جمهورية مصر العربية
وزارة التعمير والمجتمعات الجديدة والإسكان والمرافق
مركز بحوث الإسكان والبناء والتخطيط العمرانى

الكود المصرى

لتصميم وتنفيذ خطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى

اللجنة الدائمة
لإعداد أسس التصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى

الطبعة العاشرة
٢٠٠٧

بسم الله الرحمن الرحيم

قرار وزارى
رقم ٢٨٦ لسنة ١٩٩٠
فى شأن
الكود المصرى لأسس التصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى

XX

وزير التعمير والمجتمعات الجديدة والاسكان والمرافق

بعد الاطلاع على القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ فى شأن أسس تصميم وشروط تنفيذ الاعمال الانشائية وأعمال البناء ،

وعلى قرار رئيس الجمهورية رقم ٤٦ لسنة ١٩٧٧ فى شأن الهيئة العامة لمركز بحوث الاسكان والبناء والتخطيط العمرانى ،

وعلى القرار الوزارى رقم ٣٦٩ لسنة ١٩٨٨ بتشكيل اللجنة الدائمة لاعداد الكود المصرى لأسس التصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى ،

وعلى القرار الوزارى رقم ٢٣٩ لسنة ١٩٨٩ بتشكيل اللجنة الرئيسية لأسس تصميم وشروط تنفيذ الاعمال الانشائية وأعمال البناء ،

قـــرر

XX

مادة ١ : يتم العمل بالكود المصرى لأسس التصميم وشروط التنفيذ لخطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى المرفق ..

مادة ٢ : تلتزم الجهات المعنية والمذكورة فى القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ بتنفيذ ماجاء بهذا الكود .

مادة ٣ : تتولى الهيئة العامة لمركز بحوث الاسكان والبناء والتخطيط العمرانى المشار إليها العمل على نشر هذا الكود والتعريف به والتدريب عليه .

مادة ٤ : ينشر هذا القرار فى الوقائع المصرية ويعتبر نافذا بعد مرور ستة أشهر من تاريخ النشر .

وزير التعمير
والمجتمعات الجديدة والاسكان والمرافق

(مهندس حسب الله محمد الكفراوى)

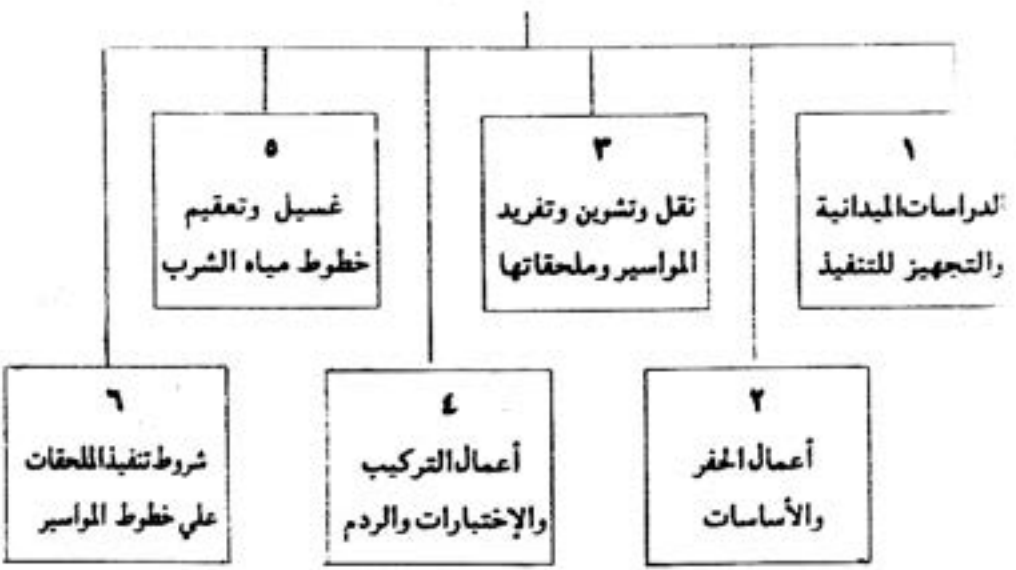
صدر فى ٦/٧/ ١٩٩٠

مقدمة :

يغطي هذا الباب عملية إنشاء خطوط المواسير لأعمال مياه الشرب والصرف والصحي سواء بالضغط أو الانحدار وملحقاتها وكذلك أعمال الدراسات الميدانية لشبكات المياه والصرف الصحي والشروط الخاصة بهذه الخطوط قبل البدء في التنفيذ ويلي ذلك الشروط التنفيذية لعمليات تركيب المواسير وملحقاتها .

وتشمل شروط التنفيذ المراحل الأساسية الآتية :

شروط تنفيذ خطوط المواسير وملحقاتها



الفصل الأول

التصرفات المستخدمة فى تصميم خطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى

أولا : شبكات مياه الشرب

مقدمة :

عند البدء فى تصميم شبكة مياه لمدينة أو منطقه معينة يتعين تقدير كمية المياه اللازمة حاليا وكذلك فى المستقبل وهذا يستوجب القيام بالدراسات الآتية :

١- عدد السكان

٢- معدلات الاستهلاك المختلفة

٣- تقدير الزيادة فى معدلات الاستهلاك مستقبليا .

٤- التصرفات التصميمية .

١ - تقدير عدد السكان

لما كان خط المواسير ذو عمر افتراضى يتراوح بين ٣٠ - ٥٠ سنة حيث يستخدم فى نقل المياه الحالية والمستقبلية . لذا يجب تقدير عدد السكان طوال المدة التى يخدم فيها الخط بدقة كافية حتى لاتتسبب أى زياده فى التقدير زياده فى اقطار المواسير وبالتالى التكاليف للخط وحتى لا يتسبب أى نقص فى التقدير حدوث قصور فى الإمداد بالمياه اللازمة .

والطرق المستخدمة فى التنبؤ بعدد السكان هى :

١-١ الطريقة الحسابية (Arithmatic Increase):

والمعادلة التى تطبق هى

(١) $$P_n = P_1 + K_a (t_n - t_1)$$

وتمثل هذه الطريقة هندسيا بخط مستقيم .

١-٢ الطريقة الهندسية (Geometrical Increase)

والمعادلة التى تطبق فى هذه الطريقة هى :

(٢) $$\ln P_n = \ln P_1 + K_g (t_n - t_1)$$

وتمثل هندسيا بمنحنى من الدرجة الأولى متزايد .

١-٣ طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص (Decreasing Rate of Increase)

وتطبق المعادلة الآتية :

(٣) $$P_n = S - (S - P_1) e^{-K_d (t_n - t_1)}$$

وتمثل هندسيا بمنحنى من الدرجة الأولى متناقص .

والرموز المستخدمة فى المعادلات (١) ، (٢) ، (٣) ترمز للاتى :

P_n : التعداد الذى يخدمه المشروع فى سنة الهدف .

P_1 : آخر تعداد حقيقى للمنطقة ويؤخذ حسب بيان التعبئة والاحصاء لسنة ١٩٨٦

K_a : معدل الزيادة السنوية للسكان (معدل ثابت) .

K_g : معدل الزيادة السنوية للسكان فى الطريقة الهندسية (متزايد)

K_d : معدل الزيادة بالنقصان (متناقص)

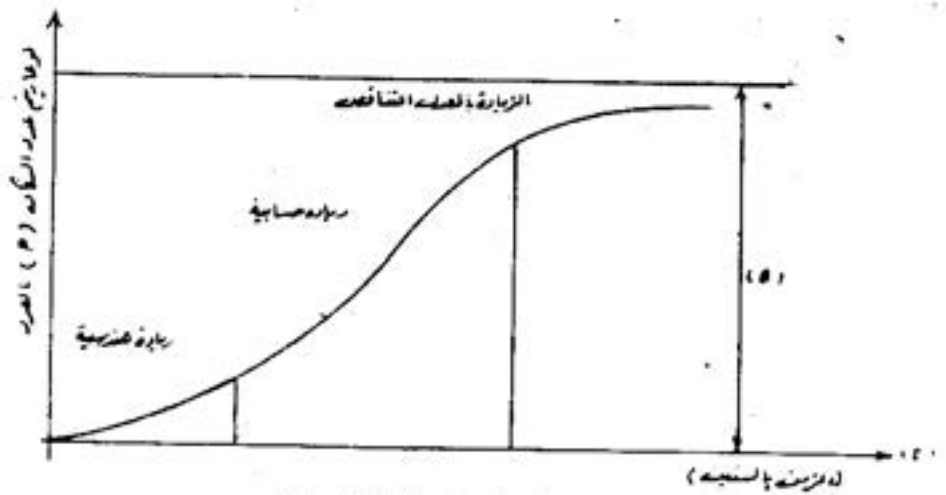
S : القيمة القصوى لعدد السكان المتوقع (حد التشبع)

$(t_n - t_1)$: الفترة الزمنية التى يخدم فيها المشروع .

$\ln$: اللوغاريتم الطبيعى للاساس ٢٫٧

والشكل (١-١) يمثل منحنى النمو السكانى للمدينه وهو يوضح العلاقة بين التعداد

والفترات الزمنية التى تمثلها كل طريقه من الطرق السابقة .



شكل (١-١) منحنى النمو السكانى للمدينة

من الشكل السابق يتضح أن النمو السكانى للمدينة يكون ذو معدل متزايد فى البداية ثم يقل بنمو المدينة وانحسار الأنشطة . وتحدث الزيادة بالطريقة الهندسية فى فترات النمو نتيجة للتوسع العمرانى أو عند التخطيط لمدينة جديدة ذات مناطق جذب صناعى أو تجارى أو زراعى يلى ذلك زيادة ثابتة تعبر عن استقرار المدينة بعد التوسعات المتوقعة وتمثل هذه الزيادة بالطريقة الحسابية ثم يلى ذلك تناقص فى معدلات الزيادة نظرا لقلة الموارد الإقتصادية للمدينه بعد تشبعها وكذلك قلة فرص العمل وحدوث هجرة من المدينة وتمثل بالزيادة بالمعدل المتناقص .

١-٤ تقدير عدد السكان بإفتراض كثافات سكانية مرتبطة بإستخدام الأراضى :

وتتوقف هذه الطريقة على تخطيط المدينة أو المنطقة والجدول رقم (١-١) يعطى الكثافات السكانية

جدول (١-١) الكثافات السكانية التى تستخدم
عند حساب عدد السكان المتوقع فى تخطيط المدينة أو المنطقة

الكثافة السكانية (فرد / هكتار)	نوعية المسكن
١٠	فيلات درجه أولى
٣٠- ٦٠	فيلات درجة ثانية
١٠٠- ٢٥٠	عمارات سكنيه صغيره
٢٤٠- ٧٠٠	عمارات سكنية متوسطة
٧٠٠- ١٢٠٠	عمارات سكنية كبيرة
٥٠- ٧٥	مناطق تجارية
٢٠- ٣٠	مناطق صناعية

١-٥ الطريقة البيانية التقريبية (Graphical Extention Method) :

وهى طريقه تقريبيه يستنتج منها التعداد المستقبلى عن طريق رسم منحنى النمو السكانى للمدينه فى الماضى ثم عمل إمتداد له لإستنتاج التعداد عند السنة المستقبلية المطلوبه .

١-٦ طريقة المقارنة البيانية (Graphical Comparison Method) :

وفيها يتم رسم منحنى النمو السكانى للمدينة موضوع الدراسة مشابها لمنحنى النمو السكانى لمدينة مشابهة لها وأكبر منها فى التعداد ثم يمد المنحنى مماثلا لمنحنى النمو السكانى للمدينة الكبيرة وبالتالى يتم إستنتاج التعداد السكانى المطلوب

٢- معدلات الاستهلاك المختلفة

وهى تعبر عن معدل استهلاك المياه باللتر / الفرد / اليوم

ويختلف هذا المعدل بإختلاف فصول السنه وكذلك أشهر السنه وأيضا فى خلال الـ ٢٤ ساعه من اليوم ولمواجهة هذه التغيرات فى معدلات الاستهلاك أمكن تعريف معدلات الاستهلاك المختلفة وإستنتاج متوسط الاستهلاك اليومى (Average of Annual Consumption) كمقياس لبقية معدلات الاستهلاك وفيما يلى تعريف لمعدلات الاستهلاك المختلفة :

٢-١ متوسط الاستهلاك اليومى (Average of Annual Daily Consumption) :

ويحسب بقسمة جملة الاستهلاك للمياه خلال العام على عدد أيام السنة .

٢-٢ أقصى استهلاك شهرى (Maximum Monthly Consumption) :

يعين الشهر الذى فيه مجموع أكبر استهلاك ويؤخذ متوسط الاستهلاك اليومى خلال هذا الشهر فيكون أقصى استهلاك شهرى ويقدر بحوالى (١ر٢٥ - ١ر٥٠) من متوسط الاستهلاك اليومى ويؤخذ (١ر٤)

٢-٣ أقصى استهلاك يومى (Maximum Daily Consumption) :

يعين الشهر الذى يحدث فيه أكبر استهلاك خلال السنة ثم يعين اليوم خلال الشهر الذى يحدث فيه أكبر استهلاك فيكون هذا الاستهلاك أقصى استهلاك يومى ويقدر بحوالى (١ر٦ - ١ر٨) من متوسط الاستهلاك اليومى .

٢-٤ أقصى إستهلاك ساعه (Maximum Hourly Consumption) :

يعين اليوم الذى يحدث فيه أكبر استهلاك خلال السنه والذى يعطى أقصى إستهلاك يومى ثم يرسم منحنى الاستهلاك خلال ساعات هذا اليوم ومنه يحدد أقصى استهلاك ساعه ويقدر بحوالى ٢ر٥ من متوسط الاستهلاك اليومى

وترجع أهمية دراسة معدلات الاستهلاك فى تعيين التصرفات المختلفة التى تستخدم فى تصميم الأعمال المختلفة للإمداد بالمياه حيث يستخدم (أقصى استهلاك شهري) فى

تصميم أعمال التنقية . (وأقصى استهلاك يومى) فى تصميم الخطوط الرئيسية والخطوط الفرعية وأعمال التخزين للشبكه ويستخدم (أقصى استهلاك ساعه) فى تصميم خطوط التوزيع فى الشبكه وكذلك فى تصميم وصلات الخدمه فى البيوت .

الشكلان (١-٢) ، (١-٣) يوضحان العلاقة بين معدلات الاستهلاك المختلفة .

من الشكلان (١-٢) ، (١-٣) يتضح الآتى :

$\frac{ب}{أ}$ = (١ر٢٥ - ١ر٥) وتؤخذ ١ر٤

$\frac{جـ}{أ}$ = (١ر٦ - ١ر٨)

$\frac{ء}{أ}$ = ١ر٥٠

$\frac{ء}{أ}$ = ٢ر٥٠

٣- تقدير الزيادة فى معدلات الاستهلاك مستقبليا

للحصول على معدلات الاستهلاك فى المستقبل تطبق المعادلات الآتية :

(٤) $$\text{Percent increase} = \left[\left(\frac{P_n}{P_1} \right)^{0.125} - 1 \right] \times 100$$

(٥) $$\text{Percent increase} = \left[\left(\frac{P_n}{P_1} \right)^{0.11} - 1 \right] \times 100$$

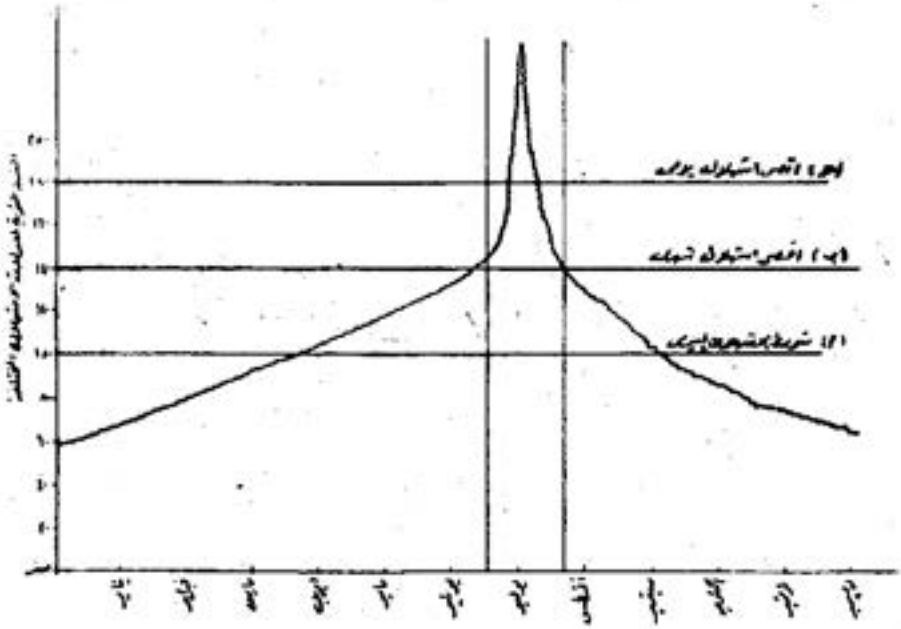
وتطبق المعادلة (٤) فى حالة عدم وجود عدادات قياس استهلاك المياه

وتطبق المعادلة (٥) فى حالة وجود عدادات قياس استهلاك المياه

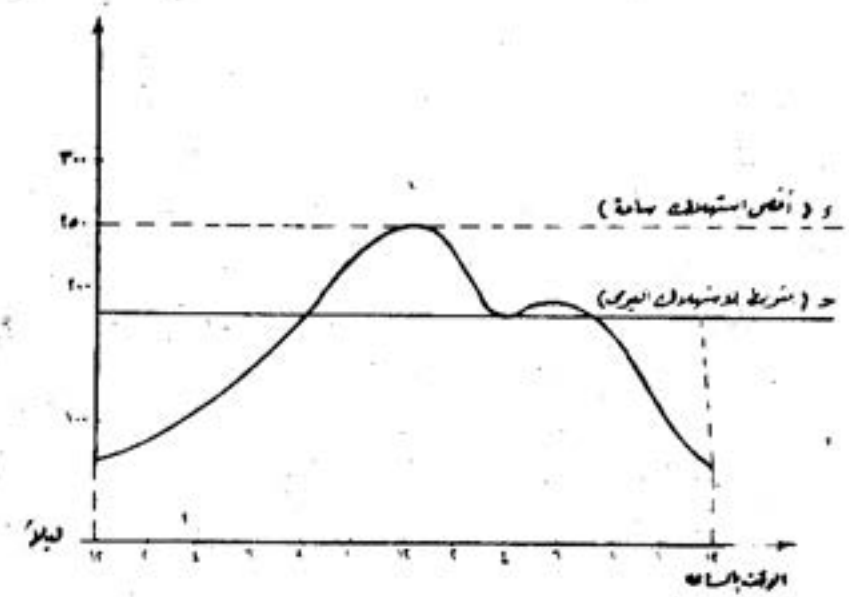
وفى حالة معرفة النسبة المئوية لمعدل الزيادة السكانية يمكن تطبيق المعادلة الآتية :

(٦) $$\text{Percent increase} = \left[\left(1 + r \right)^{n} - 1 \right] \times 100$$

حيث .



شكل (٢-١١) العلاقة بين معدلات الاستهلاك المختلفة



شكل (٢-١١) الاستهلاك فى اليوم الذى يحدث فيه أكبر استهلاك

r : معدل الزيادة فى الاستهلاك سنوياً وتؤخذ $\frac{١}{٢٠}$ من النسبة المئوية لمعدل الزيادة السنوية للسكان .

n : زمن المشروع (عدد السنين التى يخدم فيها المشروع) .

وطبقا للدراسات التى تمت لمدن القاهرة والأسكندرية وبور سعيد وبعض محافظات الوجه القبلى والبحرى والمدن الجديدة مثل (العبور - السادس من أكتوبر) ثم تحديد متوسط الاستهلاك اليومى لمختلف مناطق الجمهورية من حيث كونها مدن أو عواصم محافظات أو مراكز أو ريف ومتوسط الاستهلاك اليومى يمثل الاستهلاك المنزلى بالإضافة إلى الاستهلاك للأغراض العامه واستهلاك المبانى العامة والصناعات الصغيرة . أما بالنسبة للفواقد فى الشبكات فهى تتراوح بين ٢٠ - ٤٠ لتر / الفرد فى اليوم وهذه الكمية داخله ضمن متوسط الاستهلاك اليومى ويراعى خصم كمية الفاقد عند حساب معدلات الاستهلاك الأخرى والجدول (١-٢) يعطى متوسط الاستهلاك اليومى وكذلك كمية الفاقد خلال الشبكه .

جدول (١-٢) متوسط الاستهلاك اليومى وكمية الفاقد خلال الشبكة

حالة الاستخدام	متوسط الاستهلاك اليومى لتر / الفرد / اليوم	كمية الفاقد خلال شبكة المياه لتر / الفرد / اليوم	متوسط الاستهلاك الكلى للفرد لتر / الفرد / اليوم
١ - عواصم المحافظات (مدن)	١٨٠	(٢٠ - ٤٠)	(٢٠٠ - ٢٢٠)
٢ - المراكز	١٥٠	(١٥ - ٣٠)	(١٦٥ - ١٨٠)
٣ - القرى حتى ٥٠,٠٠٠ نسمة	١٢٥	(١٠ - ٢٥)	(١٣٥ - ١٥٠)
٤ - المدن الجديدة	٢٨٠	(صفر - ٢٠)	(٢٨٠ - ٣٠٠)

والمثال التالى يوضح كيفية حساب معدلات الاستهلاك لمدينة جديدة : -

متوسط الاستهلاك اليومى جدول (١-٢) = ٢٨٠ - ٣٠٠ لتر / الفرد / اليوم

= ٢٨٠ + (صفر - ٢٠) لتر/الفرد/اليوم

كمية الفاقد خلال الشبكة = ٢٠ لتر / الفرد / اليوم

أقصى استهلاك شهرى = ١ر٤ × ٢٨٠ + ٢٠ = ٤١٢ لتر / الفرد / اليوم

اقصى استهلاك يومى = ١ر٨ × ٢٨٠ + ٢٠ = ٥٢٤ لتر / الفرد / اليوم

اقصى استهلاك ساعة = ٢ر٥ × ٢٨٠ + ٢٠ = ٧٢٠ لتر / الفرد / اليوم

بالنسبة للاستهلاك الصناعى ، ومن واقع الدراسات التى تمت لمدن القاهرة الأسكندرية وبورسعيد وبعض محافظات الوجه القبلى والمدن الجديدة تم تحديد قيم الاستهلاك الصناعى والجدول (١-٣) يعطى هذه القيم

جدول (١-٣) قيم الاستهلاك الصناعى

(لتر / الهكتار / ثانية)

حالة الاستخدام	الاستهلاك الصناعى (لتر / الهكتار / ثانية)
١- عواصم المحافظات (المدن)	٢
٢- المراكز	٢
٣- القرى حتى ٥٠٠٠ر٠ نسمه	٢
٤ - المدن الجديدة	٣

وفى حالة الفنادق المبانى العامه - المبانى الحكومية - المدارس المستشفيات فيؤخذ متوسط الاستهلاك اليومى طبقا للجدول (١-٤)

جدول (١-٤) متوسط الاستهلاك اليومى للمبانى العامه

والمستشفيات والفنادق والمدارس

حالة الاستخدام	متوسط الاستهلاك (لتر / الفرد / اليوم)
١- مبانى عامه - مكاتب - مدارس	٥٠ - ١٥٠ لتر / الفرد / اليوم
٢- مستشفيات	٥٠٠ - ١٠٠٠ لتر/ السرير / اليوم
٣- فنادق	١٨٠ - ٥٠٠ لتر / السرير / اليوم

أما بالنسبة لتصرفات الحريق فتؤخذ طبقا للجدول (١-٥)

جدول (١-٥) تصرفات الحريق بالنسبة

لعدد السكان (لتر / ث)

عدد السكان (فرد)	تصرف الحريق (لتر / ث)
١- حتى ١٠,٠٠٠	٢٠
٢- ٢٥,٠٠٠	٢٥
٣- ٥٠,٠٠٠	٣٠
٤- ١٠٠,٠٠٠	٤٠
٥- أكثر من ٢٠٠,٠٠٠	٥٠

٤- التصرفات التصميمية (Q_{design})

تحسب التصرفات التصميمية للخطوط حسب نوع التخطيط المتبع فى الشبكه من حيث كونه نظام التخطيط الشجرى أو الدائرى أو الشبكى .

٤-١ حالة النظام الشجرى أو الدائرى (Tree or Ring System)

تطبق المعادله الآتية :

$$Q_{des} = Q_{av} \times P \qquad (٧)$$

حيث

Q_{des} : التصرف التصميمى (لتر / ث)

Q_{av} : التصرف المتوسط ويحسب بضرب متوسط الاستهلاك اليومى فى عدد السكان (لتر / ث)

P : معامل الذروه ويتوقف على كون المنطقه المراد تغذيتها بالمياه حضر أو ريف وكذلك على عدد السكان ويؤخذ من الجدول (١-٦)

جدول (١-٦) قيم معامل الذروه بالنسبه

لعدد السكان وكون المنطقه حضر أو ريف

عدد السكان	حضر Urban	ريف Rural
حتى ٥٠,٠٠٠	٢,٢٥	٢,٠
٥٠,٠٠٠ - ١٠٠,٠٠٠	٢	١,٨٠
١٠٠,٠٠٠ - ٥٠٠,٠٠٠	١,٨٠	١,٦٠
٥٠٠,٠٠٠ ١٠٠	١,٦ - ١,٤	
١٠,٠٠٠,٠٠٠ فأكثر	١,٤ - ١,٢	

٤-٢ حالة النظام الشبكى (Grid -Iron System) :

٤-٢-١ الخطوط الناقله (Transmission Main)

$$Q_{des} = Q_{max\text{-}daily} \times Q_{fire} \quad (٨)$$

٤-٢-٢ الخطوط الرئيسية والفرعية (main & secondary pipes)

ويؤخذ أحد أكبر التصرفين الاتيين .

$$Q_{des(1)} = Q_{max\ daily} + Q_{fire} \quad (٩)$$

$$Q_{des(2)} = Q_{max\ hourly} \quad (١٠)$$

٤-٢-٣ خطوط التوزيع (Minor Distributors) :

$$Q_{des} = Q_{fire} \quad (١١)$$

٤-٢-٤ وصلات الخدمة (Service Connections) :

$$Q_{des} = Q_{max\ hourly} \quad (١٢)$$

حيث : -

Q_{des} : التصرف التصميمى للخط

$Q_{max\ daily}$: تصرف أقصى استهلاك يومى ويحسب بحاصل ضرب أقصى استهلاك يومى فى عدد السكان .

