩٣

صفحة

ثالثا : ملاحظات عامة بالنسبة لانحدارات المصارف المغطاة ... ٣٩٤

مصارف الحفار أو المول (Mole Drains) الثقوب الأفقية ٣٩٥

تنفيذ ووضع المصارف المغطاة ٣٩٩

ثبات قاع المصرف تحت المواسير ٤٠١

أسئلة على الباب الرابع ٤٠٤

الباب الخامس

الصرف الرأسى أو الآبار ٤٠٩

مقدمة ٤٠٩

الأغراض التى يحققها الصرف الرأسى ٤١٠

الشروط الواجب توفرها لاستخدام الصرف الرأسى ٤١٠

العوامل التى تؤثر على اقتصاديات الصرف الرأسى ٤١٢

أنواع الآبار الرأسية: ٤١٢

ا ـ آبار رأسية ترفع منها المياه بالطلمبات : ٤١٢

١ ـ آبار غير عميقة (Well Points) ٤١٣

٢ ـ آبار عميقة ٤١٤

ب ـ آبار تحتية (Down wells) ٤١٥

صفحة

حـ - آبار الشحن (Recharge wells) أو الآبار المقلوبة (Inverted wells) ٤١٥

ى - آبار تخفيف أو تفريج (Relief wells) ٤١٦

هـ - آبار باكية (Weeping wells) ٤١٦

دراسة احتياجات تصميم آبار الصرف ٤١٧

تقسيم الخزانات الأرضية ٤١٧

العلاقات بين منسوب الماء الأرضى وتصرف البئر ومعامل التوصيل الهيدروليكى ٤١٩

أولا : حالة خزان أرضى محدود أو مغلق أو محبوس ... ... (Confined aquifer) ٤١٩

ا - تحديد معامل التوصيل الهيدروليكى للطبقات الحاملة للمياه ٤٢٦

ب - معادلة تود (Todd) فى حالة اختراق البئر جزئيا للخزان الجوفى ٤٢٦

ثانيا : حالة خزان أرضى مفتوح أو غير محدود ... ... (Open or Uncofined aquifer) ٤٢٧

ا - فواقد البئر ٤٢٩

ب - تصحيح (K) بطريقة فورشهايمر ٤٣١

جـ - تصحيح (K) بطريقة موسكات ٤٣٣

د - حساب (K) بطريقة تود (Todd) ٤٣٤

هـ - حساب (K) بطريقة بابو شكين (Babushkin) ... ٤٣٥

صفحة

قانون عدم التعادل (Nonequilibium formula) ٤٣٦

طريقة الميل المزدوج ٤٣٨

ثالثا ـ حالة خزان نصف محدود ٤٣٩

المسافة بين الآبار ٤٤١

حركة المياه الأرضية : ٤٤١

ا. معادلة دارسى ٤٤٢

ب. معادلة هازن ٤٤٢

جـ. معادلة زلختر ٤٤٣

جهاز زلختر لقياس السرعة ٤٤٤

طريقة ثايم لقياس معامل التوصيل الهيدروليكى ... ٤٤٦

مثـال ٤٤٧

ملخص لتصميم واستعمال الآبار وأجزائها ٤٤٨

ا) المصافى ٤٤٨

ب) سعة البئر أو قدرته ٤٥٠

جـ) السحب داخل الآبار ٤٥١

د) العلاقة بين الحجم الفعال ومعامل الانتظام أو التجانس
والحمو الزلطى ٤٥٣

هـ) حجم أو قطر البئر ٤٥٤

و) اعتبارات تصميم الطلبة وكفاءتها ٤٥٥

ز) تنمية البئر ٤٥٥

صفحة

الغرض منها ٤٥٥

طرق تنمية البئر ٤٥٦

أسئلة على الباب الخامس ٤٥٨

المراجع ٤٦١