$Q_{max\ hourly}$: تصرف اقصى استهلاك ساعة (استهلاك ساعة الذروه) ويحسب بحاصل ضرب أقصى إستهلاك ساعه فى عدد السكان .

Q_{fire} : تصرف الحريق ويعطى من الجدول (١-٥)

ثانيا : شبكات الصرف الصحى

عند البدء فى تصميم شبكة صرف صحى يتعين تقدير كمية المخلفات السائله المنتظره فى المدينه بعد نموها مستقبلا وهذا يستوجب القيام بالدراسات الأتية :

١- عدد السكان

٢- تصرفات مياه الصرف الصحى .

٣- كمية مياه الرشح

٤- كمية مياه الأمطار

١ - عدد السكان

يتم تقدير عدد السكان الذين يخدمهم الخط حاليا وفى المستقبل بنفس الطرق المتبعة لتقدير أو التنبؤ بعدد السكان فى شبكة المياه .

٢- تصرفات مياه الصرف الصحى

كما سبق عند دراسة شبكة المياه تم تعريف معدلات الاستهلاك للمياه المختلفه وكانت كلها تعتمد على متوسط الاستهلاك اليومى (Average of Annual Daily Consumption) (التر / الفرد / اليوم) .

وعند تصميم خطوط شبكة الصرف الصحى يلزم تعريف التصرفات الأتية :

٢-١ التصرف المتوسط (Average Flow) : Q_{av}

ويحسب بضرب متوسط الاستهلاك اليومى للمياه المحسوب من الجدول رقم (١-٦) فى معامل تخفيض يؤخذ من (٠ر٨ - ٠ر٩) ،هذا التخفيض ناتج من الفاقد خلال شبكة المياه

$$Q_{av\ (sewerage)} = (0.8 - 0.9)\ Q_{av\ (consumption)} \quad (١٣$$

٢-٢ التصرف الجاف (Dry Weather Flow) (D.W.F.)

وهو التصرف الناتج من الاستهلاكات المختلفه بدون إضافة مياه الأمطار وينقسم إلى :

٢-٢-١ أدنى تصرف جاف (Minimum Dry Weather Flow)

وهذا التصرف يحدث أثناء الليل أو خلال الشتاء ويحسب من المعادلة الآتية :

$$Q_{min\ D.W.F} = (0.2\ p^{1/6})\ Q_{av} \qquad (١٤)$$

$Q_{min\ D.W.F}$: أدنى تصرف جاف (لتر / ث)

p : عدد السكان بالألاف

Q_{av} : التصرف المتوسط (لتر / ث)

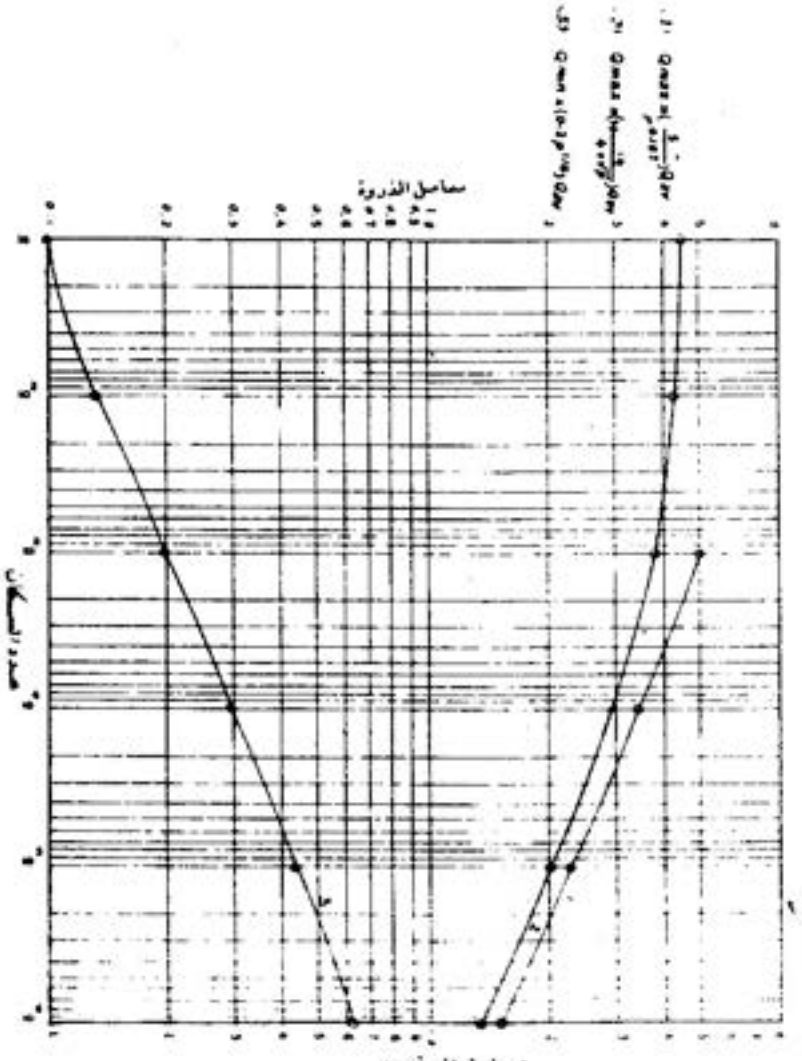
٢-٢-٢ أقصى تصرف جاف : (Maximum Dry Weather Flow):

ويطلق عليه تصرف ساعة الذروة ويحدث فى شهور الصيف ويحسب من المعادلات الآتية :

$$Q_{min\ D.W.F} = (1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}})\ Q_{av} \qquad (١٥)$$

$$Q_{min\ D.W.F} = (\frac{5}{p^{0.167}})\ Q_{av} \qquad (١٦)$$

والشكل (١-٤) يعطى قيم معاملات الذروة فى حالة أدنى تصرف جاف وأقصى تصرف جاف طبقاً للمعادلات (١٤ ، ١٥ ، ١٦)



شكل رقم (١-٤)

٢-٣ التصرف المطر (Wet Weather Flow) :

وهو التصرف الناتج من الاستهلاكات المنزلية والاستهلاكات الأخرى بأنواعها إن وجدت مضافا إليها مياه الأمطار وتنقسم إلى :

٢-٣-١ أدنى تصرف مطر (Minimum Wet Weather Flow) :

ويعين بجمع أدنى تصرف جاف يومى خلال الشتاء بالإضافة إلى مياه الأمطار

٢-٣-٢ أقصى تصرف مطر (Maximum Wet Weather Flow) :

ويعين بجمع أقصى تصرف جاف يومى خلال أشهر الشتاء بالإضافة إلى مياه الأمطار.

$$Q_{max\ W.W.F} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{rain} \quad (١٧)$$ *

٢-٤ التصرف الصناعى (Industrial Flow) :

فى حالة وجود أنشطة صناعية فى المنطقة يؤخذ التصرف الصناعى بقيمة تتراوح ما بين (٤٠- ٨٠) م^3 / الهكتار / اليوم وذلك مالم تتوافر بيانات محددة .

أما إذا كانت صناعات صغيرة متراجدة داخل المنطقة فيحمل الاستهلاك الصناعى على الاستهلاك المنزلى .

٢-٥ التصرفات التجارية :

وتعتمد على نوعية النشاط التجارى ويتراوح قيمة الاستهلاك التجارى ما بين ٤٠ - ١٥٠٠ م^3 / الهكتار / اليوم .

* تحسب Q_{rain} طبقاً للبند رقم (٤)

٣- كمية مياه الرشح (Infiltration)

تتوقف كمية مياه الرشح التى تمر خلال خط مواسير لشبكة صرف صحى على نوع الماسورة وكذلك على بعد خط المواسير من منسوب المياه الجوفيه . وسلامة الوصلات للخط ومدى إحكامها والمعادلة الأتية تستخدم لحساب كمية مياه الرشح خلال ١٠٠٠ متر طولى من الخط

$$Q_{int} = \alpha \, d \, h^{2/3} \qquad (١٨)$$

حيث :

Q : كمية مياه الرشح خلال ١٠٠٠ متر طولى من خط المواسير (لتر / الساعة)

α : معامل يتراوح بين ٥- ١٠ ويؤخذ (١٠)

d : قطر الخط (م)

h : العمق المتوسط (م) لخط المواسير أسفل منسوب المياه الأرضية . وفى حالة صعوبة تطبيق المعادلة وعدم توافر البيانات اللازمة تؤخذ كمية مياه الرشح مساوية (٢٤ - ٩٥) م^3 / اليوم / ١ كم من خط المواسير أو تؤخذ ٠,٤٦ م^3 / اليوم / ١ سم من قطر الماسورة / ١ كم من خط المواسير أيهما أكبر .

٤- كمية مياه الأمطار (Rain Fall)

لحساب كمية مياه الأمطار تطبق المعادلة الأتية :

$$Q_{rain} = C \, i \, A \qquad (١٩)$$

حيث :

Q_{rain} : كمية مياه الأمطار التى تصل إلى خط الصرف

C : معامل فائض مياه الأمطار ويؤخذ من الجدول رقم (١-٧)

i : كثافة سقوط مياه الأمطار (مم / الساعه)

A : المساحة التى يخدمها الخط

جدول (١-٧) معامل فائض مياه الأمطار (C)

نوع السطح	قيمة «C»
١- الأسطح والشوارع المرصوفة جيدا	٠ر٧٠ - ٠ر٩٥
٢- التربة العادية والشوارع غير المرصوفة	٠ر٠١٠ - ٠ر٢٠
٣- المناطق السكنية (مستوية)	٠ر٠٣٠ - ٠ر٠٥٠
٤- المناطق السكنية (جبلية)	٠ر٠٥٠ - ٠ر٠٧٠
٥- المنطاق الصناعية (صناعات خفيفه)	٠ر٠٥٥ - ٠ر٠٦٥
٦- المناطق الصناعية (صناعات ثقيلة)	٠ر٠٦٠ - ٠ر٠٨٠

وفى حالة عدم توافر بيانات عن كثافة سقوط مياه الأمطار (i) فيتم إستنتاجها من المعادلة الآتية : -

$$t_c = \frac{L}{60\ V_f} + t_e \text{ (minute)} \qquad (٢٠)$$

حيث : -

t_c : زمن تركيز العاصفة المطرة ويساوى الزمن اللازم لوصول مياه الأمطار من أبعد نقطة فى المساحة المخدومة « A » وحتى بالوعة صرف الأمطار

V_f : سرعة مياه الأمطار وتؤخذ ٠ر٧٥ (م/ث)

t_c : زمن دخول مياه الأمطار إلى خط الصرف ويؤخذ من ٢ - ٣ دقائق

L : طول خط الصرف من المدخل وحتى النقطة المطلوب حساب كمية الأمطار عندها بالمتر.

وبعد تعيين " t_c " تتبع الخطوات الآتية لحساب « i »

(١) فى حالة $10 < t_c < 20$ دقيقة

تطبق المعادلة الآتية :

(مم / الساعة)
$$i = \frac{750}{t_c + 10} \qquad (٢١)$$

(٢) فى حالة $20 < t_c < 120$ دقيقة

$$i = \frac{1000}{t_c + 20} \qquad (٢٢)$$

وقيم المعامل « C » يتوقف على نوع السطح الذى تجرى عليه مياه الأمطار وميل السطح ويزيد كذلك بزيادة فترة سقوط الأمطار .

٥ - التصرفات التصميمية لخطوط شبكة الصرف

تنقسم شبكات الصرف الصحى إلى نوعين :

أ - شبكة الصرف المنفصلة : وتنقسم إلى شبكة صرف لاستقبال المخلفات السائلة (المنزلية والصناعية والتجارية ... إلخ) مع وجود شبكة أخرى لاستقبال مياه الامطار .

ب - شبكة الصرف المشتركة : وهى شبكة موحدة لاستقبال كل المخلفات السائلة بجميع أنواعها مضافا إليها مياه الأمطار .

t_c : زمن دخول مياه الأمطار إلى خط الصرف ويؤخذ من ٢ - ٣ دقائق

L : طول خط الصرف من المدخل وحتى النقطة المطلوب حساب كمية الأمطار عندها بالمتر.

وبعد تعيين " t_c " تتبع الخطوات الآتية لحساب « i »

(١) فى حالة $10 < t_c < 20$ دقيقة

تطبق المعادلة الآتية :

(مم / الساعة)
$$i = \frac{750}{t_c + 10} \qquad (٢١)$$

(٢) فى حالة $20 < t_c < 120$ دقيقة

$$i = \frac{1000}{t_c + 20} \qquad (٢٢)$$

وقيم المعامل « C » يتوقف على نوع السطح الذى تجرى عليه مياه الأمطار وميل السطح ويزيد كذلك بزيادة فترة سقوط الأمطار .

٥ - التصرفات التصميمية لخطوط شبكة الصرف

تنقسم شبكات الصرف الصحى إلى نوعين :

أ - شبكة الصرف المنفصلة : وتنقسم إلى شبكة صرف لاستقبال المخلفات السائلة (المنزلية والصناعية والتجارية ... إلخ) مع وجود شبكة أخرى لاستقبال مياه الامطار .

ب - شبكة الصرف المشتركة : وهى شبكة موحدة لاستقبال كل المخلفات السائلة بجميع أنواعها مضافا إليها مياه الأمطار .

٥-١ خطوط شبكة الصرف المنفصلة :

٥-١-١ حالة مواسير الانحدار بقطر أقل من ٧٠٠ مم

تصمم كالآتى :

$$Q_{des} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf} \text{(إن وجدت)} \qquad (٢٣)$$

وتصمم على أن الماسورة ثلثى مملوءه .

ويراعى ألا تقل السرعه عن ٧٥ر م/ث فى كلتا الحالتين . (حالة وجود أو عدم وجود مياه رشح) وفى حالة : (أدنى تصرف جاف)

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F} \qquad (٢٤)$$

يراعى ألا تقل السرعه عن ٥٠ر م / ث

٥-١-٢ حالة خطوط المجمعات (أقطار أكبر من ٧٠٠ مم) .

تصمم كالآتى : -

$$Q_{des} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf} \text{(إن وجدت)} \qquad (٢٥)$$

وتصمم على أن الماسورة ثلاثة أرباع مملوءه

ويراعى ألا تقل السرعه عن ١ر م / ث فى كلتا الحالتين .

وفى حالة (أدنى تصرف جاف)

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F} \qquad (٢٦)$$

يراعى ألا تقل السرعة عن ٦ر م / ث

يضاف كمية مياه الأمطار ومياه الرشح ويراعى الآتى :

٥-٢ خطوط شبكة الصرف المشتركة :

تضاف كمية مياه الأمطار ومياه الرشح ويراعى الآتى :

٥-٢-١ حالة مواسير الانحدار بقطر أقل من ٧٠٠ مم

تصمم كالآتى : -

$$Q_{des} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf}\text{(إن وجدت)} \qquad (٢٧)$$

وتصمم على أن الماسورة نصف مملوءة

ويراعى ألا تقل السرعة عن ٦ر٠ م / ث

وعند أضافة مياه الأمطار :

$$Q_{des} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{rain} + Q_{inf}\text{(إن وجدت)} \qquad (٢٨)$$

ويراعى أن يكون اقصى تصرف جاف هو أقصى تصرف يومى خلال شهور الشتاء وتصمم على أن الماسورة ثلثى مملوءة .

ويراعى ألا تقل السرعة عن ٧٥ر٠ م / ث

وفى حالة (أدنى تصرف جاف) خلال شهور الشتاء فيكون :

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F} \qquad (٢٩)$$

ويراعى الا تقل السرعة عن ٥٠ر٠ م / ث

٥-٢-٢ حالة خطوط المجمعات (قطر أكبر من ٧٠٠ مم)

تصمم بالأخذ فى الاعتبار الآتى : -

$$Q_{des} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf}\text{(إن وجدت)} \qquad (٣٠)$$

وتصمم على أن الماسورة ثلثى مملوءة

وعند إضافة مياه الأمطار ومياه الرشح :

$$Q_{des} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{rain} + Q_{inf}\text{(إن وجدت)} \qquad (٣١)$$

ويراعى أن يكون أقصى تصرف جاف هو أقصى تصرف يومى خلال شهور الشتاء

وتصمم على أن الماسورة ثلاثة ارباع مملوءة

ويراعى ألا تقل السرعه عن ٠ر١ م / ث فى كلتا الحالتين .

وفى حالة أدنى تصرف جاف

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F} \qquad (٣٢)$$

ويراعى ألا تقل السرعه عن ٠ر٦ م / ث

الفصل الثانى

التصميم الهيدروليكي لخطوط المواسير المستخدمة في شبكات مياه الشرب والصرف الصحي

مقدمة :

يقصد بالتصميم الهيدروليكي لخطوط المواسير دراسة العلاقة التي تربط بين التصرف والسرعة والمساحة المائية للماسورة والضغوط والفواقد في الطاقة والأسباب المؤدية لها .

وفيما يلي أهم الأسس والقوانين المستخدمة :

١- معادلة التصرف :

$$Q = A \times V \qquad (٣٣)$$

حيث :

Q : التصرف المطلوب نقله ويعني نقل حجم معين في وحدة الزمن (م^٣ / ث)

V : السرعة المتوسطة للسائل خلال مقطع الماسورة (م / ث)

A : المساحة المائية لمقطع الماسورة وتساوي $\frac{\pi D^2}{4}$ عندما تكون الماسورة مملوءة (م^٢)

D : القطر الداخلي للماسورة (م)

ويتم حساب قيمة التصرف تبعا لمعدلات استهلاك المياه للإستخدامات المختلفة والتى يوضحها الفصل الأول .

ويتم إختيار القطر الداخلي للماسورة عن طريق المواصفات القياسية لكل نوع والاستعانة ببيانات الشركات المنتجة ، ويعبر عن قطر الماسورة بالقطر الداخلي لها بالإضافة إلى ذكر القطر الإسمي والقطر الخارجي .

ويتم إختيار السرعات في المواسير تبعا لظروف التصميم ففي حالة الأرض المنبسطة

يتم التصميم علي أقل ميل مسموح به للماسورة بحيث لايحدث ترسيب أما في حالة الأرض المنحدرة فتصمم الماسورة علي ميل يوازي سطح الأرض بحيث لاتزيد السرعة عن ٢ر م/ ث وفى الحالات شديدة الانحدار يجب ألا تزيد السرعة عن ٣ر م / ث ويتم تحقيق ذلك بإتباع نظام الهدارات للحصول علي ميول مناسبة . وتتراوح قيمة السرعات كالآتي : -

- بين ١ر٥ - ٢ر م / ث للمواسير المغذية للمياه في العقارات

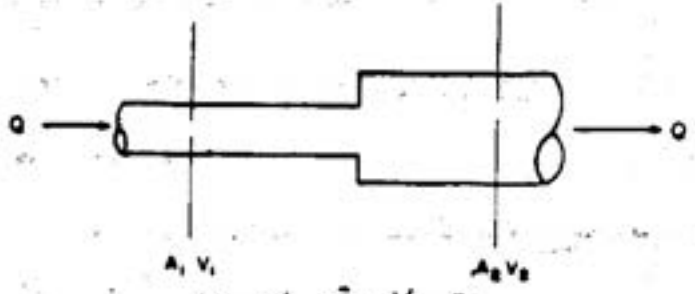
- بين ١ر - ١ر٥ م /ث لمواسير نقل المياه الرئيسية والفرعية .

- بين ٦ر - ١ر٥ م / ث لمواسير الانحدار للصرف الصحي تبعا لظروف تخطيط الشبكة .

- بين ١ر - ١ر٥ م /ث لخطوط الطرد الناقلة لمياه الصرف الصحي بين محطات الرفع وأعمال التنقية أو بين محطات الرفع نفسها .

٢- معادلة الاستمرارية (Continuity Equation)

نتيجة أن الماء سائل غير قابل للانضغاط فإنه عند مرور الماء خلال ماسورة متغيرة القطر أو ثابتة فإن التصرف خلال أي مقطع من الماسورة ثابت .



شكل رقم (٢-١)

وحيث :

Q = ثابت

AV = ثابت

$$A_2V_2 = A_1V_1 = \text{ثابت} \quad (٣٤)$$

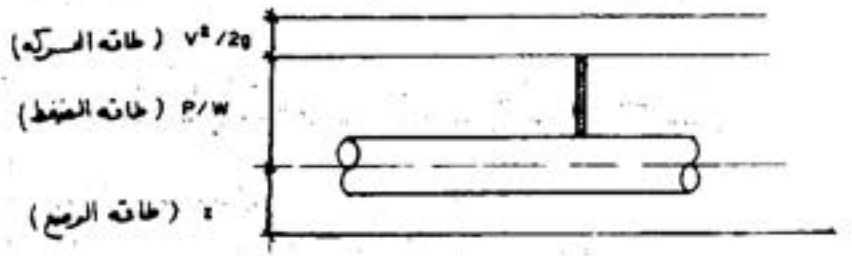
٣ - معادلة الطاقة (معادلة برنولي Bernoulli's Equation)

عند أي قطاع في ماسورة مياه تحت ضغط فإن الطاقة الكلية تتكون من

أ. طاقة الوضع (Z)

ب. طاقة الضغط (P/W)

جـ. طاقة الحركة ($V^2/2g$)



شكل رقم (٢-٢)

وبالتالي تكون معادلة برنولي في الصورة الآتية :

$$Z + P/W + V^2/2g = \text{ثابت} \quad (٣٥)$$

ولكن نتيجة لحركة المياه بين نقطتين داخل الماسورة فإنه يحدث فواقد في الطاقة على طول الماسورة - شكل رقم (٢-٢)

وبالتالي تصبح المعادلة في الصورة الآتية :

$$Z_1 + P_1/W + V_1^2/2g = Z_2 + P_2/W + V_2^2/2g + \text{الفواقد} \quad (٣٦)$$

وفي حالة ثبات مقطع الماسورة فإن $V_1 = V_2$

وبالتالي فإن الفقد في الطاقة يكون كما يلي :

$$\text{الفواقد} = (Z_1 + P_1/W) - (Z_2 + P_2/W)$$

الفواقد = $Z + [P_1 - P_2 / W]$ (٣٧)

والفواقد الناتجة تنقسم إلى :

١- فواقد رئيسية (Major Losses)

وهى الفواقد الناتجة من أحتكاك السائل بالسطح الداخلى للماسورة وهى أكبر فى القيمة من أنواع الفواقد الأخرى .

٢- فواقد ثانوية (Minor Losses)

وهى الفواقد التى تنتج فى خط المواسير نتيجة الوصلات والقطع الخاصة .

٤ - المعادلات التى تستخدم فى حساب الفواقد الرئيسية

تنقسم هذه المعادلات إلى قسمين :

المعادلات الصحيحة الابعاد (Dimensionally Correct Formulae)

والمعادلات الافتراضية (Empirical Formulae)

٤ - ١ : المعادلات الصحيحة الأبعاد :

وهى معادلات مستنتجة حسابيا ولها أساس رياضى وأخذت فى اعتبارها لزوجة السائل وحالته من كونه خطى أو مضطرب وأخذت أيضا فى الاعتبار خشونة الجدار الداخلى للماسورة وأشهر هذه المعادلات معادلة كول بروك Cole-Brook and White Formula وتستخدم هذه المعادلة لاستنتاج معامل الاحتكاك « f » فى معادلة دارسى

معادلة دارسى $H_f = f\ L\ V^2 / 2g\ D$ (٣٨)

حيث :

H_f = الفواقد (م)

f = معامل دارسى للاحتكاك وليس له وحدات (يعين من الجدول ٤-٢)

الفواقد = $Z + [P_1 - P_2 / W]$ (٣٧)

والفواقد الناتجة تنقسم إلى :

١- فواقد رئيسية (Major Losses)

وهى الفواقد الناتجة من أحتكاك السائل بالسطح الداخلى للماسورة وهى أكبر فى القيمة من أنواع الفواقد الأخرى .

٢- فواقد ثانوية (Minor Losses)

وهى الفواقد التى تنتج فى خط المواسير نتيجة الوصلات والقطع الخاصة .

٤ - المعادلات التى تستخدم فى حساب الفواقد الرئيسية

تنقسم هذه المعادلات إلى قسمين :

المعادلات الصحيحة الابعاد (Dimensionally Correct Formulae)

والمعادلات الافتراضية (Empirical Formulae)

٤ - ١ : المعادلات الصحيحة الأبعاد :

وهى معادلات مستنتجة حسابيا ولها أساس رياضى وأخذت فى اعتبارها لزوجة السائل وحالته من كونه خطى أو مضطرب وأخذت أيضا فى الاعتبار خشونة الجدار الداخلى للماسورة وأشهر هذه المعادلات معادلة كول بروك Cole-Brook and White Formula وتستخدم هذه المعادلة لاستنتاج معامل الاحتكاك « f » فى معادلة دارسى

معادلة دارسى $H_f = f\ L\ V^2 / 2g\ D$ (٣٨)

حيث :

H_f = الفواقد (م)

f = معامل دارسى للاحتكاك وليس له وحدات (يعين من الجدول ٤-٢)

V = السرعة (م / ث)

D = القطر الداخلى للماسورة (م)

g = عجلة الجاذبية (٩٫٨١ م / ث^{٢})

وقد بين كول بروك فى معادلته أن «f» معامل الاحتكاك يتناسب مع كل من لزوجة السائل وسرعته وقطر وخشونة الماسورة

ومعادلة كول بروك تكون فى الصورة الآتية :

$$1/\sqrt{f} = -2 \log [K_S/3.71D + 2.51/R_n\sqrt{f}] \quad (٣٩)$$

R_n قيمة رينولد وهى تعبر عن حالة سريان السائل هيدروليكيا من كونه خطى أو مضطرب .

عندما يكون R_n < ٢٠٠٠ يكون السائل فى الحالة الخطية

عندما يكون ٢٠٠٠ < R_n < ٤٠٠٠ يكون السائل فى الحالة الانتقالية من الحالة الخطية إلى الحالة المضطربة .

R_n > ٤٠٠٠ يكون السائل فى حالة مضطربة

وحيث إن $R_n = VD / \upsilon$

ومن معادلة دارسى $f = 2gDS/V^2$

أمكن استنتاج المعادلة كالتالى :

$$V = -2\sqrt{2gDS} \log [k_s/3.71D + 2.51\upsilon / D\sqrt{2gDS}] \quad (٤٠)$$

حيث :

S = الانحدار الهيدروليكى للماسورة ويعبر عنه (م/ م)

D = القطر الداخلى للماسورة (م)

g = عجلة الجاذبية الأرضية وتساوى ٩٫٨١ م / ث^{٢}

K_s = خشونة الجدار ويعبر عنه (م)

υ = معامل اللزوجة ويعبر عنه م^{٢} / ث

وهى علاقة تربط السرعة والقطر والميل الهيدروليكى آخذين فى الاعتبار معامل اللزوجة .

ومن دراسة معادلة كول بروك نستنتج الآتى :

١ - يفضل إستخدام هذه المعادلة نظرا لشموليتها من حيث وصفها السائل والوسط الناقل له (جدار الماسورة)

٢ - نظرا لصعوبة حل المعادلة حسابيا فيفضل استخدام منحنيات تسهل حل المعادلة ويستخدم الجدول (١-١) لتعيين قيم (K_s) لأنواع المواسير المختلفة أو القيمة التى يوصى بها المنتج .

٣ - يستخدم الجدول (١-٢) لتعيين قيم (υ) معامل اللزوجة عند درجات الحرارة المختلفة سواء للمياه أو الصرف الصحى .

جدول (٢ ١) قيم « K_s » خشونة الجدار للأنواع المختلفة من المواسير

نوع الماسورة	قيم (K_s) (مم)		
	حالة الماسورة جيدة	حالة الماسورة عادية	حالة الماسورة قديمة
١ استنوس اسمنتي	٠,٠١٥	٠,٠٣	
٢ بلاستيك (PVC)			
٢ ١ مواسير بلاستيك بوصلات ملحومة	-	٠,٠٣	
٢ ٢ مواسير بلاستيك بوصلات رأس وذيل بحلقه كاوتش	-	٠,٠٣	
٣- بولستر مسلح بألياف الزجاج	٠,٠٠٣	٠,٠٣	-
٤- خرسانة سابقة الاجهاد	-	٠,٠٣	-
٥- خرسانة عادية	٠,٠٦	٠,١٥	٠,٣
٦- خرسانة مسلحة	٠,٠٦	٠,١٥	٠,٣
٧- زهر مرن			
٧-١ مواسير ذات حماية داخلية من المونه الأسمنتيه	-	٠,٠٣	-
٧-٢ مواسير ذات حماية داخلية من البيتومين	-	٠,٠٣	-
٨- صلب			
٨-١ مواسير ذات حمايه داخلية من المونة الاسمنتية	-	٠,٠٣	-
٨ ٢ مواسير ذات حماية داخلية من البيتومين	-	٠,٠٣	-
٩- فخار ذات رأس وذيل بالوصلة المرنه وكذلك بوصلة المونة الأسمنتية (الفلنطة)	-	٠,٠٦	-

جدول (٢-٢) قيم معامل اللزوجة (V) عند درجات الحرارة المختلفة

درجة الحرارة م°	معامل اللزوجة ١٠^-٦ م^٢ / ث	درجة الحرارة م°	معامل اللزوجة ١٠^-٦ م^٢ / ث
٥	١,٥٢١	٤٥	٠,٦٠٤
١٠	١,٣١٠	٥٠	٠,٥٥٦
١٥	١,١٤٨	٥٥	٠,٥١٤
٢٠	١,٠٠٧	٦٠	٠,٤٧٨
٢٥	٠,٨٩٧	٦٥	٠,٤٤٦
٣٠	٠,٨٠٤	٧٠	٠,٤١٧
٣٥	٠,٧٢٥	٧٥	٠,٣٩٢
٤٠	٠,٦٦١	٨٠	٠,٣٦٦

٤ - ٢ المعادلات الافتراضية (الصورة العامة)

وهذه معادلات تعتمد على افتراض صيغة رياضية معينة تكون على الصورة الآتية:

$$V = C R^{\alpha} S^{\beta}$$

حيث :

V = السرعة المتوسطة للسائل م / ث

R = المحيط المبتل ووحداته (م)

C = معامل يعين بالتجربة العملية يتوقف على خشونة جدار الماسورة

α ، β = قيم لتحقيق طرفى المعادلة وتستنتج بالتجربة العملية.

وتمتاز هذه المعادلات بانها سهلة التطبيق وتعطى نتائج دقيقة عند الأخذ فى الاعتبار

قيم الثوابت لكل معادلة ومن أشهر هذه المعادلات .

٤ - ٢ - ١- معادلة هازن ويليامز (Hazen Wilhams Formula)

تعتبر هذه المعادلة من أكثر المعادلات شيوعا فى الاستخدام لعدة أسباب منها

١- ذات صيغة مناسبة وسهلة فى الاستخدام

٢- حققت نتائج معملية مناسبة تتفق مع الصيغة الرياضية

٣- صالحة للاستخدام لمدى واسع من الاقطار أكبر من ١٥٠ مم ولقيم "C" أكبر من ١٠٠

المعادلة على الصورة $H = 6.78\ L / D^{1.165} [\ V / C\ ]^{1.85}$ (٤١)

ومنها يمكن استنتاج معادلة السرعة

$V = 0.355\ CD^{0.63} [H/L]^{0.54}$ (٤٢)

حيث :

C = معامل الاحتكاك لهازن ويليامز

ويعطى من الجدول (٢-٣):

جدول (٢-٣) قيم معاملْ الاحتكاك فى معادلة هازن ويليامز (C)

نوع الماسورة	معامل " C "
١- اسبستوس أسمنتى	١٤٠
٢- بلاستيك	١٥٠ - ١٥٥
٣- بولستر مسلح بألياف الزجاج	١٥٠ - ١٥٥
٤- خرسانة سابقة الاجهاد	١٤٠ - ١٤٥
٥- خرسانة عادية	١٣٠ - ١٤٠
٦- خرسانة مسلحة	١٣٠ - ١٤٠
٧- زهر مرن	١٤٠ - ١٤٥
٨- صلب	١٤٠ - ١٤٥
٩- فخار	

٤ - ٢ - ٢ معادلة مانتج :

وهى معادلة مشهورة وتستخدم بكثرة وذلك للميزات الآتية :

١- الفواقد H_f تتناسب طرديا مع مربع السرعة .

٢- معامل الاحتكاك لمانتج n يكون ثابت لنفس نوع المواسير

٣- نظرا لان الفواقد الثانوية الناتجة من القطع الخاصة والأكواع والمحابس والتيهات وغالبا تضاف إلى فواقد الاحتكاك ويعبر عنها بالصيغة $H = KV^2$ فتكون معادلة مانتج هى الأنسب فى التطبيق .

٤- فى حالة التصرفات الكبيرة ودراسة خطوط مواسير قديمة ذات سطح داخلى خشن

وإذا كان معامل هازن ويليامز للاحتكاك "C" أقل من ١٠٠ فتكون معادلة مانتج هى الانسب فى التطبيق عن معادلة هازن ويليامز ومعادلة مانتج تكون على الصورة الآتية :

$$H = \{ n^2 / (0.397)^2 \} \times | LV^2 / D^{4/3} | \quad (٤٣)$$

$$V = | 0.397 / n | \times | H / L |^{1/2} \quad (٤٤)$$

والجدول ٢ - ٤ يعطى قيم معامل الاحتكاك « n » فى معادلة ما ننج وكذلك قيم معامل الإحتكاك « f » فى معادلة دارسى .

جدول (٢-٤) قيم « n » معامل الاحتكاك فى معادلة مانتج

وقيم « f » معامل الاحتكاك فى معادلة دارسى

نوع الماسورة	معامل الاحتكاك " f "	" n "
١- اسبستوس أسمنتي	٠٠١ - ٠١	٠١١ - ٠١٥
٢- مواسير زهر		
٢-١ غير مبطنة	٠٠٠٨٥	-
٢-٢ مبطنة بالأسفلت	٠٠٠٤	-
٢-٣ مبطنة بمونة الأسمنت	٠٠١ - ٠١	٠١١ - ٠١٥
٣- مواسير خرسانية	٠٠١ - ٠١	٠١١ - ٠١٥
٤ مواسير بلاستيك	٠١	٠١١ - ٠١٥
٥- مواسير فخار	٠٠١ - ٠١	٠١١ - ٠١٥

٥ - المعادلات التى تستخدم فى حساب الفواقد الثانوية

مقدمة :

المعادلات تكون على الصورة العامة الآتية :

$$\Delta h = KV^2 / 2g$$

حيث

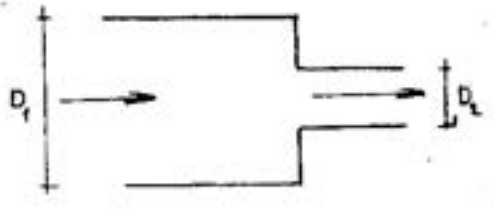
V : السرعة المتوسطة للسائل ووحداتها (م/ث)

g : عجلة الجاذبية الأرضية وتساوى (٩٫٨١ م / ث^2) .

K : معامل يتوقف على الحالة الموجودة .

٦ - الحالات التى تحدث فيها الفواقد الثانوية

٦ - ١ حدوث انخفاض مفاجىء فى القطر .



$$\Delta h = 1/2 \left(1 - D_2^2 / D_1^2 \right) V^2 / 2g \qquad (٤٥)$$

حيث :

V : السرعة المتوسطة للسائل بعد الانخفاض (م/ث)

D_1 : قطر الماسورة قبل الانخفاض (م)

D_2 : قطر الماسورة بعد الانخفاض (م)

٥ - المعادلات التى تستخدم فى حساب الفواقد الثانوية

مقدمة :

المعادلات تكون على الصورة العامة الآتية :

$$\Delta h = KV^2 / 2g$$

حيث

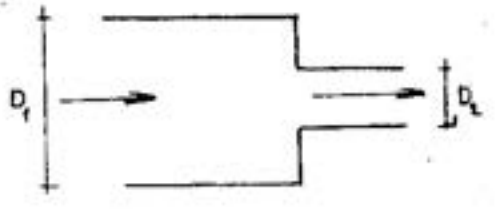
V : السرعة المتوسطة للسائل ووحداتها (م/ث)

g : عجلة الجاذبية الأرضية وتساوى (٩٫٨١ م / ث^2) .

K : معامل يتوقف على الحالة الموجودة .

٦ - الحالات التى تحدث فيها الفواقد الثانوية

٦ - ١ حدوث انخفاض مفاجىء فى القطر .



$$\Delta h = 1/2 \left(1 - D_2^2 / D_1^2 \right) V^2 / 2g \qquad (٤٥)$$

حيث :

V : السرعة المتوسطة للسائل بعد الانخفاض (م/ث)

D_1 : قطر الماسورة قبل الانخفاض (م)

D_2 : قطر الماسورة بعد الانخفاض (م)

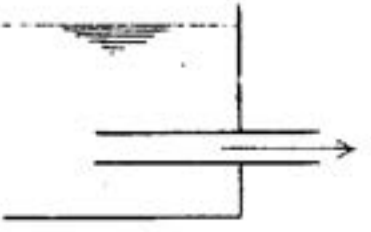
٦ - ١-١ مأخذ ماسورة من خزان ذى سعة كبيرة :

$$\Delta h = 1/2\ V^2 / 2g \qquad (٤٦)$$

حيث :

V : السرعة المتوسطة للسائل فى الماسورة (م/ث)

٦-١-٢ مأخذ ماسورة من خزان وتكون مخترقة الخزان بمسافة تزيد عن نصف قطرها

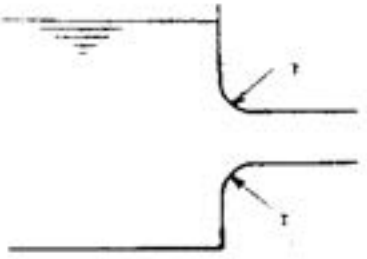


$$\Delta h = V^2 / 2g \qquad (٤٧)$$

حيث

V : السرعة المتوسطة للسائل داخل الماسوره (م/ث)

٦ - ١ - ٣ مأخذ ماسورة من خزان ويكون المأخذ ذو حواف اتصال دائرية



$$\Delta h = 0.05\ V^2 / 2g \qquad (٤٨)$$

$$r/D > 0.13$$

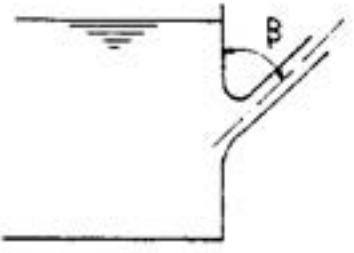
حيث :

r : نصف قطر دوران المأخذ كما هو موضح بالرسم عاليه (م)

D : قطر ماسورة المأخذ (م)

V : السرعة المتوسطة للسائل داخل الماسورة (م/ث)

٦-١-٤ مأخذ ماسورة من خزان بزاوية ميل معينة ويكون المأخذ ذو حواف اتصال دائرية)



β	٢٠	٣٠	٤٥	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠
K	.٩٦	.٩١	.٨١	.٧٠	.٦٣	.٥٦	.٥٠

$$\Delta h = K\ V^2 / 2g \qquad (٤٩)$$

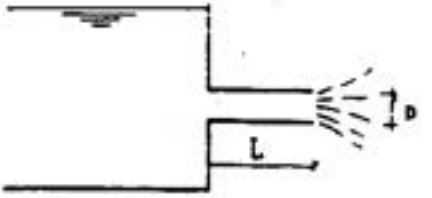
$$K = 0.5 + 0.3 \cos \beta^{o} + 0.2 \cos \beta^{2} \quad (٥٠)$$

حيث :

V : السرعة المتوسطة للسائل داخل الماسورة (م/ث)

β : زاوية ميل الماسورة على الرأس .

٦ - ١-٥ مأخذ ماسورة من خزان وتكون مفتوحة للضغط الجوى .



$$\Delta h = 1.5\, V^2 / 2g \quad (٥١)$$

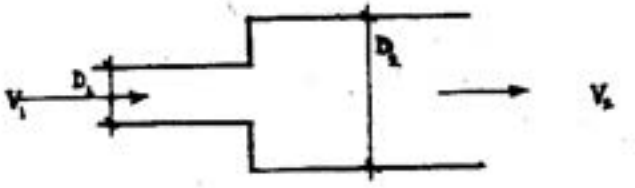
$$2D < L < 5D$$

حيث :

L : طول المأخذ (م)

D : قطر ماسورة المأخذ (م)

٦ - ٢ حدوث اتساع مفاجىء فى القطر .



$$\Delta h = (V_1 - V_2)^2 / 2g$$

$$\Delta h = (V_1^2 / 2g) (1 - D_1^2 / D_2^2)^{-} \quad (٥٢)$$

حيث :

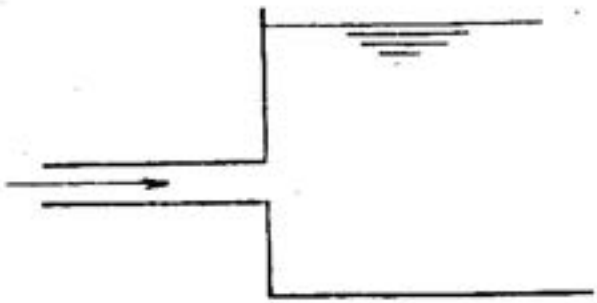
V_1 : السرعة المتوسطة للسائل قبل الاتساع (م/ث)

V_2 : السرعة المتوسطة للسائل بعد الاتساع (م/ث)

D_1 : قطر الماسورة قبل الاتساع (م)

D_2 : قطر الماسورة بعد الاتساع (م)

وفى حالة دخول ماسورة إلى خزان ذو سعة كبيرة :

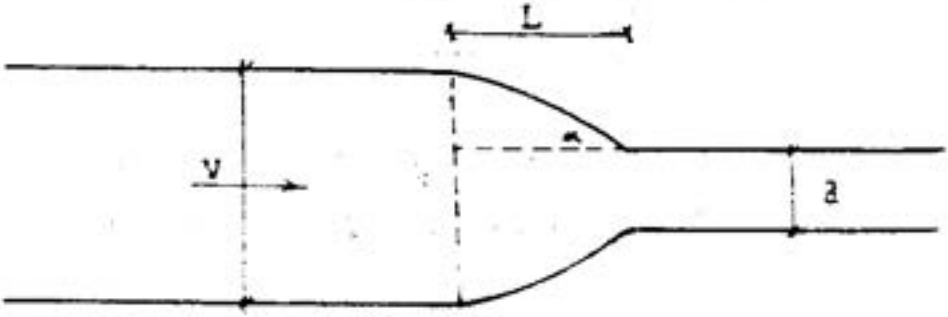


$$\Delta h = V^2 / 2g \qquad (٥٣)$$

حيث :

V : السرعة المتوسطة للسائل فى الماسورة

٦ - ٣ تخفيض القطر بالمسلوب المخروطى



$$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 \qquad (٥٤)$$

$$\Delta h = x \Delta h_2 \qquad (٥٥)$$

$$x = n/4 \left| (n^4 - 1)/(n - 1) \right| ; n = D/d. \qquad (٥٦)$$

$$\Delta h_2 = KV^2/2g \qquad (٥٧)$$

حيث :

K : قيم تعطى من الجدول التالى .

V : السرعة المتوسطة قبل التخفيض (م/ث)

D : القطر قبل التخفيض . (م)

d : القطر بعد التخفيض (م)

n : نسبة القطر قبل التخفيض : القطر بعد التخفيض .

جدول يعطي قيم (k)

n / α°	١,١٥	١,٢٥	١,٥٠	١,٧٥	٢,٠٠	٢,٥٠
٦	,٠٠٦	,١٨	,٠٨٥	,٢٣٠	,٥٠٠	١,٥٠٠
٨	,٠٠٩	,٠٢٨	,١٣٨	,٣٧٣	,٧٩١	٢,٤٢٠
١٠	,٠١٢	,٠٤٠	,٢٠٠	,٥٣٠	١,٠٥٠	٣,٤٠٠
١٥	,٠٢٢	,٠٧٠	,٣٤٤	,٩٣٤	١,٩٨٠	٦,٠٧٠
٢٠	,٠٤٥	,١٢٠	,٦٠٠	١,٧٣٠	٣,٥٠٠	١١,٠٠٠
٣٠	,٢٨٠	,٢٥٠	١,٢٥٠	٣,٤٠٠	٧,٠٠٠	----

٦ - ٤ اتساع القطر بالمسترب المخروطي :

$$\Delta h = \{(4/3) \tan \alpha/2\}\ V_1^2 /2g \qquad (٥٨)$$

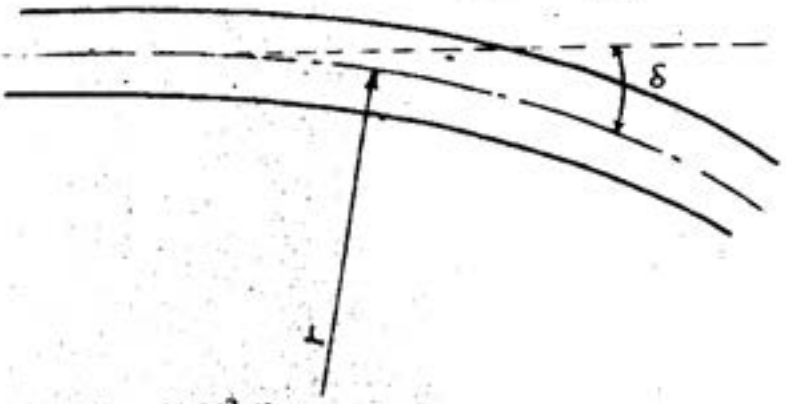
حيث :

α :زاوية الاتساع بالدرجات

V_1 السرعة المتوسطة للسائل قبل الاتساع (م/ ث)

٦ - ٥ الاكواع :

٦ - ٥-١ الاكواع ذات الدوران :



$$\Delta h = K\ V^2 /2g \qquad (٥٩)$$

جدول يعطي قيم (K)

r/D	١	١.٥	٢	٣	٤
δ = ٢٢.٥°	.١١	.١٠٠	٠٩ر	٠٨ر	٠٨ر
δ = ٤٥°	١٩ر	.١٧	١٦ر	١٥ر	.١٥
δ = ٦٠°	٢٥ر	٢٢ر	٢١ر	٢٠ر	١٩
δ = ٩٠°	٣٣ر	٢٩ر	.٢٧	٢٦ر	٢٦ر
δ = ١٣٥°	٤١ر	٣٦ر	.٣٥	.٣٥	٣٥
δ = ١٨٠°	٤٨ر	.٤٣	٤٢	.٤٢	٤٢
δ = ٠° حالة كوع ماخذ إلى خزان محطة	١ ٦٨	١ ٦٤	١ ٦٢	١ ٦١	١ ٦١

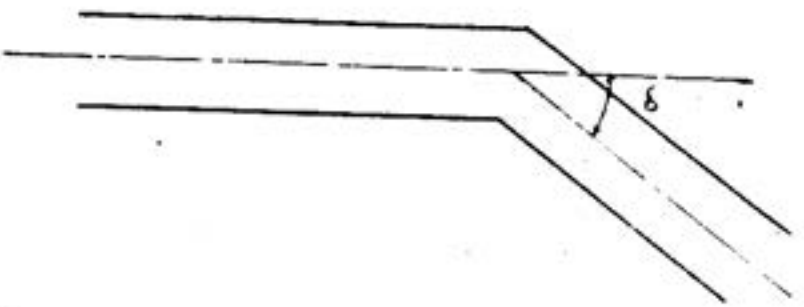
حيث

r : نصف قطر دوران الكوع (م).

δ : زاوية ميل محور الكوع مع الافقى بالدرجات .

D : قطر الماسورة . (م)

٦-٥-٢ الاكواع الحادة :



$$\Delta h = K V^2 / 2g \qquad (٦٠)$$

δ^0	٢٢,٥	٣٠	٤٥	٦٠	٧٥	٩٠
K	,١٧	,٢	,٤	,٧	١,٠	١,٥٠

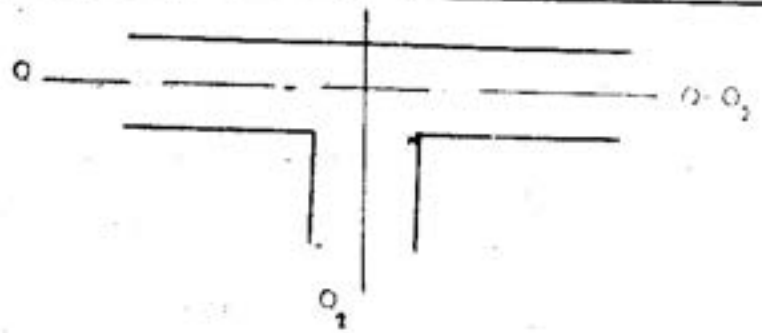
٦-٦ التبهات :

عند دراسة الفواقد الثانوية في التبهات يفترض الاتي :

أ . الماسورة الفرعية يكون قطرها هو قطر الماسورة الرئيسية .

ب . الحراف للوصلة تكون حادة

٦ ٦ ١ حالة السريان من الماسورة الرئيسية إلى الماسورة الفرعية



(٦١) $$\Delta h = K V^2/2g$$

حيث :

K_2 :معامل التوزيع للماسورة الفرعية .

K_1 : معامل التوزيع للماسورة الرئيسية .

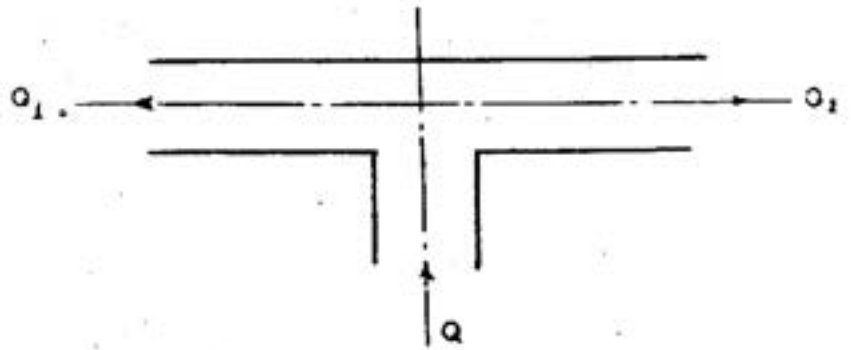
Q_2/Q	صفر	,١	,٢	,٣	,٤	,٥	,٦	,٧	,٨	,٩	١,٠
K_2	١,٠	١,٠	١,٠١	١,٠٣	١,٠٥	١,٠٩	١,١٥	١,٢٢	١,٣٢	١,٣٨	١,٤٥
K_2	صفر	,٠٠٤	,٠٢	,٠٤	,٠٦	,١٠	,١٥	,٢٠	٢٦	٣٢	,٤٠

٦-٦-٣ حالة المسيان من الماسورة الفرعية إلى الماسورة الرئيسية

(٦٢) $$\Delta h = K V^2/2g$$

Q_2/Q	صفر	,١٠	,٢	,٣	,٤	,٥	,٦	,٧	,٨	,٩	,١٠
K_2	,٠٠	,٣٧	,١٨	,٠٧	,٢٦	,٤٦	,٦٢	,٧٨	,٩٤	١,٠٨	١,٢
K_2	صفر	,١٦	,٢٧	,٣٨	,٤٦	,٥٣	,٥٧	,٥٩	٦٠	,٥٠	,٥٥

٦-٦-٣ حالة التيه الصلب الملحومه (السريان من الماسورة الفرعية إلي الرئيسيه) .



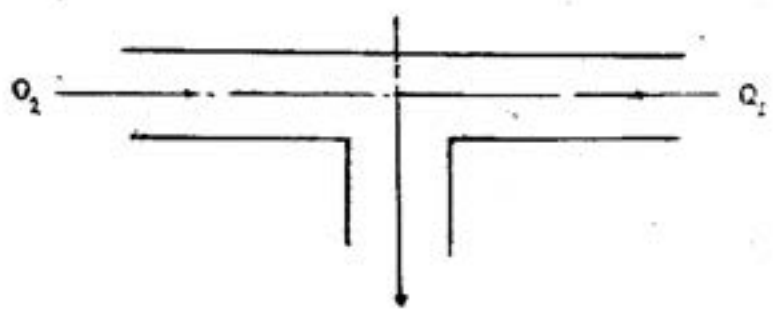
(٦٣) $$K_1 = 1 + 0.3 (Q_1 / Q)^2$$

(٦٤) $$\Delta h_1 = Ka_1 V^2 /2g$$

(٦٥) $$K_2 = 1 + 0.3 (Q_2 / Q)^2$$

(٦٦) $$\Delta h_2 = K_2 V^2 /2g$$

٦-٦-٤ حالة التيه الصلب الملحومة (السريان من الماسورة الرئيسية إلي الفرعية) .

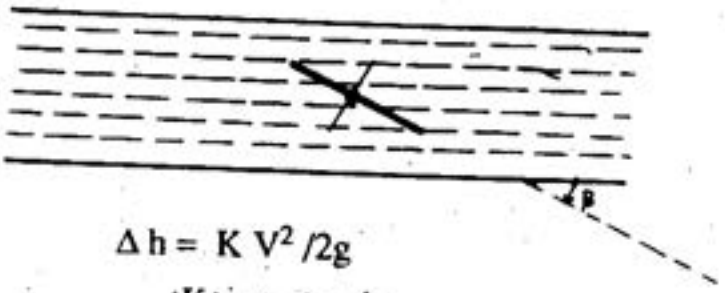


(٦٧) $$K_1 = 2 + \{(Q_1 / Q)^2 - (Q_1 /Q)\}$$

(٦٨) $$K_2 = 2 + \{(Q_2 / Q)^2 - (Q_2 /Q)\}$$

٦-٧- المحابس :

٦-٧-١ محبس دوراني (باتر فلاى) Butterfly :

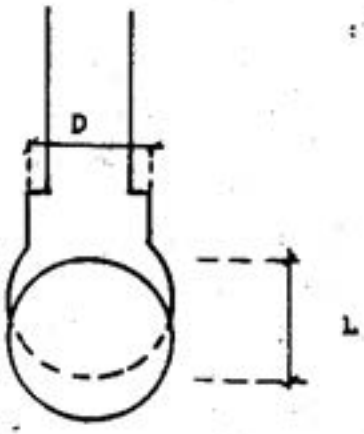


$$\Delta h = K V^2 / 2g \qquad (٦٩)$$

جدول يعطي قيم (K)

β°	صفر - ٥	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٤٥	٥٠	٦٠	٧٠
K	,٣٥-,٢٥	,٥٢	١,٥٤	٣,٩١	١٠,٨	١٨,٧	٣٢,٦	١١٨	٧٥١

٦-٧-٢ محبس بوابة :



$$\Delta h = K V^2 / 2g \qquad (٧٠)$$

جدول يعطي قيم (K)

مسافة البوابة (L/D)	صفر	٨/١	٨/٢	٨/٣	٨/٤	٨/٥	٨/٦	٨/٧
K	,١٢	,١٥	,١٦	,٨١	٣,٠٦	٥,٥٢	١٧	٩٨

٦-٧-٣ محبس كرة (Ball Valve)

$$\Delta h = K V^2 / 2g \qquad (٧١)$$

جدول يعطي قيم (K)

β°	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥
K	,٣١	١,٨٤	٦,١٥	٢٠,٧	٤١	٩٢,٣	٢٧٥

الفصل الثالث

قوي الدفع (Thrust Forces)

هي القوي التي تنشأ في القطع المخصوصه من كيعان ومشتركات ومساليب ومحابس وغيرها نتيجة تغيير اتجاه سريان السائل وسرعته ونتيجة للضغط الداخلي في الماسورة وتتكون هذه القوي من جزئين :

١ قوة كمية الحركة (Momentum Force)

وتحدث نتيجة تغير اتجاه سريان السائل وسرعته حيث إن القوة تتناسب فى أي اتجاه مع تغير كمية الحركة في نفس الاتجاه .

$$F_m = (w/g)\, Q\, \Delta v \qquad (٧٢)$$

حيث أن :

F_m = القوة الناشئة من تغير كمية الحركة (كجم)

g = عجلة الجاذبية الأرضية (م / ث^٢)

w = وزن وحدة الحجوم من السائل (كجم / م^٣)

Δv = الانخفاض في السرعة في نفس اتجاه القوة (م / ث)

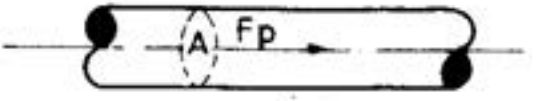
Q = تصرف السائل (م^٣/ث)

وهذه القوة يمكن اهمالها نظرا لصغر قيمتها بالمقارنة بقوي الدفع الناتجه من الضغط الداخلي وعلى هذا الاساس لن تؤخذ فى الاعتبار

٢ قوة الضغط الهيدروستاتيكي الداخلي

(Internal Hydrostatic Pressure Force)

هي القوة في كل فرع من افرع القطع المخصوصه الناشئة من الضغط الهيدروستاتيكي الداخلي في السائل في اتجاه محور الماسورة .



$$F_p = P\,A \qquad (٧٣)$$

حيث أن

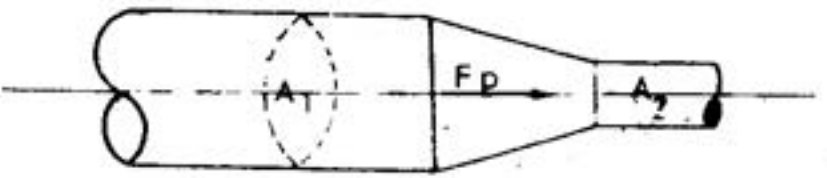
F_p = قوة الضغط الداخلي للسائل (كجم)

P = الضغط الهيدروستاتيكي داخل الماسوره (كجم / م٢)

A = مساحة المقطع المائي (م٢)

وفيما يلي بيان بأنواع القوي

٢-١ القوي في المسالب



$$F_p = P\,(A_1 - A_2) \qquad (٧٤)$$

حيث أن :

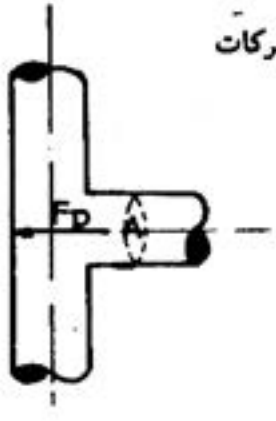
F_p = قوة الضغط الداخلي للسائل (كجم)

P = الضغط الهيدروستاتيكي داخل الماسورة (كجم / م٢)

A_1 = مساحة المقطع المائي الكبير (م٢)

A_2 = مساحة المقطع المائي الصغير (م٢)

٢-٢ القوي في المشتركات



$$F_p = P\,A \qquad (٢)$$

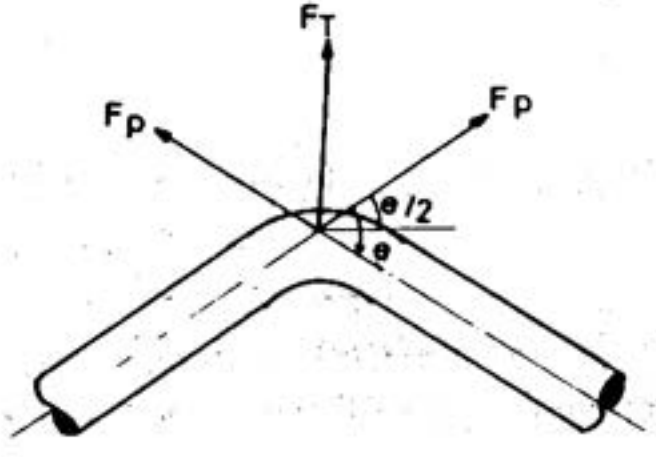
حيث إن

F_p = قوة الضغط الداخلي للسائل (كجم)

P = الضغط الهيدروستاتيكي داخل الماسوره (كجم / م٢)

A = مساحة المقطع المائي للفرعة(م٢)

٢-٣ القوي في الكيعان



محصلة قوي الدفع للخارج (F_T) هي مجموع مركبات القوي في اتجاهي محور الماسورة

$$F_T = 2 F_p \sin \theta/2 \quad (٧٦)$$

$$F_T = 2 P A \sin \theta/2 \quad (٧٧)$$

حيث أن :

F_T = قوي الدفع الناتجة من قوة الضغط الداخلي للسائل (كجم)

P = الضغط الهيدروستاتيكي الداخلي (كجم / م٢)

A = مساحة المقطع المائي (م٢)

θ = درجة انحناء الكوع (درجه)

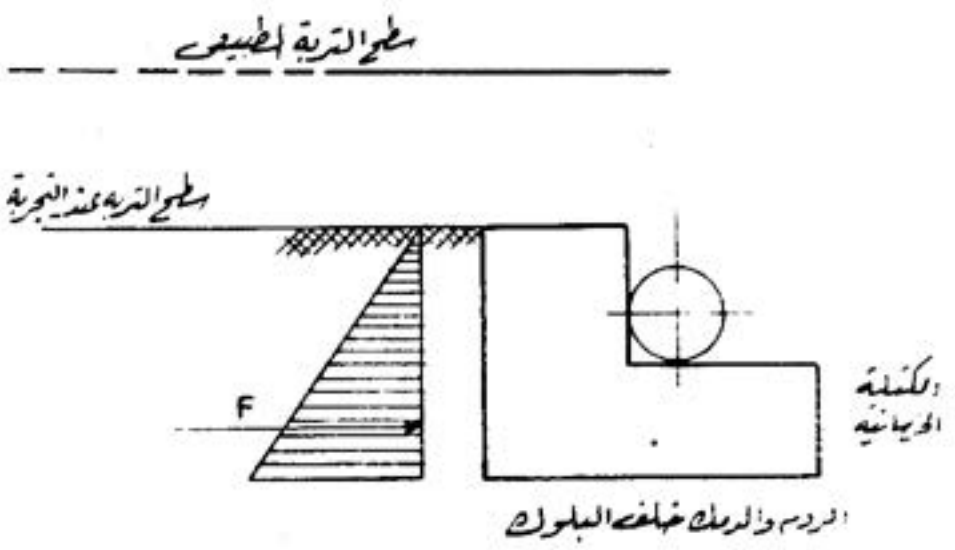
يتم مقاومة قوي الدفع عن طريق نقلها إلي التربة المحيطة اما عن طريق بلوك (كتلة) من الخرسانة أو عن طريق الاحتكاك بين التربة وجسم الماسورة والتي يتم ربطها مع القطع المتأثرة بالقوي

٣ دراسة وتصميم بلوكات مقاومة قوي الدفع .

- حساب قوي الدفع الناتجة من اقصي ضغط للسائل (ضغط الاختبار في الموقع)
- تصميم شكل وابعاد البلوك الخرساني
- دراسة خواص التربة المحيطة
- دراسة اتزان قوى الدفع من الماسورة والمقاومة من التربة شاملة قوى الانزلاق والدوران التى تحدث فى البلوك الخرسانى
- دارسة الاجهادات الداخلية بالبلوك الخرسانى

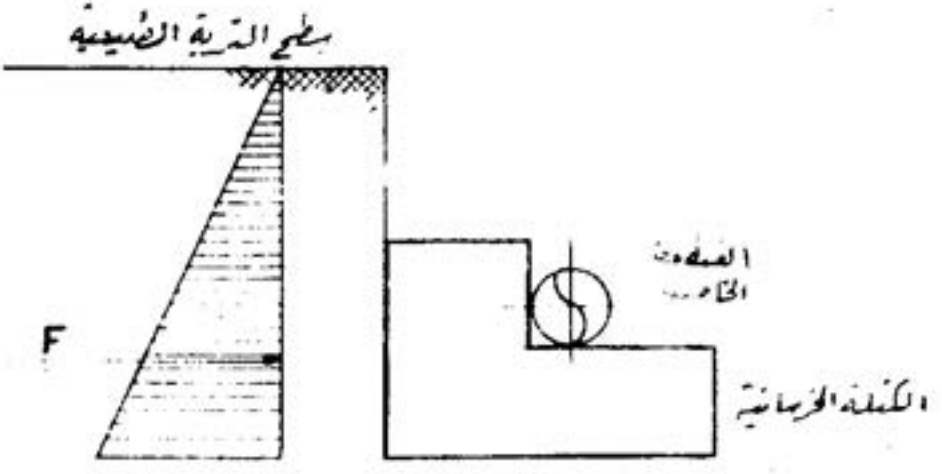
يراعى عند تصميم البلوك الخرسانى للقطع المخصوصة حيث لا يوجد ضغط للتربة نتيجة الحفر حولها فإنة يلزم أن يوضع فى الاعتبار ضرورة الردم على طبقات والدمك خلف

البلوك بهدف الحصول على قوي رد فعل التربة . كما يجب حساب هذه القوي حتي السفلي منسوب للبلوك الخرساني فقط وليس عند سطح التربة الطبيعي .



وفى حالة التربة المتماسكة حيث لم يتم حفر خلف البلوك الخرساني فيكون حساب ضغط التربة حتي سطح التربة الطبيعي .

كما يراعي بعد تشغيل الخط عدم القيام بأي اعمال حفر خلف البلوك الخرساني أو أي خلخله للتربة



وفيما يلي ملخص للطريقة التي تتبع في عمل الدراسات السابقة في حالة كوع بدرجة انحناء (θ) وقطر (D) وضغط الاختبار (P) وتربه محيطة ذات كثافة (γ) وزاوية احتكاك داخلي (φ) وكثافة الخرسانة (γ_c) وبأفتراض شكل البلوك الخرساني كما هو موضح بالشكل التالي يمكن حساب الآتي:

٣-١ حساب قوي الدفع

$$F_T = 2\,P\,(\pi D^2/4)\sin\theta/2 \qquad (٧٧)$$

حيث أن :

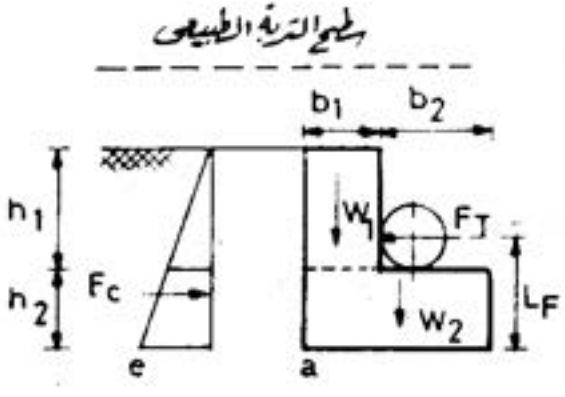
F_T = قوي الدفع للخارج (كجم)

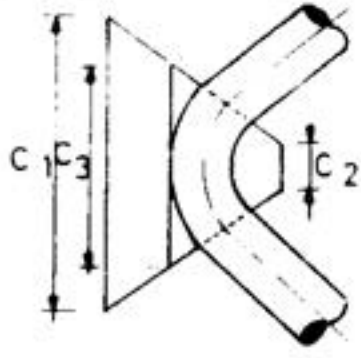
P = ضغط الاختبار الهيدروستاتيكي الداخلي (كجم / م٢)

D = قطر الماسورة الداخلي (م)

θ = درجة انحناء الكوع (درجة)

٣-٢ تصميم شكل وابعاد البلوك الخرساني





$$W_1 = \{h_1\, b_1\, (C_1 + C_3)/2\}\gamma_c$$

$$W_2 = \{h_2\, (b_1 + b_2)(C_1 + C_2)/2\}\gamma_c$$

حيث إن

$(h_1, h_2, b_1, b_2, C_1, C_2)$ = ابعاد البلوك الخرسانى (م)

W_2 ، W_1 = وزن البلوك الخرسانى (كجم)

٣-٣ دراسة خواص التربة المحيطة

γ = الكثافة الكلية للتربه (كجم / م٣)

φ = زاوية الاحتكاك الداخلي (درجه)

K_p = معامل رد فعل التربة السلبى

$$K_p = \tan^2 (45 + \varphi/2)$$

e = ضغط التربه (كجم / م٢)

$$e = \gamma\, (h_1 + h_2)\, K_p$$

F_e = قوي ضغط التربه (كجم)

$$F_e = 0.5\, e\, (h_1 + h_2)\, C_1$$

٣-٤ دراسة اتزان القوي (Stability)

٣-٤-١ دراسة الاتزان حول ابعد نقطه (a)

M_o = عزم الدوران الناتج من قوي الدفع (كجم . م)

M_s = عزم الاتزان الناتج من التربه ووزن البلوك الخرساني (كجم . م)

معامل الامان = $\frac{\text{عزم الاتزان}}{\text{عزم الدوران}} = \frac{M_s}{M_o} > ١$

٣-٤-٢ دراسة الانزلاق (Sliding)

$F_T = F_{sliding}$ = قوي الانزلاق (كجم)

$F_e = F_{passive}$ = قوي ضغط التربه (كجم)

$F_{friction}$ = قوي الاحتكاك (كجم)

$F_s = F_{friction} + F_{passive}$ = قوي الاتزان (كجم)

معامل الامان = $\frac{\text{قوى الاتزان}}{\text{قوى الانزلاق}} = \frac{F_s}{F_{sliding}} > ١$

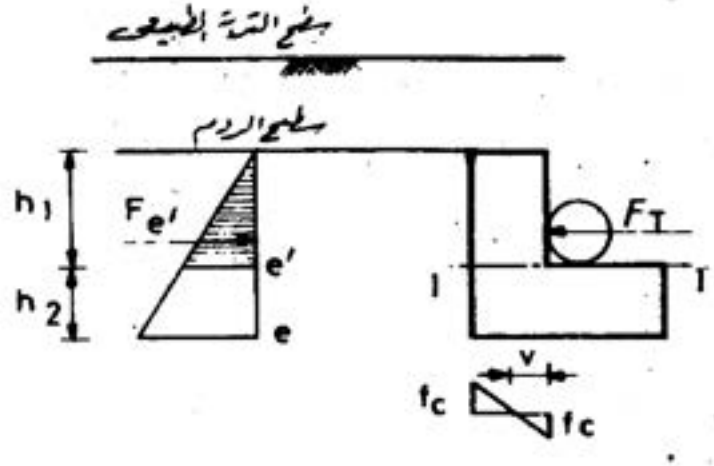
٣-٥ دراسة الاجهادات الداخلية للبلوك الخرساني

e = ضغط التربة (كجم / م٢)

$e = \gamma h_1 K_p$

F = قوي ضغط التربه (كجم)

$P_e = 0.5 e' h_1$



ويأخذ محصلة العزوم حول القطاع (I - I)

M_{I-I}= العزوم حول القطاع (I - I)

$$M_{I-I} = F_T D/2 - F_e.(h_1/3)$$

$$f_t = f_c = M_{I-I}\, y/I$$

حيث أن :

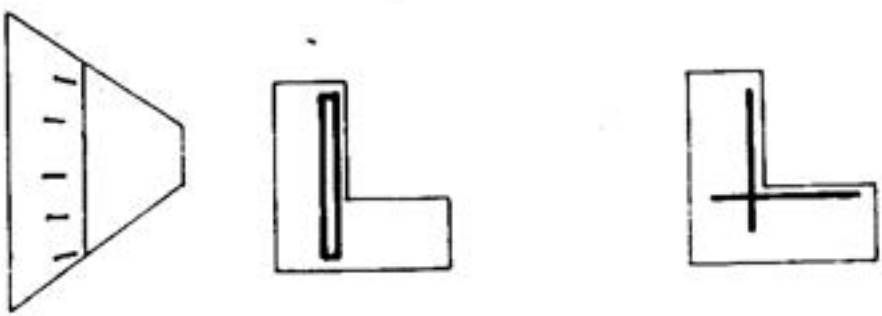
f_t = اجهاد الشد في الخرسانة (kg/m^2)

f_c = اجهاد الضغط في الخرسانة (kg/m^2)

I = عزم القصور الذاتي للقطاع (م٤)

y = ابعد نقطة علي القطاع يحدث عندهاأكبر عزم انحناء (م. ط)

يجب ألا تزيد قيمة اجهاد الشد (f_t) عن الاجهاد المسموح به في الخرسانة وإلا فيتم تسليح البلوك الخرساني بكمر من الحديد أو اسياخ التسليح



٦٠٣ نقل قوي الدفع إلي التربة عن طريق الاحتكاك بين جسم الماسورة والتربة بأستخدام الاربطة Ties

يتم نقل قوي الدفع المتولده إلي التربة عن طريق الأربطة وذلك بحساب الآتي :

القوه في اتجاه الماسورة

- طول الماسورة اللازم لمقاومة قوي الدفع بالاحتكاك .

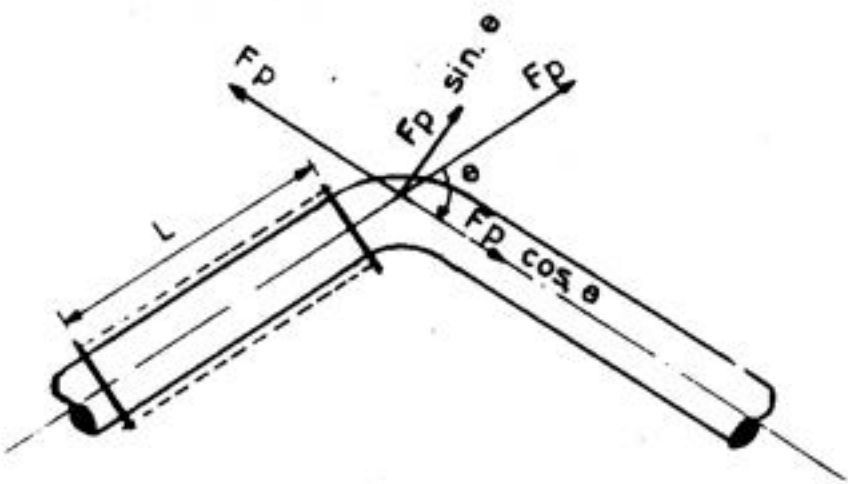
- مساحة مقطع الروابط وعددها .

كما يمكن في بعض الحالات ربط القطعة المخصوصة مع الماسورة عن طريق اللحام .

فيما يلي ملخص للطريقة التي تتبع في عمل الدراسات السابقة في حالة :

كوع بدرجة انحناء (θ) بقطر (D) وضغط الاختبار (P) وتربة محيطة ذات كثافة (γ) وزاوية احتكاك داخلي (φ) وكثافة الخرسانة (γ_c)

٣-٦-١ حساب القوة في اتجاه افرع القطع الخاصة .



F = القوي في اتجاه افرع الكوع (كجم)

$$F = F_p - F_p \cos\theta$$

(٧٨) $$F = F_p (1 - \cos\theta)$$

$$F_p = P \pi D^2 / 4$$

حيث أن :

F_p = قوي الضغط الداخلي للسائل (كجم)

P = الضغط الهيدروستاتيكي الدخلي (كجم / م٢)

D = القطر الداخلي للماسورة (م)

θ = درجة انحناء الكوع (درجة)

٣-٦-٢ حساب طول الماسورة اللازم لمقاومة قوي الدفع بالاحتكاك .

$$L = F/\{(2W_e + W_p + W_w)\tan\varphi\} \qquad (٧٩)$$

حيث أن :

L = طول الماسورة اللازم لمقاومة قوي الدفع (م)

W_e = وزن التربة اعلي الماسورة لكل متر من طول الماسورة (كجم / م . ط)

W_p = وزن الماسورة (كجم / م . ط)

W_w = وزن الماء داخل الماسورة لكل متر من طول الماسورة (كجم / م . ط)

٣-٦-٣ حساب مساحة مقطع الروابط وعددها .

حيث أن :

$$A = F / (n f_s) \qquad (٨٠)$$

A = مساحة مقطع الروابط (م٢)

n = عدد الروابط لكل فرع من افرع الماسورة

f_s = اجهاد التشغيل للحديد المستخدم (كجم / م٢)

وعن طريق فرض قطر الرباط يمكن استنتاج العدد (n)

الفصل الرابع

الأساسات للمواسير (Bedding)

١- مقدمة :

يتطلب التصميم الانشائي للماسورة أن تكون قوة تحمل الماسورة (حمل التهشيم) مقسوما على معامل أمان مناسب يساوي أو يزيد على الاحمال الواقعة عليها ممثلة بوزن التربة وأي احمال حية (الحمل الآمن)

ويشمل هذا الباب طريقة حساب الاحمال على المواسير الصلبة والمرنة الناتجة من التربة والاحمال الحية والميتة الخارجية لجميع حالات التنفيذ سواء كانت الماسورة في خندق أو على سطح التربة الطبيعية أو بطريقة الانفاق .

وعند دراسة العلاقة بين الاحمال على جسم الماسورة والحمل الآمن من أختبار التهشيم المعلمي (Three Edge Bearing Test) يتم تحديد قيمة معامل التحميل (Loading Factor) الذي يتوقف عليه نوع التأسيس وذلك بالنسبة للمواسير الصلبة . أما المواسير المرنة فسوف يتم تحديد نوع الاساس بناء على نسبة أنبعاج الماسورة الذي لايزيد عن ٥٪ من القطر كما سيأتي بعد ذلك .

وفيما يلي تعريف المصطلحات الهامة .

أ- الاحمال الخارجية للماسورة

وهي عبارة عن وزن التربة فوق الماسورة بالاضافة الى أي احمال حية واقعة عليها

ب- حمل التهشيم (Crushing strength)

ويتم معرفته من نتائج الاختبار في المعلم ووحداته كجم / م الطولى لكل نوع ماسورة

جـ - معامل الأمان (Factor of Safety)

وهو رقم أكبر من الواحد الصحيح والغرض منه استنتاج الحمل الآمن للماسورة".

د . معامل التحميل : (Loading Factor)

هو النسبة بين اقصي احمال خارجية علي الماسورة فى الطبيعة والحمل الآمن

هـ- الحمل الآمن (Safe Load)

هو حمل التهشيم مقسوم علي معامل أمان أو طبقا للمواصفات القياسية لنوع الماسورة

وتلخيصا للتعريفات السابقة نجد أن :

$$\text{الحمل الآمن} = \frac{\text{حمل التهشيم}}{\text{معامل الأمان}}$$

$$\text{معامل التحميل} = \frac{\text{أقصي احمال خارجية علي الماسورة في الطبيعة}}{\text{الحمل الآمن}}$$

$$\text{الحمل الآمن المطلوب للماسورة} = \frac{\text{أقصي احمال خارجية علي الماسورة في الطبيعة}}{\text{معامل التحميل}}$$

ويعتمد حساب الأحمال الواقعة علي جسم الماسورة علي نوعيتها من حيث الصلابة والمرونة . وتنقسم إلي ثلاثة أنواع :

و- المواسير الصلبة (Rigid Pipes) : وهذه النوعية من المواسير تمتاز بمقاومة عالية لاحمال التهشيم وتشمل الآتي :

- المواسير الفخار
- المواسير الخرسانة العادية
- المواسير الخرسانة المسلحة
- المواسير الخرسانة سابقة الاجهاد

- المواسير الاسبستوس الأسمنتي

- المواسير الزهر الرمادي

ز- المواسير المرنة (Flexible Pipes) : وهذه النوعية من المواسير لها قابلية للانبعاج تحت تأثير الأحمال الخارجية . وتتحمل الماسورة هذه الاحمال عن طريق مقاومتها بالاضافة إلي رد فعل التربة الجانبي الناتج من تحرك جوانب الماسورة جهة التربة وتشمل الآتى :

- مواسير البوليستر المسلح بألياف الزجاج (GRP)

- مواسير البلاستيكية البلاستيك (UPVC & PVC)

- مواسير صلب

ح - المواسير شبه الصلبه (Semi Rigid Pipes)

- وهي المواسير التي تسلك سلوك المواسير الصلبة في الأقطار الصغيرة وسلوك المواسير المرنة في الاقطار الكبيرة وهى:

- مواسير الزهر المرن (Ductile Cast Iron)

٢- ولتصميم الاساس للماسورة يجب عمل الآتي :

١- تحديد طريقة تنفيذ الماسورة في الطبيعة (بند ٣)

٢- تحديد نوع الماسورة من حيث صلبه أو مرنة أو شبه مرنة (بند (١) و ، ز ، ح).

٣- حساب الاحمال الخارجية علي الماسورة من وزن التربة والاحمال الحيه (بند (٤) ، بند (٥))

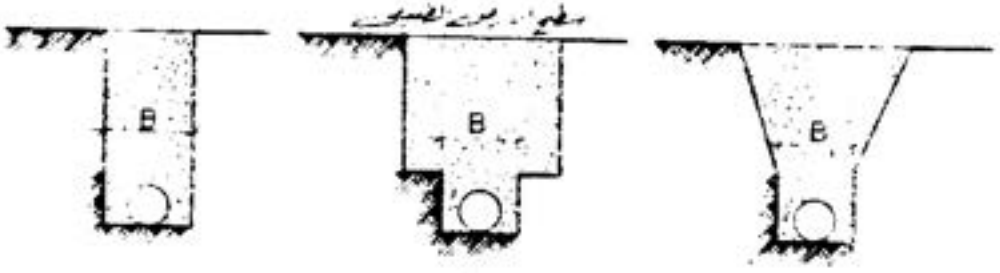
٤- بالنسبة للمواسير الصلبة يتم حساب معامل التحميل والذي علي اساسه يتم ايجاد الشكل الاساسي المناسب من (بند (١) هـ و بند (٦))

٥- بالنسبة للمواسير المرنة يتم اختيار شكل الاساس بفرض إنبعاج الماسوره بما لايزيد علي ٥٪ من القطر الأسمي (بند (٧))

٣ حالات تنفيذ الماسورة في الطبيعة

أ- الخندق : (Trench)

وهو المجري المنفذ في الطبيعة والذي يتم وضع الماسورة بداخله بحيث يكون عرض الخندق ضيق حول الماسورة نسبيا في التربة الطبيعية غير المقلقلة ويتم الردم عليها حتي سطح الارض ويمثل الخندق أحد القطاعات الآتية .



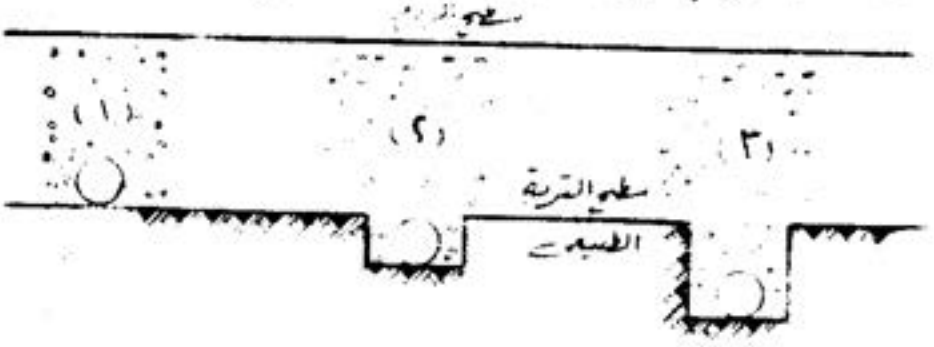
ب- الردم على ماسورة موضوعه علي سطح التربه الطبيعية أو جسر أو خندق عريض (Embankment)

ويتم تقسيم هذه الحالة إلي :

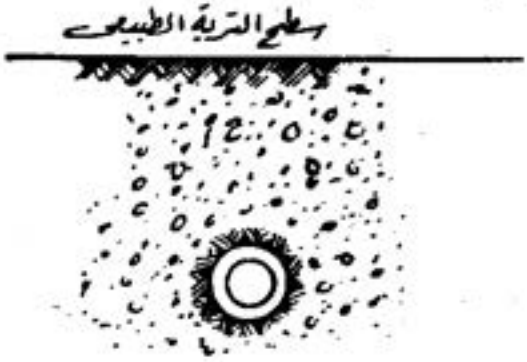
ب- ١ - حالة الراسم العلوي للماسورة أعلي من منسوب سطح الأرض الطبيعية

ب- ٢ - حالة الراسم العلوي للماسورة في منسوب سطح الأرض الطبيعية

ب- ٣ - حالة الراسم العلوي للماسورة أقل من منسوب سطح الارض الطبيعية



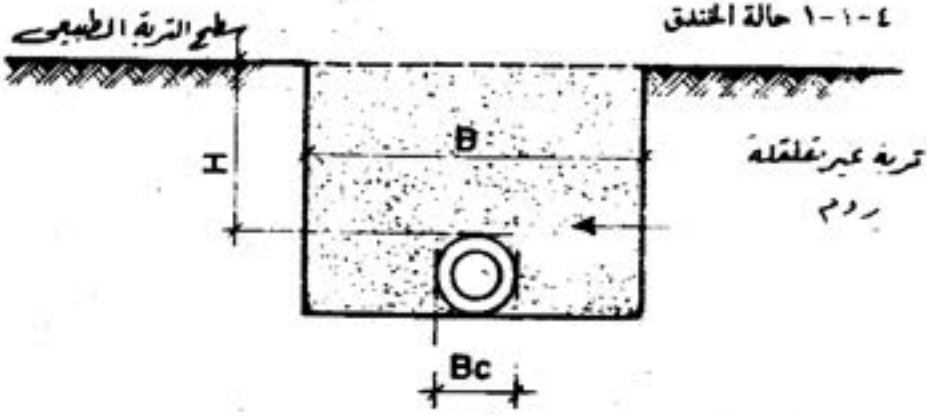
جـ التنفيذ بطريقة الانفاق (Tunnels)



٤ حساب الاحمال الخارجية علي الماسورة

٤-١ الاحمال الناتجة من وزن التربه

٤-١-١ حالة الخندق



وتتوقف طريقة الحساب حسب نوع الماسورة

أ- حالة الماسوره الصلبه (Rigid Pipe)

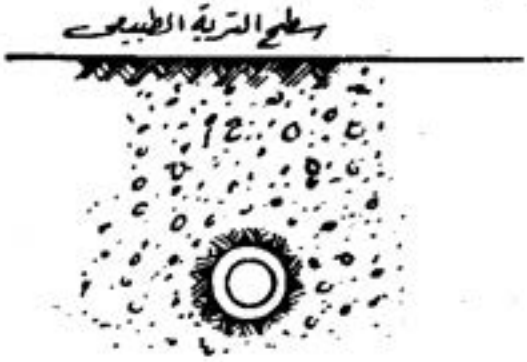
تطبق معادلة مارستون $W = C\ w\ B^2$ (٨١)

ب- حالة الماسورة المرنة (Flexible Pipe)

$W = C\ w\ B\ B_c$ (٨٢)

حيث :-

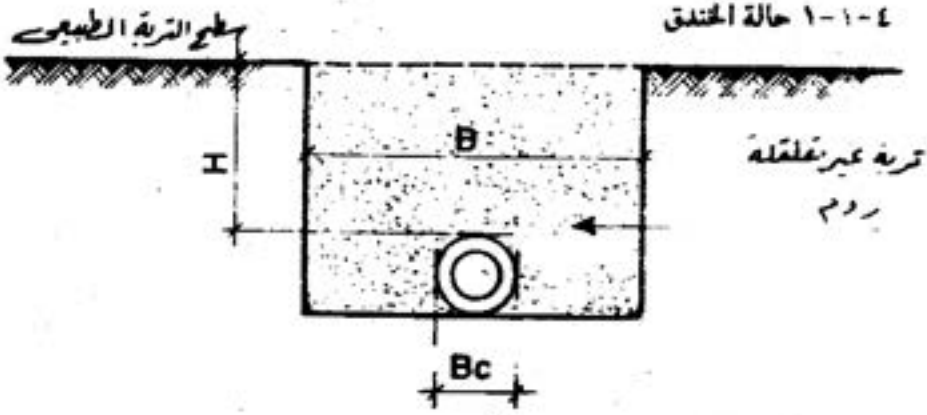
جـ التنفيذ بطريقة الانفاق (Tunnels)



٤ حساب الاحمال الخارجية علي الماسورة

٤-١ الاحمال الناتجة من وزن التربه

٤-١-١ حالة الخندق



وتتوقف طريقة الحساب حسب نوع الماسورة

أ- حالة الماسوره الصلبه (Rigid Pipe)

تطبق معادلة مارستون $W = C\ w\ B^2$ (٨١)

ب- حالة الماسورة المرنة (Flexible Pipe)

$W = C\ w\ B\ B_c$ (٨٢)

حيث :-

W : الحمل علي الماسورة (كجم / م . ط)

w : وزن وحدة الحجوم من الردم (كجم / م٣)

B : عرض الخندق عند السطح العلوي للماسورة (م)

B_c : القطر الخارجي للماسوره (م)

C : معامل الوزن (ليس له وحدات)

ويحسب «C» من المعادلة الاتية :

$$C = \{1 - e^{-2K\mu'(H/B)}\}/(2K\mu')$$

$$K = \frac{\sqrt{\mu^2+1} - \mu}{\sqrt{\mu^2+1} + \mu} = \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi}$$

حيث :

K : معامل رانكن وهو نسبة الضغط الجانبي إلي الضغط الرأسي

μ : معامل الاحتكاك الداخلي لمادة الردم

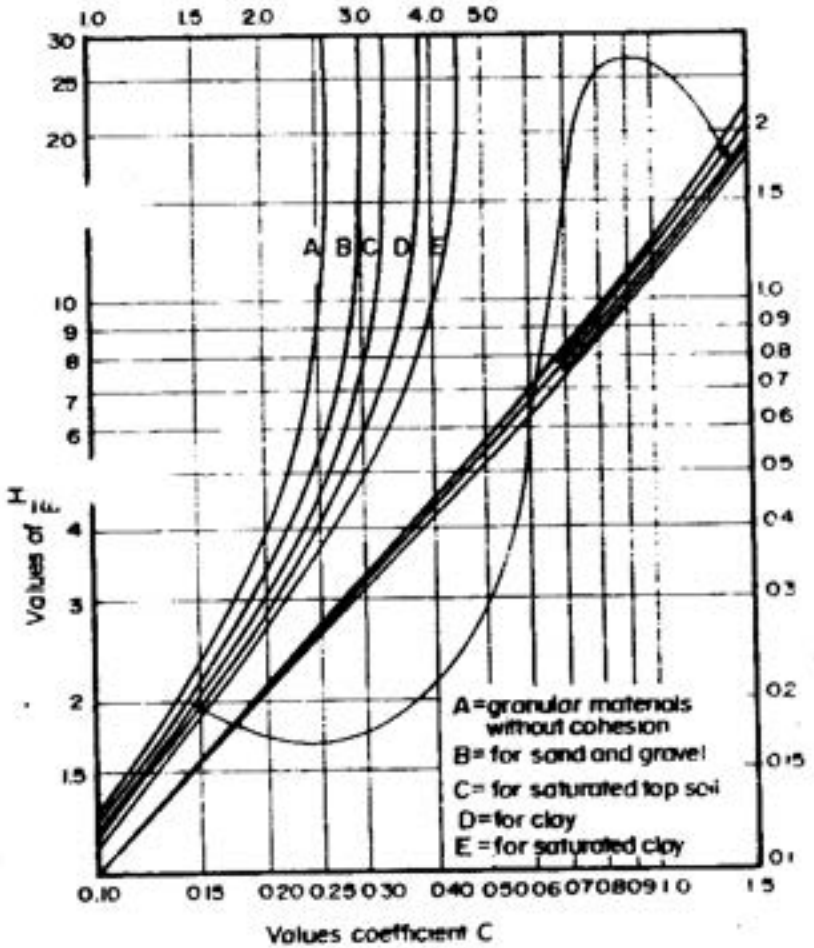
φ : زاوية الاحتكاك الداخلي لمادة الردم

μ' : معامل الاحتكاك بين مادة الردم وجوانب الخندق

φ' : زاوية الاحتكاك بين مادة الردم وجوانب الخندق

H : عمق الردم من الراسم العلوي للماسورة وحتي سطح التربة (م)

ويمكن حساب قيمة «C» مباشرة من الشكل البياني رقم (٤-١)

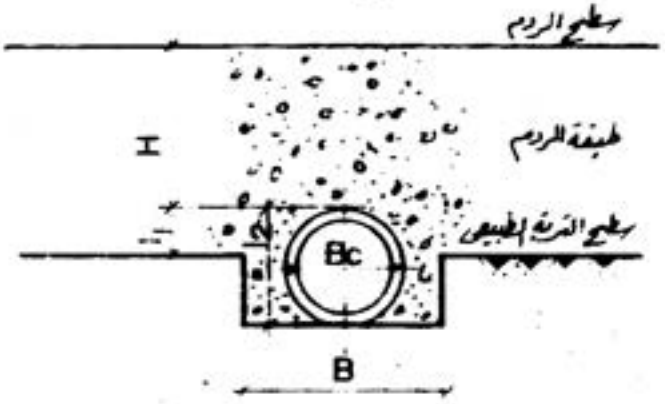


شكل رقم (٤-١) : الشكل البيانى لحساب قيم C .

٤-١-٢ حالة الردم على ماسورة موضوعة على سطح التربه الطبيعية أو جسر أو خندق عريض .

أ - الراسم العلوي للماسورة أعلي من منسوب سطح الأرض الطبيعية .

(Positive Projecting Conduits)



تطبق معادلة مارستون لحالتي المواسير الصلبه والمرنه .

$$W = C_c w B_c^2 \qquad (٨٥)$$

حيث :

W : الحمل علي الماسوره (كجم / م . ط)

w : وزن وحدة الحجوم من التربة (كجم / م٣)

B : القطر الخارجي للماسورة (م)

C_c : معامل الوزن (ليس له وحدات)

H : عمق الردم من الراسم العلوي للماسورة وحتي سطح الردم (م)

p : نسبة الاسقاط $(p = l_1/l_2)$

r_{sd} : نسبة الهبوط

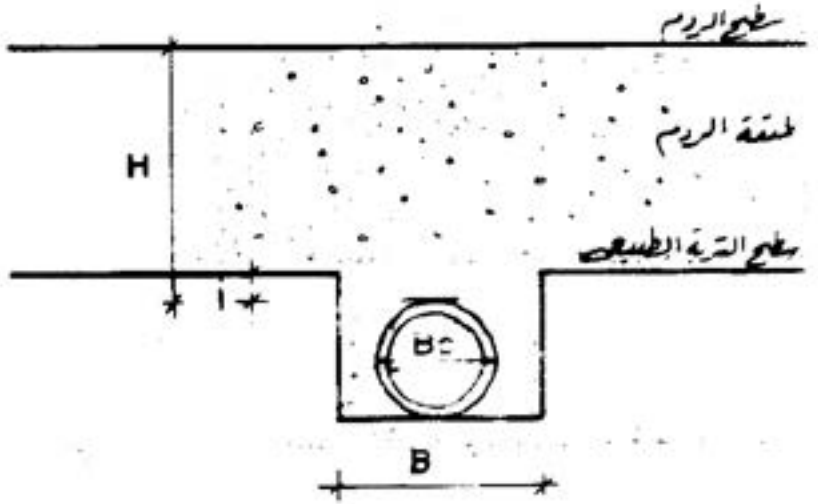
ومن الجدول ٤-١ يمكن تحديد قيمة r_{sd}

ومن الشكل رقم ٤-٢ يحدد قيمة C_c ، ومنها قيمة W .

جدول (٤-١)

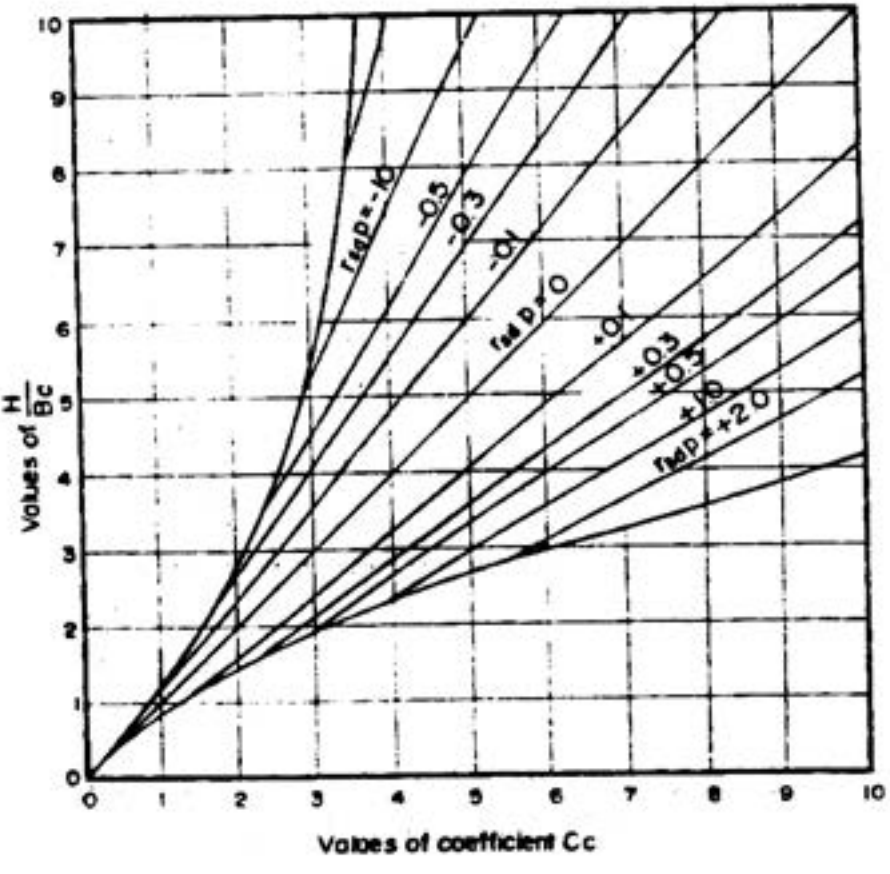
Type of Condiut	Soil Conditions	Setdement Ratio
Rigid	Rock or unyeilding foundation	+1.0
Rigid	Ordinary foundation	+0.5 to +0.8
Rigid	Yeilding foundation	0 to +0.5
Rigid	Negative projecting installations	-0.3 to -0.5
Flexible	Poorly-compacted side fills	-0.3 to 0
Flexible	Well-compacted side fills	0

ب - حالة الراسم العلوي للماسورة في منسوب يساوي أو أقل من منسوب الأرض الطبيعية : (Negative Projecting Conduits)



تطبق معادلة مارستون في حالتي المواسير الصلبه والمرنه :

$$W = C_n w B^2 \qquad (٨٦)$$



شكل رقم (٤-٢) : الشكل البيانى لحساب قيم C_c .

حيث :

W : الحمل علي الماسوره (كجم / م . ط)

w : وزن وحدة الحجوم من التربه (كجم / م٣)

B : عرض الخندق (م) .

H : عمق الردم من الراسم العلوي للماسورة وحتي سطح الردم (م)

$P' = (l/B)$: نسبة الاسقاط (ليس له وحدات)

C_n : معامل الوزن (ليس له وحدات)

r_{sd} : نسبة الهبوط وتؤخذ في هذه الحالة (٠,٣٠)

ومن الشكل رقم (٤-٣) يحدد قيمة «C_n» ومنها قيمة «W»

ملحوظة هامة :

قبل البدء في حساب الاحمال علي الماسورة الناتجة من وزن التربه يجب التأكد من كون الخندق ضيق فتحسب الاحمال حسب الحالة «أ» أو الخندق عريض فتحسب الاحمال حسب الحالة «ب»

الحالة «أ» حساب الاحمال الخارجية علي الماسورة في حالة الخندق

الحالة «ب» حساب الاحمال الخارجية علي الماسورة في حالة الردم

وللتأكد من ذلك تتبع الخطوات الآتية : -

١- تحديد قيم r_{sd} , B, B_c, H

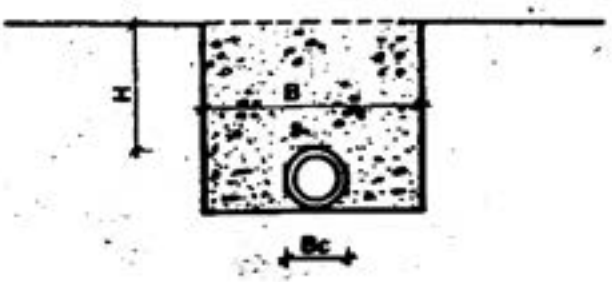
٢- تحسب قيم H/B_c , p

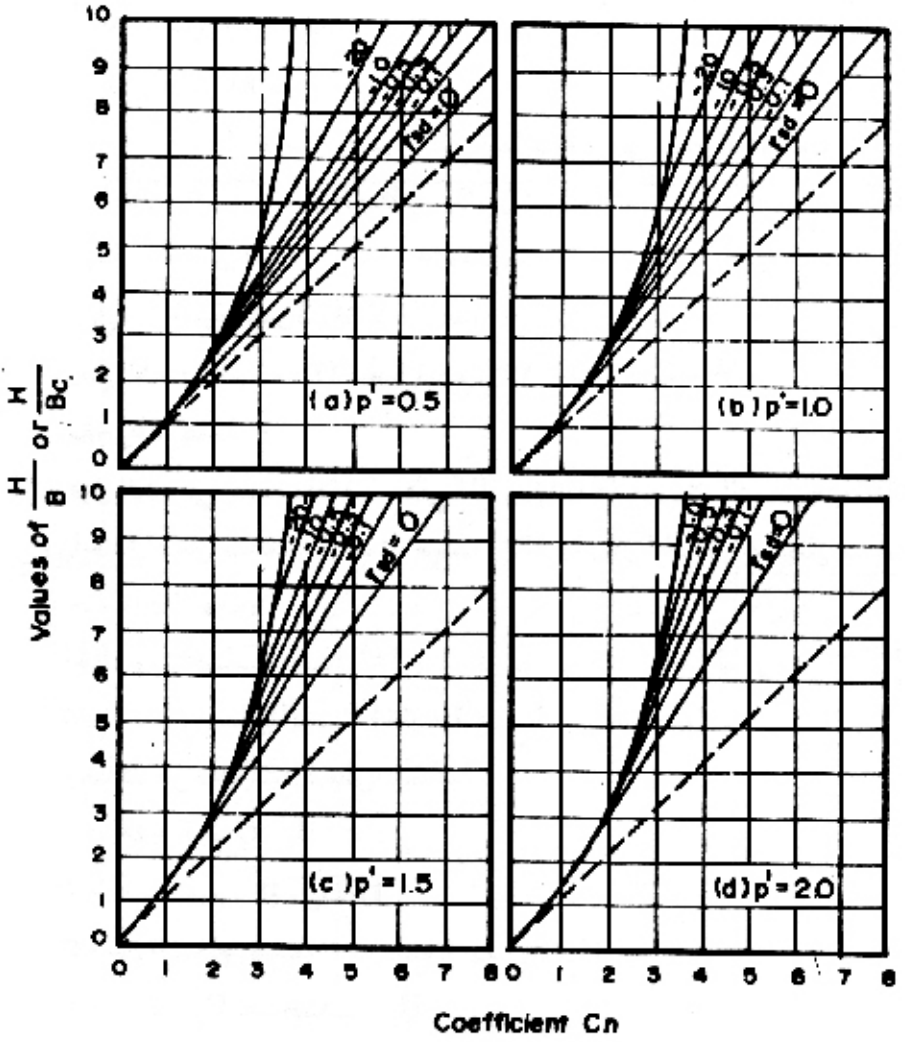
٣- من الشكل رقم ٤-٤ تستنتج قيمه B_d/B_c

٤- بمعرفة B_c يتم حساب B_d

٥- هناك حالتين $B < B_d$ فيكون الخندق ضيق وتتبع الحالة «أ»

$B > B_d$ فيكون الخندق عريض وتتبع الحالة «ب»

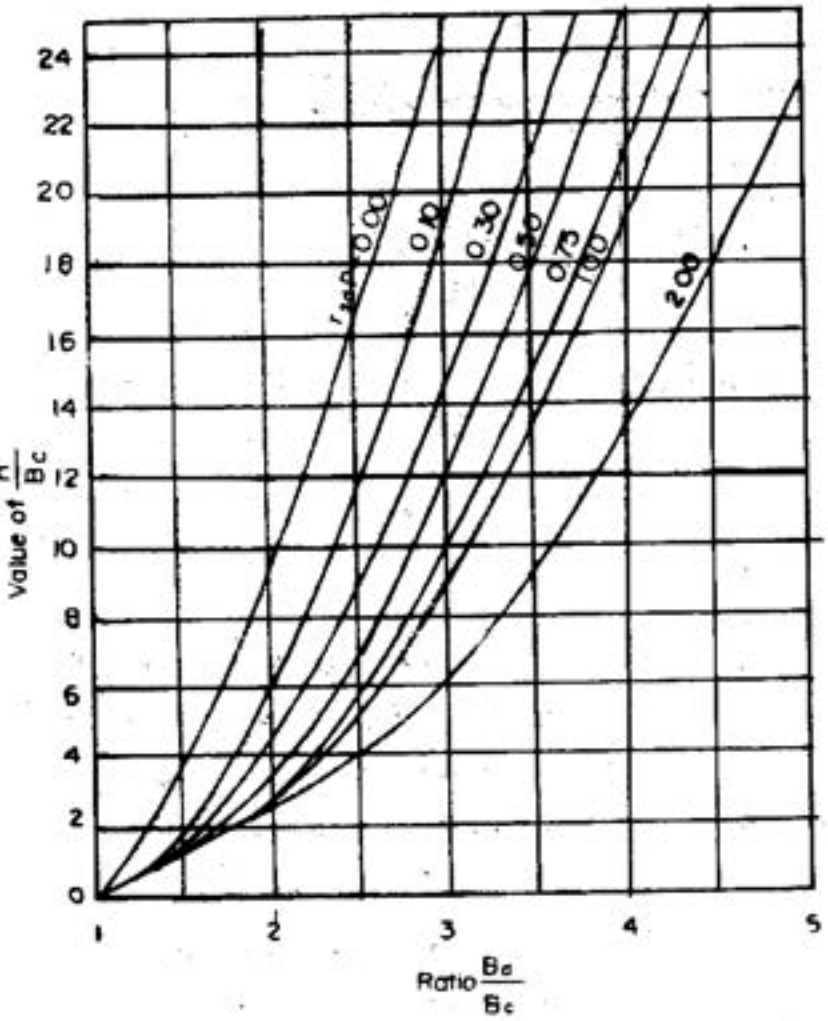




شكل رقم (٤-٣) الشكل البيانى لحساب قيم " C_n "

(H/B_c) حالة الراسم العلوي للماسورة في منسوب الأرض الطبيعية

(H/B) حالة الراسم العلوي للماسورة في منسوب اقل من منسوب الأرض الطبيعية



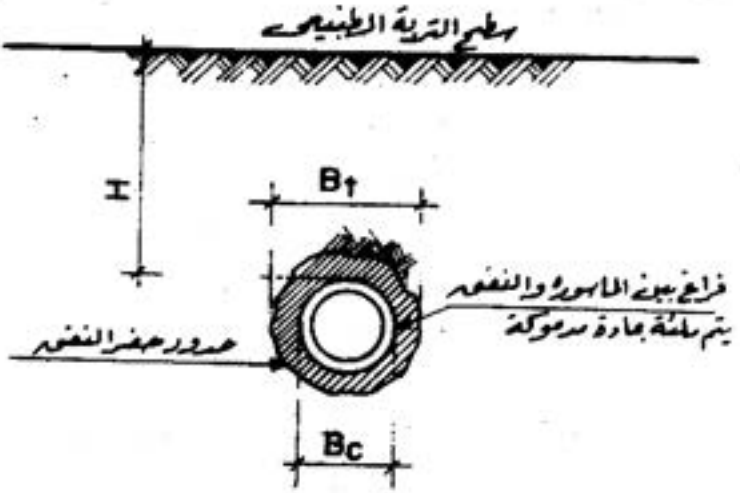
شكل رقم (٤-٤) : الشكل البيانى لحساب قيم $\frac{Bd}{Bc}$

٤-١-٣ حساب الاحمال في حالة عمل انفاق أو قمصان حول المواسير :-

وتكون هذه الطريقة في حالة التنفيذ بطريقة الانفاق وذلك في حالة تراوح العمق بين (٩-١٢ متر) من سطح الأرض ويتم عمل قميص للماسوره .

وبتطبيق معادلة مارستون في حالتي المواسير الصلبه والمرنه .

$$W = C_t B_t^2 (w B_t - 2 C) \qquad (٤-١٠)$$



حيث :

W : الحمل علي الماسوره (كجم / م . ط)

w : وزن وحدة الحجوم من التربه (كجم / م٣)

B_t : القطر الداخلي للنفق (في حالة الانفاق) (م)

B_c : القطر الخارجي للنفق (في حالة القمصان) (م) $\quad B_c = B_t$

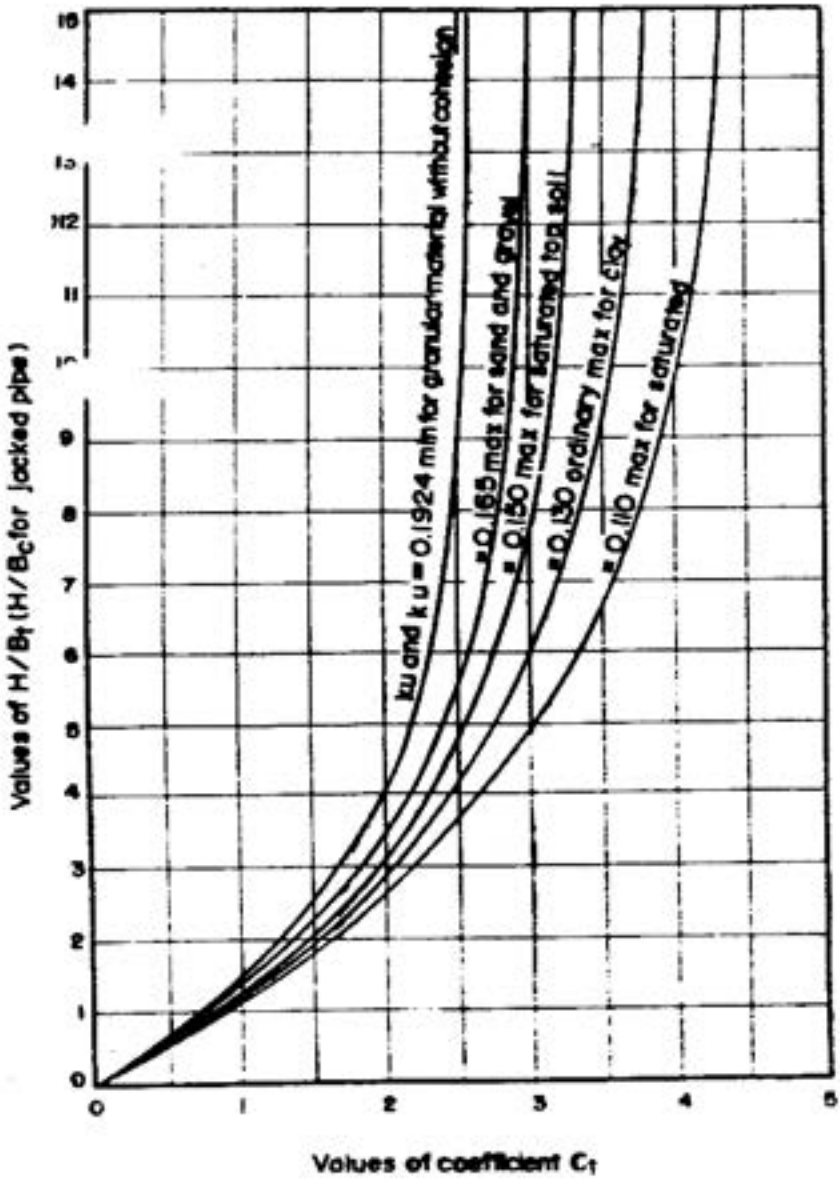
C : معامل التماسك للتربه (كجم / م٢)

C_t : معامل الوزن (ليس له وحدات)

H : عمق الماسوره من السطح العلوي للماسوره (م)

ويتم تعيين قيمة « C_t » من الشكل رقم (٤-٥)

ويوصي بالقيم التالية لمعامل التماسك « C » المعطاه في الجدول (٤-٢) وذلك لأنواع التربة المختلفة .



شكل رقم (٤-٥) : الشكل البيانى لحساب قيمة C_t

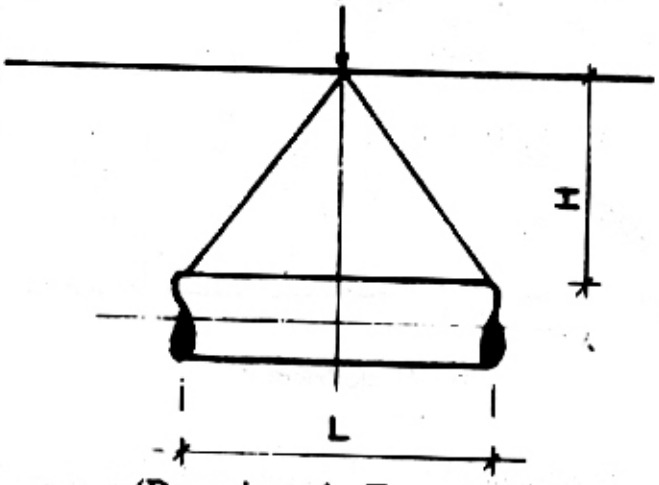
جدول (٤-٢) : معامل التماسك "C" لأنواع التربة المختلفة

Material	Values of C	
	(lbs./sq.ft.)	(kg / cm^2)
Clay, very soft	40	0.02
Clay, medium	250	0.12
Clay, hard	1000	0.49
Sand, loose dry	0	0.00
Sand, silty	100	0.05
Sand, dense	300	0.15
Top soil, saturated	100	0.05

٥- حساب الاحمال على الماسوره الناتجه من الاحمال الخارجية : -

٥-١ الحمل المركز (Concentrated Load)

(مثل عجلات السيارات وما في حكمها)م



وتطبق معادلة بوسينسك (Boussinesq's Formula)

$$W = C_s \, (P \, F) / L \qquad (٨٨)$$

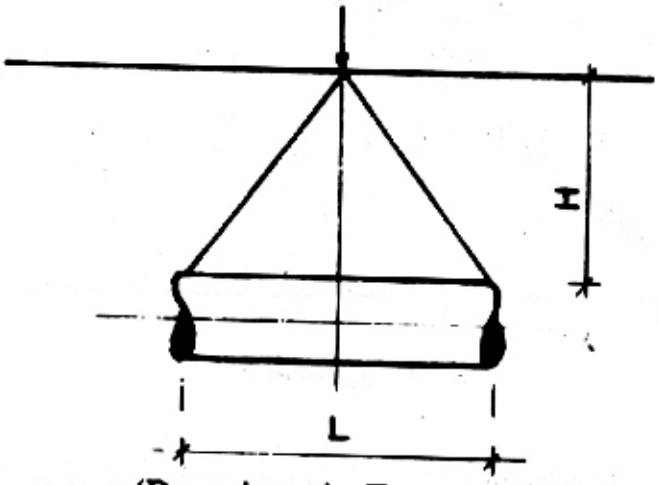
جدول (٤-٢) : معامل التماسك "C" لأنواع التربة المختلفة

Material	Values of C	
	(lbs./sq.ft.)	(kg / cm^2)
Clay, very soft	40	0.02
Clay, medium	250	0.12
Clay, hard	1000	0.49
Sand, loose dry	0	0.00
Sand, silty	100	0.05
Sand, dense	300	0.15
Top soil, saturated	100	0.05

٥- حساب الاحمال على الماسوره الناتجه من الاحمال الخارجية : -

٥-١ الحمل المركز (Concentrated Load)

(مثل عجلات السيارات وما في حكمها)م



وتطبق معادلة بوسينسك (Boussinesq's Formula)

$$W = C_s \, (P \, F) / L \qquad (٨٨)$$

حيث :

W : الحمل على الماسورة (كجم / م . ط)

P : الحمل المركز (كجم)

F : معامل الصدم (ليس له وحدات)

C_s : معامل الوزن (ليس له وحدات)

H : عمق الماسورة من الراسم العلوي للماسوره وحتي سطح الرصيف الطبيعية (م)

L : الطول الفعال للماسورة (م)

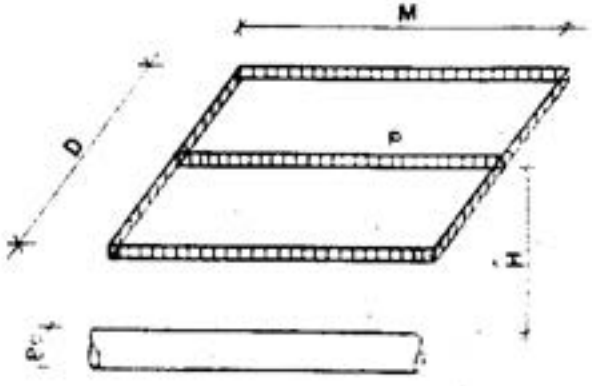
وتؤخذ قيمة (L) = ٩ر٠ متر للمواسير ذات طول أكبر من ٩ر٠ (م)

وتؤخذ قيمة (L)= الطول الفعلي للماسوره وذلك بالنسبة للمواسير ذات طول أقل من ٩ر٠ (م)

وتحدد قيمة «C_s» من الجدول (٤-٧)

والقيم المقترحه لمعامل الصدم تؤخذ من الجدول (٤-٣) وذلك طبقا لحالة المرور في المنطقه .

٥-٢ الاحمال الموزعه (Distributed Load)



وتطبق المعادلة الآتية :

$$W = C_s \, p \, F \, B_c \qquad (٨٩)$$

حيث

W : الحمل على الماسورة (كجم / م)

p : الحمل الموزع (كجم / م٢)

F : معامل الصدم (ليس له وحدات)

B_c : القطر الخارجي للماسوره (م)

C_s : معامل الوزن (ليس له وحدات)

D ، M : أبعاد المساحة التي يؤثر عليها الحمل الموزع (م)

ونحدد قيمة C_s من الجدول (٤-٤)

جدول (٤-٣) معامل الصدم (F)

Traffic Type	F
Highway	1.50
Railway	1.75
Airfields :	
Runways	1.00
Taxiways, aprons, hard stands	1.50

وهناك حالة المواسير تحت خطوط السكه الحديد فيتم اعتبارها احمال موزعه حيث يتم توزيع وزن القاطره علي مساحة تساوي طول القاطره في طول الفلنكات بالاضافه إلي (٣٠٠ كجم / متر طولى) هي وزن السكة .

وبعد استعراض طرق حساب الاحمال الناتجه من وزن التربه فوق الماسوره والاحمال الخارجية ومنها المركزة والموزعة ننتقل إلي كيفية اختيار نوع التأسيس لانواع المواسير الصلبة والمرنه .

٦ التأسيس للمواسير الصلبه (Rigid Pipes Bedding)

وقد تم تقسيم أنواع التأسيس للمواسير إلي أربعة درجات تتوقف علي قيمة معامل التحميل .

٦-١ : حالة الخندق

درجة (أ) وهي عبارة عن وسادة خرسانية أو عقد خرساني وتنقسم إلي :

١- وسادة خرسانية (Concrete Cradle)

في حالة معامل الحمل = ٢ ر٢ تستخدم وساده خرسانية عادية ودمك خفيف للردم

B_c : القطر الخارجي للماسوره (م)

C_s : معامل الوزن (ليس له وحدات)

D ، M : أبعاد المساحة التي يؤثر عليها الحمل الموزع (م)

ونحدد قيمة C_s من الجدول (٤-٤)

جدول (٤-٣) معامل الصدم (F)

Traffic Type	F
Highway	1.50
Railway	1.75
Airfields :	
Runways	1.00
Taxiways, aprons, hard stands	1.50

وهناك حالة المواسير تحت خطوط السكه الحديد فيتم اعتبارها احمال موزعه حيث يتم توزيع وزن القاطره علي مساحة تساوي طول القاطره في طول الفلنكات بالاضافه إلي (٣٠٠ كجم / متر طولى) هي وزن السكة .

وبعد استعراض طرق حساب الاحمال الناتجه من وزن التربه فوق الماسوره والاحمال الخارجية ومنها المركزة والموزعة ننتقل إلي كيفية اختيار نوع التأسيس لانواع المواسير الصلبة والمرنه .

٦ التأسيس للمواسير الصلبه (Rigid Pipes Bedding)

وقد تم تقسيم أنواع التأسيس للمواسير إلي أربعة درجات تتوقف علي قيمة معامل التحميل .

٦-١ : حالة الخندق

درجة (أ) وهي عبارة عن وسادة خرسانية أو عقد خرساني وتنقسم إلي :

١- وسادة خرسانية (Concrete Cradle)

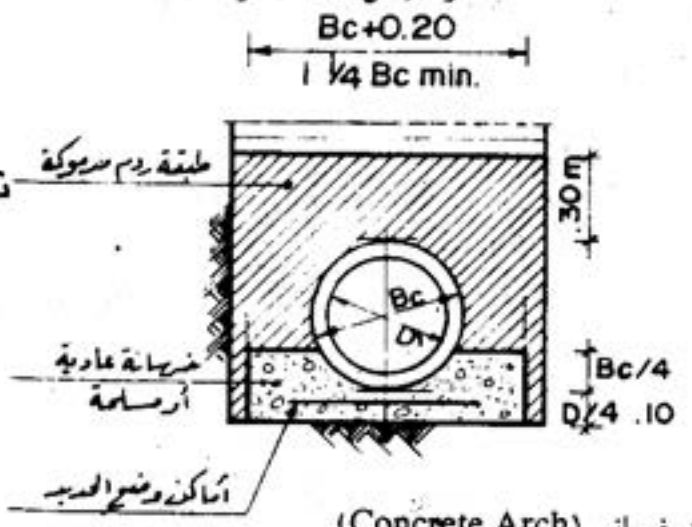
في حالة معامل الحمل = ٢ ر٢ تستخدم وساده خرسانية عادية ودمك خفيف للردم

جدول رقم (٤-٤) قيم معامل الوزن (C_s)

D/2H or B_c/2H	M/2H or L/2H *													
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	2.0	5.0
0.1	0.019	0.037	0.053	0.067	0.079	0.080	0.097	0.103	0.108	0.112	0.117	0.121	0.124	0.128
0.2	0.037	0.072	0.130	0.131	0.155	0.174	0.180	0.202	0.211	0.219	0.229	0.238	0.244	0.248
0.3	0.053	0.103	0.149	0.190	0.224	0.252	0.274	0.292	0.306	0.318	0.333	0.345	0.355	0.360
0.4	0.670	0.131	0.190	0.241	0.284	0.320	0.349	0.373	0.391	0.405	0.425	0.440	0.454	0.460
0.5	0.079	0.155	0.224	0.284	0.336	0.379	0.414	0.441	0.463	0.481	0.505	0.525	0.540	0.548
0.6	0.080	0.174	0.252	0.320	0.379	0.428	0.467	0.499	0.524	0.544	0.572	0.596	0.613	0.624
0.7	0.097	0.189	0.274	0.349	0.414	0.467	0.511	0.546	0.584	0.597	0.628	0.650	0.674	0.688
0.8	0.103	0.202	0.292	0.373	0.441	0.499	0.546	0.584	0.615	0.639	0.674	0.703	0.725	0.740
0.9	0.108	0.211	0.306	0.391	0.463	0.524	0.574	0.615	0.647	0.673	0.711	0.742	0.766	0.784
1.0	0.112	0.219	0.318	0.405	0.481	0.544	0.597	0.639	0.673	0.701	0.740	0.774	0.800	0.816
1.2	0.117	0.229	0.333	0.425	0.505	0.572	0.628	0.674	0.711	0.740	0.783	0.820	0.849	0.868
1.5	0.121	0.238	0.345	0.440	0.525	0.596	0.650	0.703	0.742	0.774	0.820	0.861	0.894	0.916
2.0	0.124	0.244	0.355	0.454	0.540	0.613	0.674	0.725	0.766	0.800	0.849	0.894	0.930	0.956

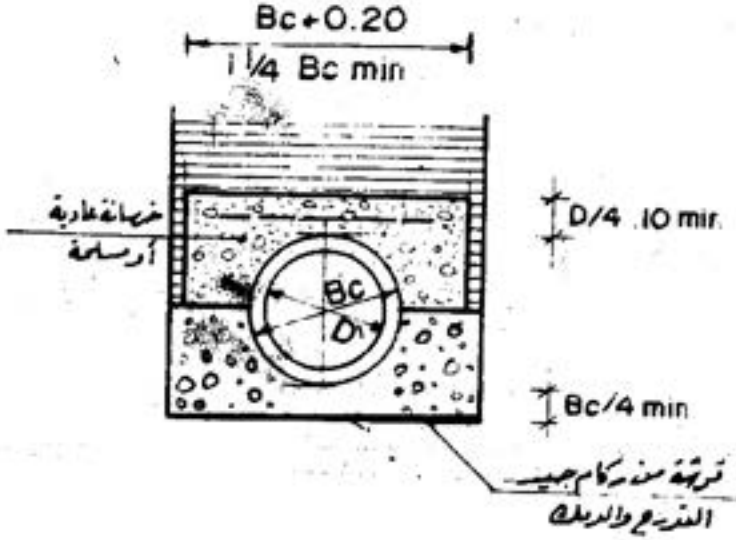
* Influence coefficients for solution of Holl's and Newmark's integration of the Boussinesq equation for vertical stress.

في حالة معامل الحمل = ٢ر٨ تستخدم وسادة خرسانية عادية ودمك جيد للردم
في حالة معامل الحمل = ٣ر٤ تستخدم وسادة خرسانية مسلحة وتسليح تكون نسبته
٤ر٠٪ من مساحة الخرسانة .



٢- عقد خرساني (Concrete Arch)

في حالة معامل الحمل = ٢ر٨ يستخدم عقد من الخرسانة العادية
في حالة معامل الحمل = ٣ر٤ يستخدم عقد من الخرسانة المسلحة مع تسليح تكون
نسبته ٤ر٠٪ من مساحة الخرسانة .
في حالة معامل الحمل = ٤ر٨ يستخدم عقد من الخرسانة المسلحة مع تسليح تكون
نسبته ١ر٠٪ من مساحة الخرسانة .

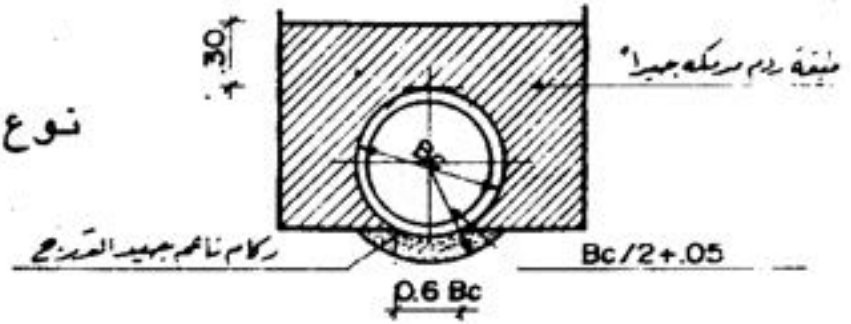


درجه (ب)

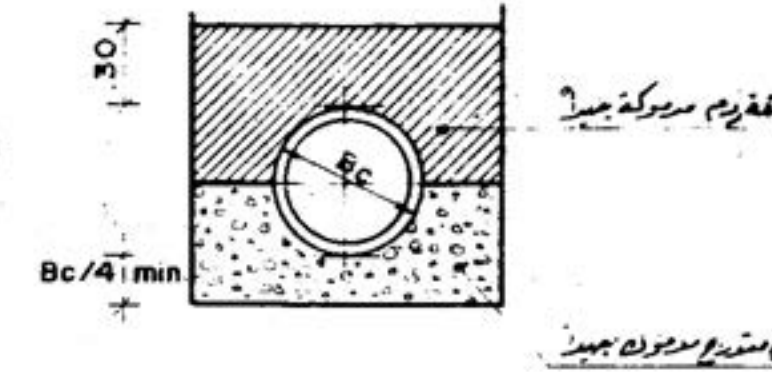
وتطبق هذه الدرجة في حالة معامل الحمل = ١٫٩

وتنقسم إلي نوعين :

النوع الأول : وفيه يتم تشكيل قاع الخندق علي شكل دائري من ردم مدموك جيد ومتدرج كما هو موضح بالرسم التالي :



النوع الثاني : وفيه يتم التأسيس علي طبقة من ركام متدرج مدموك جيدا أو ردم مدموك جيدا

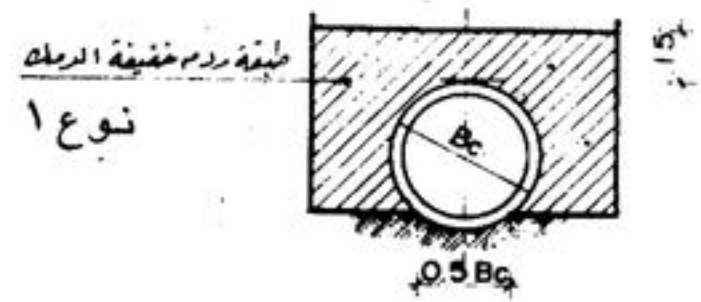


درجه (جـ) .

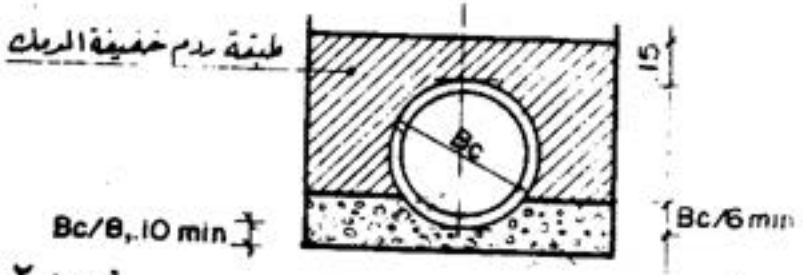
وتطبق هذه الدرجة في حالة معامل الحمل = ١ر٥

وتنقسم إلي نوعين :

النوع الأول : وفيه يتم تشكيل قاع الخندق علي شكل دائري وتوضع عليه الماسورة مباشرة



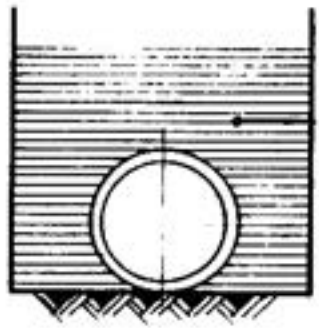
النوع الثاني : وفيه يتم التأسيس علي طبقة من الركام المتدرج تدرج جيد ويدمك جيدا وكذلك ردم خفيف الدمك .



درجه (د)

وتطبق هذه الدرجة في حالة معامل الحمل = ١ر١

وفيه يتم وضع الماسورة علي قاع الخندق المستوي مباشرة



ردم غير مرصوص

٦-٢ : التأسيس في حالة الردم علي ماسورة موضوعة علي سطح التربة الطبيعية أو خندق عريض وذلك للمواسير الصلبه (Embankment)

وهناك ثلاث حالات :

الحالة الأولي : السطح العلوي للماسورة أعلي من مستوي سطح التربه

(Positive Projecting Conduits)

ويعتمد معامل الحمل في هذه الحالة علي درجة التأسيس للماسوره وضغط التربه الجانبي علي الماسوره ومساحة الماسورة التي يؤثر عليها ضغط التربه .

وتطبق المعادلة الآتية لحساب معامل الحمل «L_f»

$$L_f = A / (N - xq) \qquad (٩٠)$$

حيث :

L_f : معامل الحمل (ليس له وحدات)

A : معامل شكل مقطع الماسورة (ليس له وحدات)

N : معامل تأسيس الماسوره (ليس له وحدات)

x : معامل يعتمد علي المساحة التي يؤثر عليها الضغط الجانبي للتربه (ليس له وحدات)

q : النسبة بين الضغط الجانبي الكلي للتربه إلي الحمل الرأسي الكلي للتربه (ليست لها وحدات).

وقيمة المعامل « A » تكون (١ر٤٣١) في حالة المواسير الدائرية

وقيمة معامل التأسيس (N) تعطى من الجدول (٤-٥)

جدول رقم (٤-٥) قيم معامل تأسيس الماسورة N

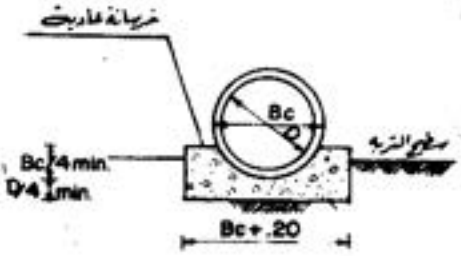
Class of Bedding	Value of N Pipe Shape : Circular
A (reinforced cradle)	0.421 to 0.505
A (unreinforced cradle)	0.505 to 0.636
B	0.707
C	0.840
D	1.310

وقيمة المعامل (x) يعطي من الجدول (٤-٦)

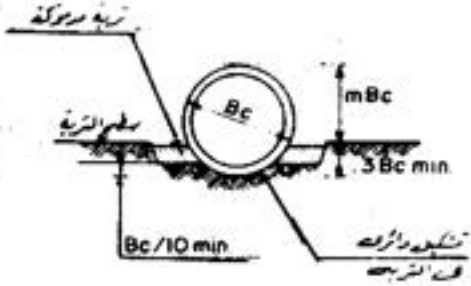
جدول (٤-٦) قيم x

Fraction of Pipe Subjected to Lateral Pressure	Value of x	
	Class A Bedding	Other than Class A Bedding
	Circular Pipe	Circular Pipe
m	0.150	0
0	0.743	0.217
0.3	0.856	0.423
0.5	0.811	0.594
0.7	0.678	0.655

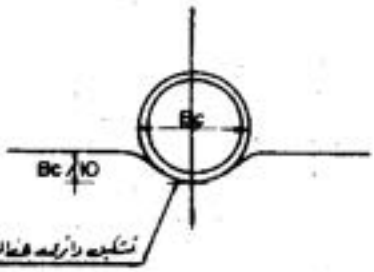
والرسومات التالية توضح درجات التأسيس المختلفة أ ، ب ، جـ ، د



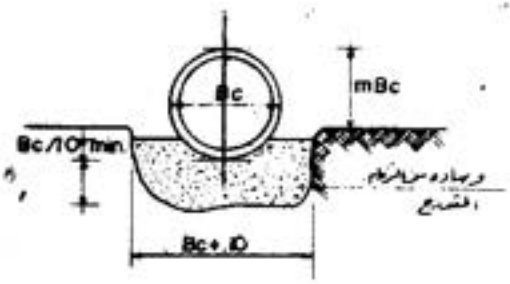
درجة ـ أ ـ



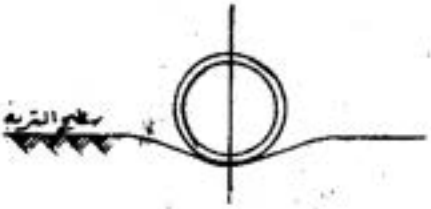
درجة ـ ب ـ



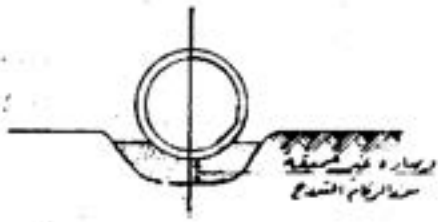
درجة (حـ) تربة عادية



درجة (حـ) تربة صخرية



درجة (و) تربة عادية



درجة (و) تربة صخرية

وتحسب قيمة «q» من المعادلة الآتية :

$$q = \frac{m\,K}{C_c}\left(\frac{H}{B_c} + \frac{m}{2}\right) \qquad (٩١)$$

حيث :

q : النسبة بين الضغط الجانبي الكلي للتربة إلي الحمل الرأسي الكلي للتربه

m : نسبة الجزء الطولي للماسورة المعرضة لضغط جانبي إلي القطر

B_c : القطر الخارجي للماسورة (م)

H : عمق الماسورة من السطح العلوي للماسورة وحتي سطح التربة الطبيعي (م)

K : نسبة الضغط الجانبي إلي الضغط الرأسي وتؤخذ ٣٣ر٠ في كل الحالات

C_c : معامل الوزن (ليس له وحدات)

ويعين من الشكل رقم (٤-٢)

الحالة الثانية : السطح العلوي للماسورة أقل من أو يتساوي مع مستوي سطح التربة

وفي هذه الحالة يتم حساب معامل الحمل كما في حالة الخندق وذلك لدرجات التأسيس المختلفة .

٧ الاساس للمواسير المرنة (Flexible Pipes Bedding)

مقاومة المواسير المرنة للاحمال الخارجية تنتج من مقاومة جسم الماسورة بالاضافة إلي مقاومة ضغط التربة السلبي (Passive) الناتج من انبعاج جسم الماسورة وحركة جوانبها في اتجاه التربة . ويكون انهيار الماسورة ناتج من الانبعاج وحدوث انهيار في الجدار .

وبالتالي فعند تصميم المواسير المرنه يؤخذ في الاعتبار مصادر انبعاج الماسورة تحت تأثير الاحمال الخارجية . ويؤخذ في الاعتبار مقدار الانبعاج ويساوي ٥ ٪ من القطر الاسمي للماسورة .

وتحسب قيمة «q» من المعادلة الآتية :

$$q = \frac{m\,K}{C_c}\left(\frac{H}{B_c} + \frac{m}{2}\right) \qquad (٩١)$$

حيث :

q : النسبة بين الضغط الجانبي الكلي للتربة إلي الحمل الرأسي الكلي للتربه

m : نسبة الجزء الطولي للماسورة المعرضة لضغط جانبي إلي القطر

B_c : القطر الخارجي للماسورة (م)

H : عمق الماسورة من السطح العلوي للماسورة وحتي سطح التربة الطبيعي (م)

K : نسبة الضغط الجانبي إلي الضغط الرأسي وتؤخذ ٣٣ر٠ في كل الحالات

C_c : معامل الوزن (ليس له وحدات)

ويعين من الشكل رقم (٤-٢)

الحالة الثانية : السطح العلوي للماسورة أقل من أو يتساوي مع مستوي سطح التربة

وفي هذه الحالة يتم حساب معامل الحمل كما في حالة الخندق وذلك لدرجات التأسيس المختلفة .

٧ الاساس للمواسير المرنة (Flexible Pipes Bedding)

مقاومة المواسير المرنة للاحمال الخارجية تنتج من مقاومة جسم الماسورة بالاضافة إلي مقاومة ضغط التربة السلبي (Passive) الناتج من انبعاج جسم الماسورة وحركة جوانبها في اتجاه التربة . ويكون انهيار الماسورة ناتج من الانبعاج وحدوث انهيار في الجدار .

وبالتالي فعند تصميم المواسير المرنه يؤخذ في الاعتبار مصادر انبعاج الماسورة تحت تأثير الاحمال الخارجية . ويؤخذ في الاعتبار مقدار الانبعاج ويساوي ٥ ٪ من القطر الاسمي للماسورة .

والمعادلة الآتية تعطي طريقة حساب الانبعاج تحت تأثير وزن التربه .

$$\Delta X = \lambda_e \frac{K W_c r^3}{E I + 0.061 E' r^3}$$

حيث :

ΔX : الانبعاج الرأسي والافقي لقطع الماسورة (م)

D_e : معامل الانبعاج (ليس له وحدات)

K : ثابت التأسيس (ليس له وحدات)

W_c : الوزن الرأسي علي الماسورة (كجم / م)

r : نصف القطر المتوسط (م)

E : معامل المرونة لجسم الماسورة (كجم / م^2)

I : عزم القصور الذاتي لوحدة الطول لمقطع الماسورة (م^4 / م)

E' : معامل رد فعل التربه (كجم / م^2) ($E' = e r$)

e : معامل مقاومة التربه السلبي (Passive) (كجم / م^2 / م)

- معامل الانبعاج (D_e) يعبر عن مقدار الانبعاج المستمر في الماسورة عند تحميلها لفترة زمنية معينة وتؤخذ قيمته (١ر٢٥ - ١ر٥٠)

- ثابت التأسيس (K) يتوقف علي الدرجة المحصورة للجزء المدفون والجدول (٤-٧) يعطي هذه القيم .

- قيمة معامل مقاومة التربه (Passive) (e) تتأثر عكسياً بتغيير قطر الماسورة لكل نوع تربه عند درجة دمك ثابته حيث إن قيمة معامل رد فعل التربه (E') ثابت لنوع التربه الواحد .

ومن التجارب علي عدد محدود من المواسير تم استنتاج قيم(E') وهذه القيم تتراوح بين ١٧ كجم / سم^2 حتي ٥٦٠ كجم / سم^2 وذلك في حالة تربه رمليه طينية غير

مدموكة وتربة من كسر الحجارة مدموكة لاقصي درجة . وفي حالات اخري تراوحت بين (٣٥- ٩٣ كجم/ سم^2) ويتم تحديد قيمة (EI) من الاختبار المعملي وهو اختبار اللوحين المتوازيين حيث يتم تعيين قيمة جساءة الماسورة (Pipe Stiffness) (P S) كجم / سم^2

$$PS = F / \Delta y$$

حيث :

F : الحمل عند حدوث انبعاج (Δy) يساوي ٥ ٪ من القطر لكل ١ سم من طول قطعة الاختبار

EI : معامل الجساءة (Stiffness Factor) ويعين من العلاقة الآتية :

$$EI = 0.149\ r^3\ (PS)$$

وذلك طبقا للمواصفات القياسية المصرية . وفي حالة عدم إجراء الاختبار تؤخذ قيمة (PS) من المواصفات الخاصة بنوعية المواسير . وعلي سبيل المثال في حالة المواسير البوليستر تؤخذ

$$PS = 0.63\ kg / cm^2$$

جدول رقم (٤-٧) قيم ثابت التأسيس (K)

Bedding Angle (deg)	K	Bedding Angle (deg)	K
0	0.110	90	0.090
30	0.108	120	0.090
45	0.105	180	0.083
60	0.102		

- تتغير قيمة معامل رد فعل التربة تبعا لدرجة دمك الردم حول الماسورة والجدول (٤-٨) يعطي قيمة المعامل (E') حسب درجة الدمك

وبما سبق يمكن تلخيص طريقة تصميم الاساس للمواسير المرنة كما يلي : -

١ - يحدد قطر الماسورة ومنها يحسب نصف القطر (r)

٢ - حساب عزم القصور الذاتي لمقطع الماسورة (I)

٣ - يعين معامل المرونة (E) لجسم الماسورة

٤ - يتم تعيين ثوابت معادلة الانبعاج .

٤-١- معامل الانبعاج (D_c)

٤-٢- ثابت التأسيس (K)

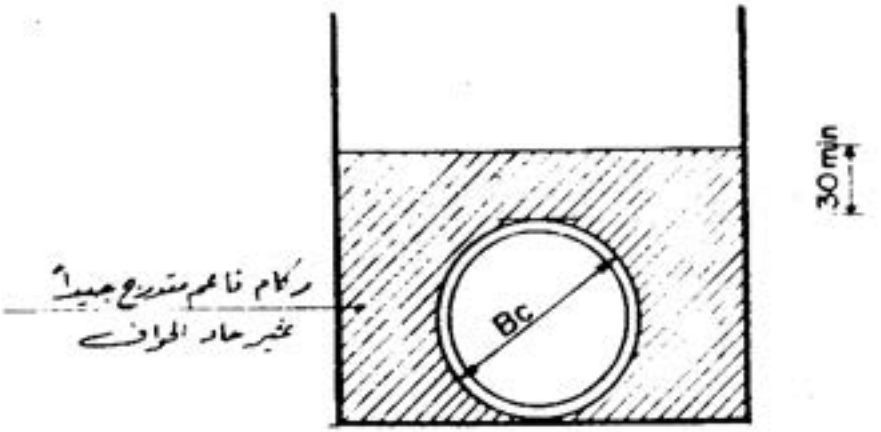
٥ - يفرض قيمة الانبعاج (ΔX) يساوي ٥٪ من قطر الماسورة .

٦ - يعوض بالقيم السابقة في معادلة الانبعاج فيعين قيمة معامل رد فعل التربه .

٧ - من قيمة(E`) معامل رد فعل التربه يتم اختيار درجة الدمك لمادة الردم حول الماسورة . جدول (٤-٨)

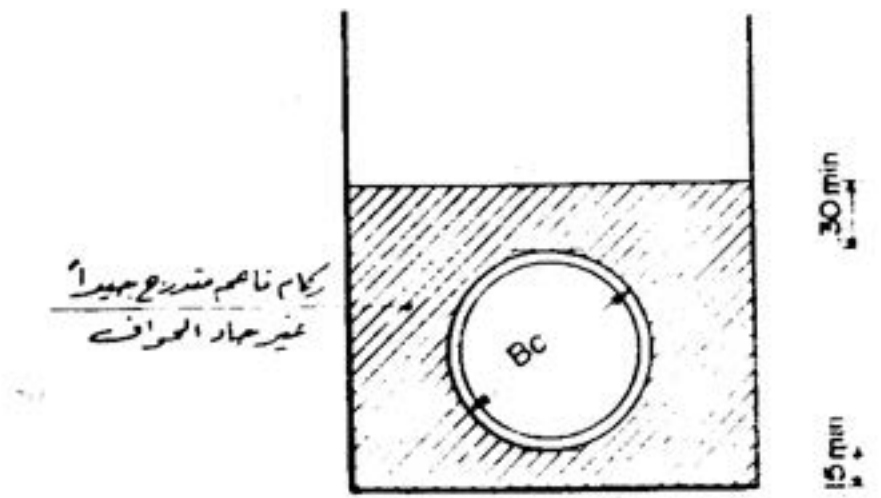
جدول رقم (٤-٨) قيم معامل رد فعل التربة (E`)

قيمة معامل رد فعل التربة (E`) KN/cm^2	درجة الدمك Modified Proctor Test
30	80%
50	85%
70	90%
100	95%
21	حالة الدمك اليدوى 65%
49	حالة الدمك الميكانيكى 90%



$E' = 3 \rightarrow 5\ MN/m^2$

$30 \rightarrow 50\ kg/cm^2$



$E = 5 \text{ — } 10\ MN/m^2$

$50 \text{ — } 100\ kg/m^2$

الفصل الخامس

ملحقات شبكات المياه والصرف الصحى

١- الصمامات (المحابس) والقطع المخصوصة والغرف الخاصة بها .

١-١ انواع الصمامات المستخدمة فى شبكات المياه والخطوط الناقلة للمياه وخطوط الطرد للصرف الصحى

١-١-١ صمام قفل (Isolating Valve)

ويستخدم فى قفل أو تقليل المقطع المائى للماسورة . أى لتنظيم حركة المياه والتحكم فيها وكذلك لتسهيل اعمال الصيانه الدورية للخطوط والشبكات ولتصريف مياه الغسيل ويكون قطر الصمام مساويا لقطر الخط المركب عليه ويكون الصمام بأوشاش أو برؤوس . وتركب الصمامات قطر ٣٠٠ مم (١٢ بوصة) فأكثر داخل غرف خاصة تسمى غرف الصمامات . أما الصمامات الاقل من ٣٠٠ مم (١٢ بوصة) فتركب على الخط مباشرة فى حالة خطوط المياه ويتم تشغيلها عن طريق صندوق تشغيل سطحى .

وتنقسم الصمامات إلى نوعين

١-١-١-١ صمام سكينه (Gate Valve)

ويشتمل على بوابه تتحرك رأسيا لقفل فطاع الماسوره وينحق بالصمامات قطر ٤٠٠ مم (١٦ بوصه) فأكثر ثر جانبى مناسب (By Pass) بتوسط الصمام وبقطر يعادل ١/ ١ قطر الصمام وفائدته معادلة الضغط على جانبى سكينة الصمام عندما يكون الصمام مغلقا ويراد فتحه وأيضا لملء الخط تدريجيا بعد الإصلاح بمعدل يتناسب معدل خروج الهواء من صمامات تصريف الهواء المركبه على الخط

١-١-١-٢- صمام فراشه (Butterfly Valve)

تتميز هذه النوعية بخفة وزنها وصغر حجمهما وهى غير مزودة بمر جانبى وعند استخدام هذا النوع يجب وضعه فى غرفه صمامات وذلك لجميع الأقطار

١-١-٢ صمام الغسيل والتصفية (Drain Valve)

وتستخدم فى تفريغ الخط من المياة تفريغا تاما عند الغسيل أو الإصلاح عند حدوث كسر بالخط . ويجب تركيب هذا الصمام على مشترك على شكل بربه قلم أو وش ريشه بحيث يكون منسوب الراسم السفلى للفرعه مساو لمنسوب الراسم السفلى لخط المواسير أو تركيب مشترك عادى مقلوب لأسفل بزاوية ٤٥ درجة مع أستخدام كوع بنفس الزاوية بالأوشاش مساو لقطر الصمام ويجب وضع هذا الصمام داخل غرفه خاصة .

١-١-٣ صمام هواء (Air Valve)

يستخدم فى تفريغ الهواء أثناء ملء الخطوط وطرد الهواء المتجمع فى المناطق العاليه من الخط وذلك اثناء الاختبارات والتشغيل وكذلك عند ادخال الهواء فى الخط فى حالة الكسر أو التصفية وذلك حفاظا على سلامة الخط كما يلزم تركيب صمام قفل مساو لقطر صمام الهواء أسفله افقيا وذلك لقفله عند صيانة أو أستبدال صمام الهواء كما يجب إنشاء هذا الصمام فى غرفة خاصة به تسمى غرفة صمام الهواء ويكون قطر صمام الهواء بالنسبة لاقطار الخطوط المركب عليها كما يلى :

قطر الخط مم (بوصة)	قطر محبس الهواء مم (بوصة)	قطر الخط مم (بوصة)	قطر محبس الهواء مم (بوصة)
٦٠ (٢,٥) وحتي ٣٧٥ (١٥)	٦٥ (٢,٦)	٧٠٠ (٢٨) وحتي ٩٠٠ (٣٦)	١٥٠ (٦)
٤٠٠ (١٦) وحتي ٦٠٠ (٢٤)	١٠٠ (٤)	١٠٠٠ (٤٠) فأكثر	٢٠٠ (٨)

١-١-٤ صمام تخفيض الضغط (Pressure Reducing Valve)

وتستخدم هذه الصمامات عندما يراد تغذية منطقة ما بضغط معين أقل من ضغط المياه بالخط الرئيسى مع المحافظة على الضغط فى الخط الرئيسى ويجب أن توضع هذه الصمامات فى غرف خاصة بها .

١-١-٥ صمام عدم رجوع (Non Return Vaive)

يستخدم لإيقاف المياه ذاتيا فى الاتجاه المعاكس لاتجاه سريان المياه فقط ويركب هذا الصمام على ماسورة طرد الطلمبات وعند تغذية الخزانات العالية .

١-١-٦ مأخذ التوصيلات المنزلية (Ferrules of House Connections)

وتستخدم فى تغذية العقارات بالقطر المناسب للتصرفات المطلوبة . ويتم تركيب قفيز على المحبط الخارجى للماسورة المطلوب التغذية منها عن طريق ثقب الماسورة بقطر مناسب لقطر المأخذ المطلوب وذلك للوصلات حتى ٥٠ مم (٢ بوصة) ويركب مشترك على الماسورة المغذية وصمام قفل على وصلة التغذية وذلك للوصلات التى تزيد على ٥٠ مم (٢ بوصة) ويركب عند نهاية كل وصلة العداد المناسب لقياس الاستهلاك شكل (١-٥)

١-١-٧ حنفية الحريق (Fire Hydrant)

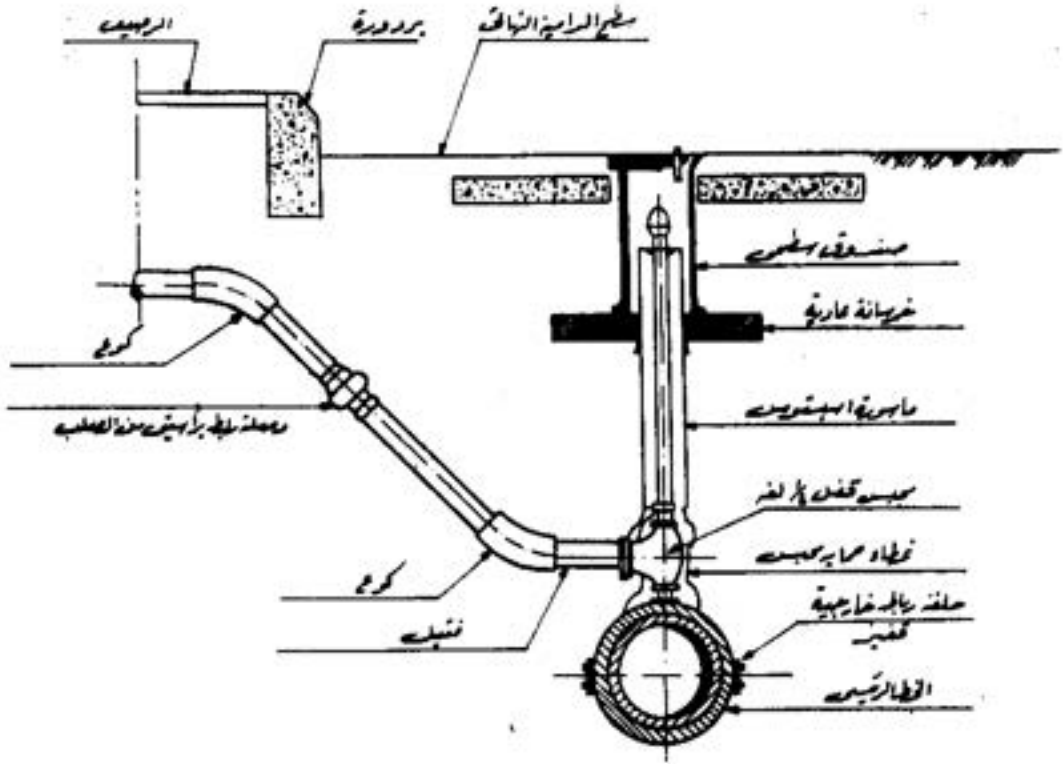
تستخدم حنفيات الحريق لمكافحة الحريق ويوجد منها نوعان .

١-١-٧-١ حنفية حريق أرضية :

وهى تكون ذات قطر خروج ٦٣ مم ($2\frac{1}{2}$ بوصة) تركب داخل غرفه خاصة بها فى الرصيف بحيث يكون منسوب سطح غطائها مساويا سطح الرصيف ويجب تركيب صمام على فرعه وصلة حنفية الحريق من الخط يتم قفله فقط عند إستبدال أو صيانة الحنفية ويجب أن تزود بكوع رجل بطه ٩٠ درجة يثبت على كتله خرسانية شكل (٥-٢)

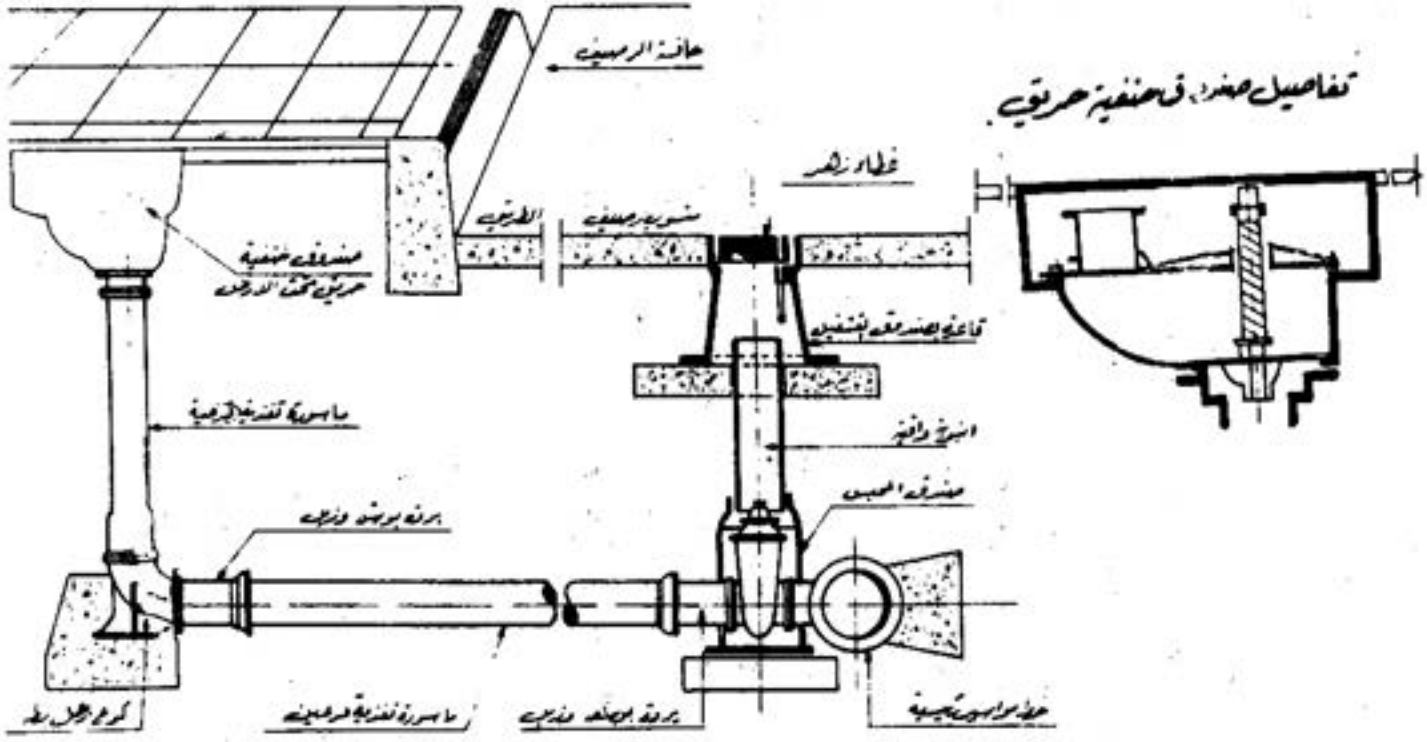
١-١-٧-٢ حنفية حريق رأسية

تكون هذه الحنفية مرتفعة رأسيا عن سطح الأرض بمقدار ٩٠ سم ولها مخرج رئيسى ومخرج أخر أو مخرجين فرعيين وتتميز بأن مخارجها افقيه ويلزم طلاؤها باللون الأحمر ويجب حمايتها من جهة الشارع بسياج من مواسير معدنية . على ألا يشكل هذا السياج عائقا عند تركيب الخراطيم بمخارج الحنفية ويكون اتصالها بالخط الرئيسى كما فى حالة حنفية الحريق الأرضية .



وصلة عفارات - بريزه -

شكل رقم (٥-١)



تفاصيل صندوق حنفية حريق.

تفاصيل حنفية حريق من النوع الارضى
شكل رقم (٥ - ٢)

١-١-٨ حنفية رى الحدائق (Irrigation Hydrant)

هذه الحنفية مشابهة لحنفية الحريق الأرضية إلا إنها تكون بقطر ٢٥ مم (١ بوصة) أو ٣٨ مم (١.٥ بوصة) فقط وتركب فى صندوق خاص بها ويتم توصيلها بشبكات التوزيع بواسطة مأخذ مماثلة للوصلة المنزلية .

٢- القطع الخاصة (Fittings) .

تصنع من نفس مادة المواسير فيما عدا الاسبستوس حيث تصنع قطعها الخاصة من الزهر وتكون نهايات الأفرع ذات أوشاش أو رؤوس أو ذيول وتركب بنفس طريقة تركيب المواسير . ويجب وضع بلوكات خرسانية اربطة (دعامات) لمقاومة قوى الدفع فى القطع الخاصة (انظر الفصل الثالث) وتشتمل القطع الخاصة على الآتى :

٢-١ المشتركات (Tees)

وتستخدم لعمل تفريعه من خط المواسير سواء كانت هذه التفريعة لتركيب خط مواسير آخر أو تركيب حنفية حريق أو وصلة منزلية لعقار أو لتركيب صمامات الهواء أو صمامات الغسيل والتصفية ، وللمشتركات فرعتان متساويتان فى القطر وفرعه عمودية عليها بقطر إما مساو لقطرهما أو أقل ويتم تركيب المشترك بوضع الفرعتين اللتين على إستقامة واحدة مع خط المواسير الرئيسى ويعرف المشترك بقطر الخط الرئيسى / قطر الفرعة

٢-٢ الاكواع (Bends)

يستخدم الكوع لعمل إنحراف فى مسار خط المياه بزاوية محددة ٩٠ درجة أو ٤٥ درجة أو $\frac{1}{2}$ ٢٢ درجة أو $\frac{1}{4}$ ١١ درجة ويكون بنفس قطر الخط المركب عليه ويعرف الكوع بقطر الكوع / درجة انحنائه كما يجب إستخدام كوع رجل بطه ٩٠ درجه مع حنفيات الحريق وهي كوع مزود بدعامة وأعصاب من نفس مادة الكوع وهى زهر رمادى أو زهر مرن وتكون أطرافه ذات أوشاش (فلنكات) .

٢-٣ المساليب (Reducers)

يستخدم المسلوب لتغيير قطر خط المواسير تدريجيا فى نفس المسار سواء للأقل أو للأكبر ويعرف المسلوب بالقطر الأكبر / القطر الأصغر

٢-٤ قطع الاتصال (Connecting Pieces)

هى قطع خاصة بشكل معين أو بوش ورأس أو وش وذيل أو وشين أو وشين وفلنشة فى المنتصف ويتساوى قطرها مع قطر خط المواسير المركبه عليه . وبحيث يكون رأس القطعة مضادا لاتجاه مسار المياه ويتم تركيب وش قطعة الأتصال مقابل وش مماثل له تماما للمحبس أو المشترك أو المسلوب أو الكوع ... إلخ .

٢-٥ النهايات (Ends)

وتستخدم لعمل نهاية مقفلة للخط لحين عمل أمتداد أو للاختبار وتنقسم النهايات إلى وش مشدود أو طاقية .

٢-٥-١ الوش المشدود (الاعمي) (Blind Flange)

وهو وش مماثل لوش المواسير أو الصمام أو القطع الخاصة من حيث القطر وقطر دائرة الثقوب وعدد الثقوب وقطرها وتوزيعها وتختلف عن وش المواسيرأو الصمامات أو القطع الخاصة من حيث أنها مسدودة تماما . يجب تركيب هذا الوش المسدود عندما تكون الماسورة المركبة عليها بها وش . وتركب قطعة اتصال بوش أو وش ورأس ايهما مناسب لنهاية خط المواسير المحتمل إمتداده ويجب تقوية هذه الأوشاش بأعصاب من الخلف لمقاومة القوى المعرضة لها .

٢-٥-٢ الطاقية (Cap)

تماثل هذه الطاقية رأس الماسورة ولكنها مسدودة تماما ومقواه بأعصاب من الخلف لمقاومة القوى الواقعة عليها .

٣ اماكن وضع الصمامات

٣-١ شبكات التغذية بالمياه والخطوط الناقله

٣ - ١-١ صمامات القفل (Isolating Valves)

تركب صمامات القفل عند نهاية خط المواسير لخطوط شبكات توزيع المياه الفرعية للاقطار أقل من ٣٠٠ مم (١٢ بوصة) . وفى حالة خطوط التوزيع الفرعيه والناقلة للاقطار ٣٠٠ مم (١٢ بوصة) فأكثر تركب صمامات القفل عند نقاط الأتصال مع المواسير الأخرى وعلى مسافات تتراوح بين ٥٠٠ م - ١٠٠٠ م وكذلك على مسافات

مختلفة بحيث يجب الا يتطلب الأمر قفل أكثر من خمس صمامات جانبيه عند حدوث أى كسر فى شبكات توزيع المياه.

٣-١-٢ صمامات الهواء (Air Valves)

تركب هذه الصمامات على الخطوط بأقطار ٣٠٠ مم (١٢ بوصة) فأكثر عند النقاط المرتفعة فى مسارات خطوط المواسير الرئيسية . وفى حالة الأرض المستوية أو الصاعدة فتعطى الخطوط ميولا على الوجه الآتى :

٢ر٠٪ إلى ٣ر٠٪ فى الاتجاه الصاعد للخط .

٤ر٠٪ إلى ٦ر٠٪ فى الاتجاه النازل للخط .

٣-١-٣ صمامات تخفيض الضغط (Pressure Reducing Valves)

تركب هذه الصمامات عند بدايات الخطوط بغرض تخفيض الضغط فى الخطوط الفرعية إلى الحدود المسموح بها مع المحافظة على الضغط فى الخط الرئيسى

٣-١-٤ صمامات القفل بغرض الغسيل والصرف (Drain Valves)

تركب هذه الصمامات على الخطوط للاقطار ٣٠٠ مم (١٢ بوصة) فأكثر فى النقاط المنخفضة من مسار الخط طبقا لمخططات القطاعات الطولية على مسافات لاتزيد على ١٠٠٠م

٣-١-٥ مآخذ الوصلات المنزلية (Ferrules of House Connections)

تركب هذه المآخذ على مواسير شبكات التوزيع ١٠٠ مم (٤ بوصة) أو ١٥٠ مم (٦ بوصة) أو ٢٠٠ مم (٨ بوصة)

٣-١-٦ حنفيات الحريق (Fire Hydrant)

تركب حنفيات الحريق على شبكات التوزيع قطر ١٠٠ مم (٤ بوصة) أو ١٥٠ مم (٦ بوصة) أو ٢٠٠ مم (٨ بوصة) على أن توضع فى مكان واضح وسهل الوصول إليه ويفضل أن يكون عند ملتقى الشوارع وبالقرب من بالوعه صرف مياه الأمطار أو مطبق صرف صحى . على أن يكون الموقع بعيد عن العوائق التى يمكن أن تعطل عملية تشغيلها مع عمل الحماية اللازمة لوقايتها .

٣-١-٧ حنفيات رى الحدائق (Irrigation Hydrants)

تركب هذه الحنفيات على شبكات التوزيع قطر ١٠٠ مم (٤ بوصة) أو ١٥٠ مم (٦ بوصة) أو ٢٠٠ مم (٨ بوصة) داخل حدود الحدائق

٣-٢ خطوط الطرد للصرف الصحى

٣-٢-١ صمامات القفل (Isolating Valves)

تزود الخطوط بصمامات القفل للاستعانة بها للتحكم فى الخطوط عند إجراء اعمال الصيانة لها

٣-٢-٢ صمامات القفل لغرض الغسيل والصرف (Drain Valves)

تركب هذه الصمامات فى النقط المنخفضة من مسار الخط طبقا لمخططات القطاعات الطولية .

٣-٢-٣ صمامات الهواء (Air Valves)

تركب صمامات الهواء عند النقاط المرتفعه على مسار الخط وفى حالة الأرض المستوية أو الصاعدة تعطى الخطوط ميولا على الوجه الآتى : -

٠,٢ ٪ إلى ٠,٣ ٪ فى الاتجاه الصاعد للخط

٠,٤ ٪ إلى ٦ و ٠ ٪ فى الاتجاه للنازل للخط

٤ - اشتراطات عامة

- يراعى عند تصميم ورسم القطاعات الطولية للمواسير ذات الضغوط أن يحدد منسوب محور الماسورة وذلك لتحديد مواضع صمامات الهواء والغسيل وفى حالة المواسير ذات الأنحدار يحدد منسوب الراسم السفلى لها .

يجب وضع وصلة تركيب (Erection Joint) بعد الصمام لتسهيل الفك والتركيب أو وضع قطعتى إتصال إحداهما بوش وذيل والأخرى بوش ورأس ويتم تركيب ذيل الأولى فى رأس الأخرى ليكونا معا وصلة مرنة تقوم بعمل وصلة الفك والتركيب .

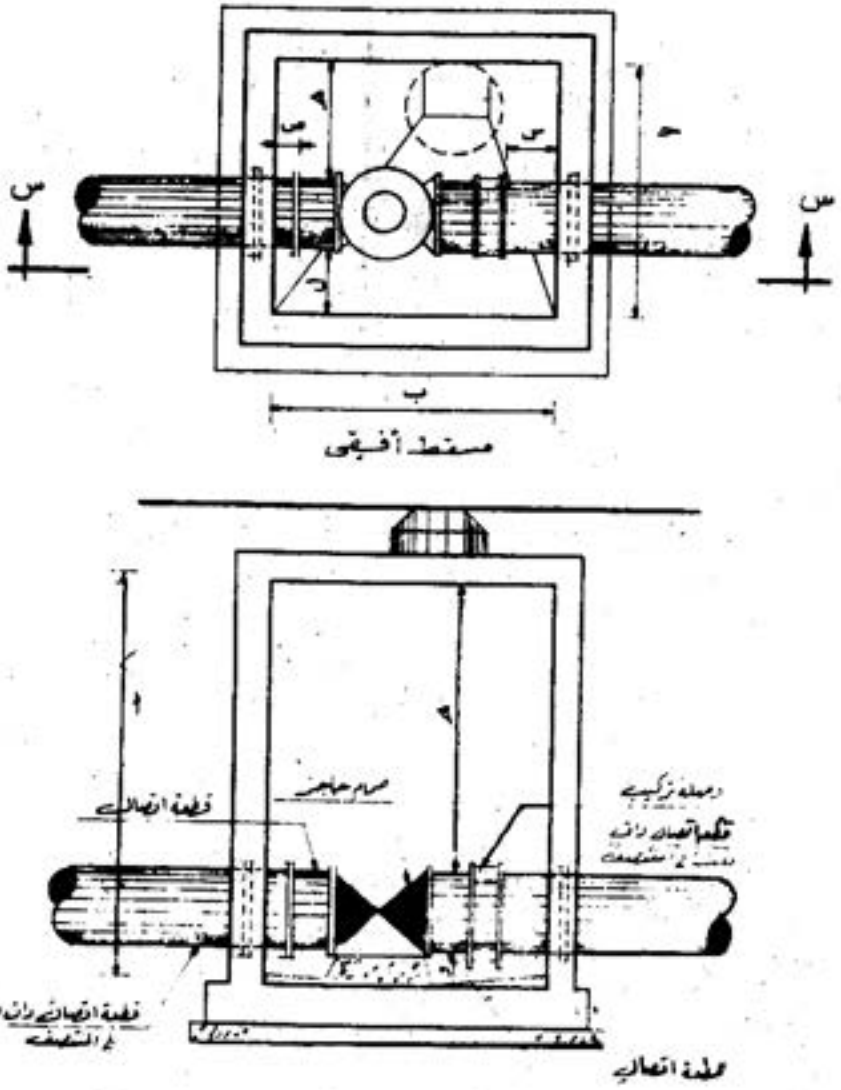
يجب تزويد غرف صمامات القفل عند دخول وخروج الماسورة بوصلة ذات فلنشة فى

المنتصف (Puddle Piece) يتم تثبيتها داخل جدار الغرفه وذلك لمقاومة القوى الناتجه عن التوقف المفاجىء لسريان المياه

- يجب أن يرتكز الصمام على قاعدة خرسانية أو ما يماثلها مع مراعاة ترك خلوص كافى لفك وتركيب الصمام .

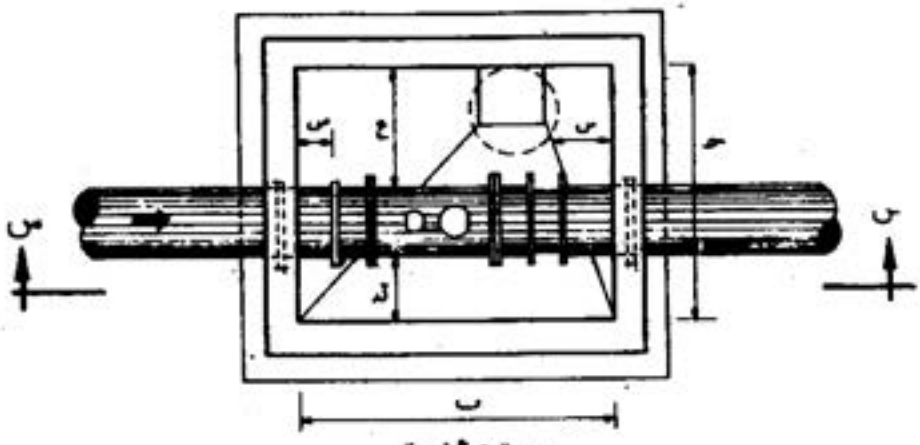
- تحدد الأبعاد الداخلية للغرف (أ) ، (ب) ، (جـ) بناء على ابعاد القطع المستخدمة لتسهيل اعمال التركيب والصيانة بداخل الغرفة مع الأخذ فى الاعتبار أن لاتقل (س)، (ص) المسافة بين آخر قطعة فى الغرفة والجدار عن ٤٠ سم ، وان لاتقل (و) المسافة بين الراسم السفلى للماسورة وقاع الغرفه عن ٣٠ سم وأن لاتقل (هـ) المسافة بين الراسم العلوى للماسورة وسقف الغرفه من ١٢٠ سم وان لايقل البعد بين (ع) ، (ل) المسافة بين جانبى الماسورة وحوائط الغرفه عن ٨٠ سم ، ٣٠ سم .

- عمل ميول فى أرضية الغرفه لتسهيل نزح المياه فى حالة حدوث تسرب كما تزود الغرف بفتحات ذات غطاء تسمح بدخول وخروج العمال وكذلك بسلالم لأعمال الصيانه والتشغيل . انظر الاشكال رقم (٥-٣) ، (٥-٤) ، (٥-٥) .

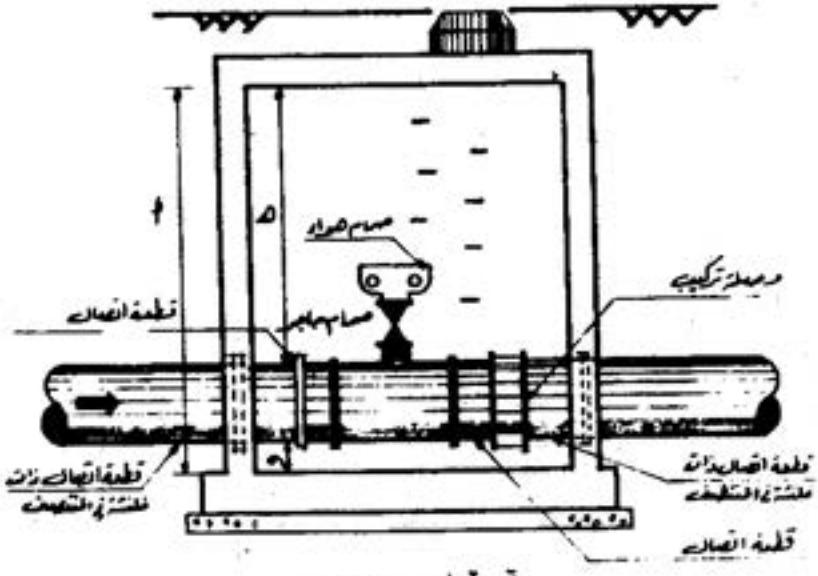


قطاع س -س

شكل رقم (د - ٣) نموذج غرفة صمام حاجز

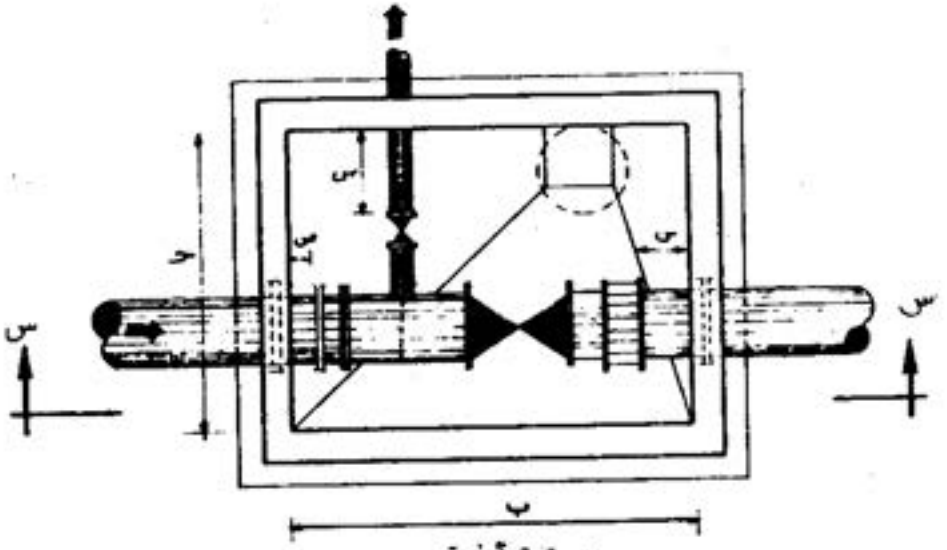


مسقط أفقى

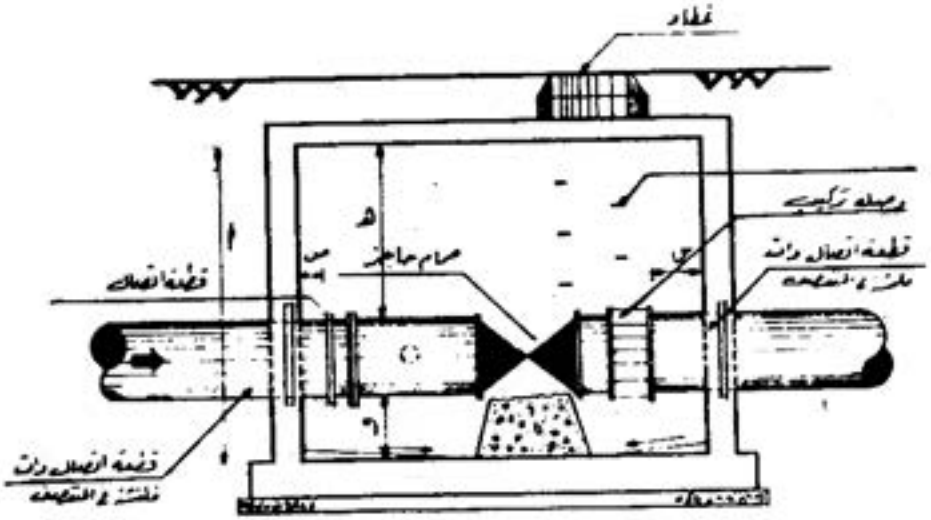


قطاع س - س

شكل رقم (٥-٤): نموذج غرفة صمام هواء



مستطيل أفقى



قطاع س-س

شكل رقم (٥-٥) نموذج غرفة صمام حاجز وغسيل

٥- ملحقات أعمال الصرف الصحي

تستخدم هذه الملحقات فى شبكات الصرف الصحى لضمان حسن تشغيلها وصيانتها وتشمل الآتى :

٥-١ المطابق (Manholes)

المطبق هو غرفه خرسانية مربعة أو مستطيلة أو مستديرة المقطع لها فتحة وغطاء بغرض أعمال الصيانة وتختلف ابعادها تبعا لخطوط الصرف الصحى المنشأة عليها وتنشأ المطابق على خطوط المواسير فى الحالات الآتية :

١- عند تغير قطر الماسورة .

٢- عند تغير نوع الماسورة

٣- عند تغير إتجاه المسار

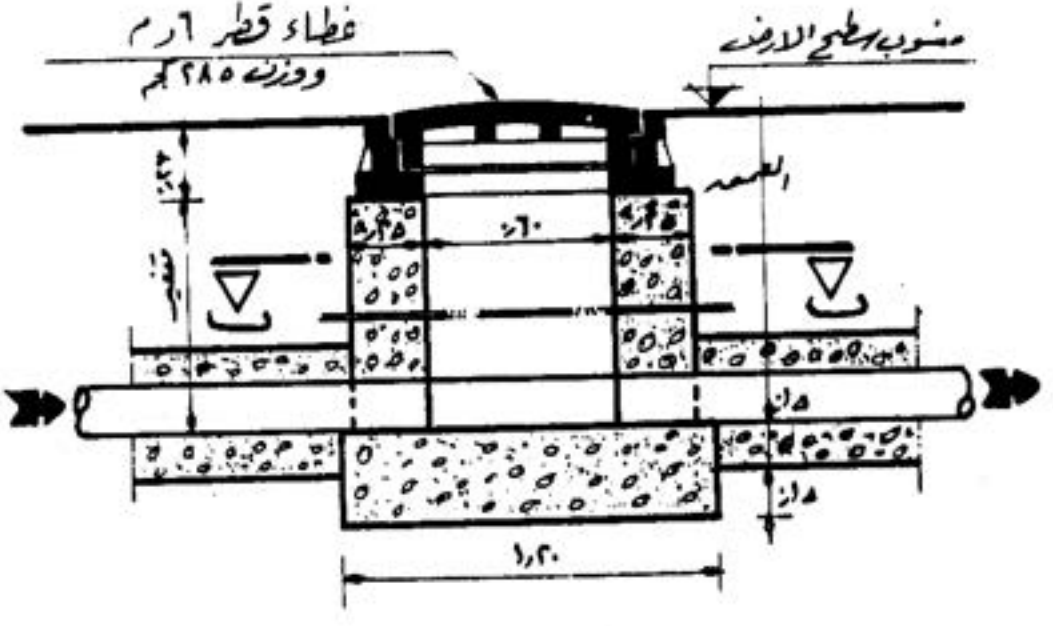
٤- عند تغير أنحدار خط المواسير

٥- عند تقابل ماسورتين أو أكثر .

٦- على مسافات مناسبة على طول الخط تتوقف على قطر الماسورة والجدول التالى يوضح أكبر مسافة مسموح بها بين مطبقين

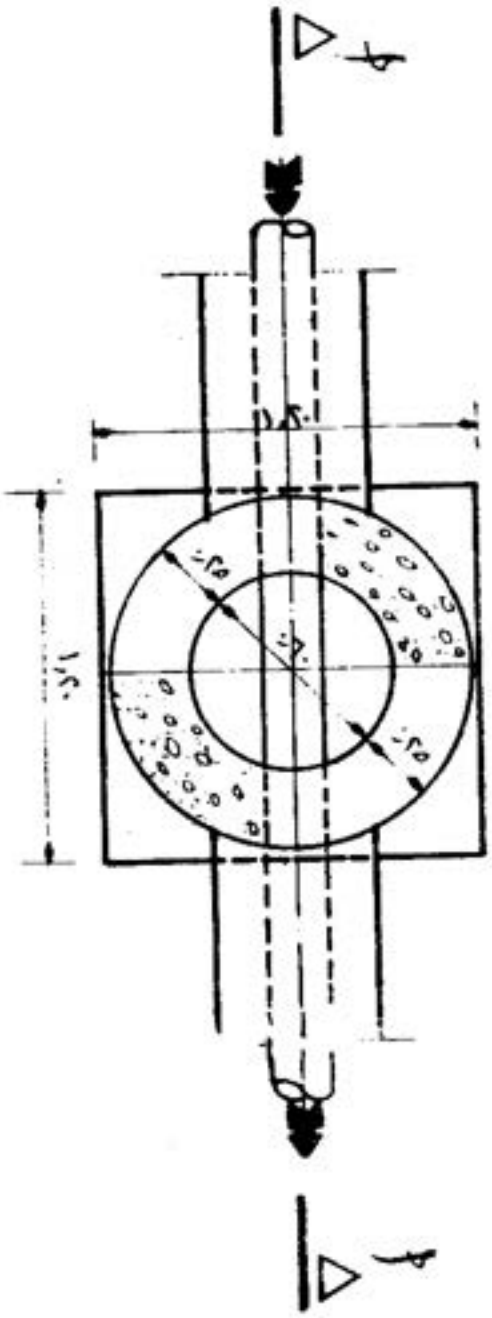
قطر الخط مم (بوصة)	أكبر مسافة بين مطبقين (م)
من ١٧٥ (٧) وحتي ٢٠٠ (٨)	٣٠
أكبر من ٢٠٠ (٨) وحتى ٣٠٠ (١٢)	٥٠
أكبر من ٣٠٠ (١٢) وحتى ٤٠٠ (١٦)	٦٠
أكبر من ٤٠٠ (١٦) وحتى ٩٠٠ (٣٦)	١٠٠
أكبر من ٩٠٠ (٣٦) وحتى ١٢٠٠ (٤٨)	١٥٠
أكبر من ١٢٠٠ (٤٨)	٣٠٠

مطبوعة نموذج ـ ٩ ـ لعمق أقل من ١,٢٠ متراً

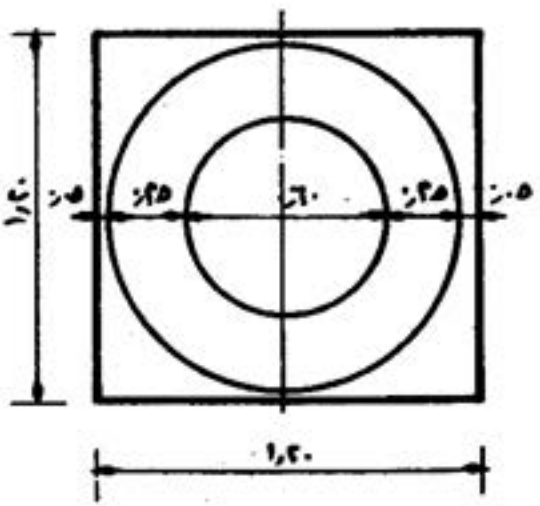


قطاع رأسي ـ ـ

شكل رقم (٥-٦) م



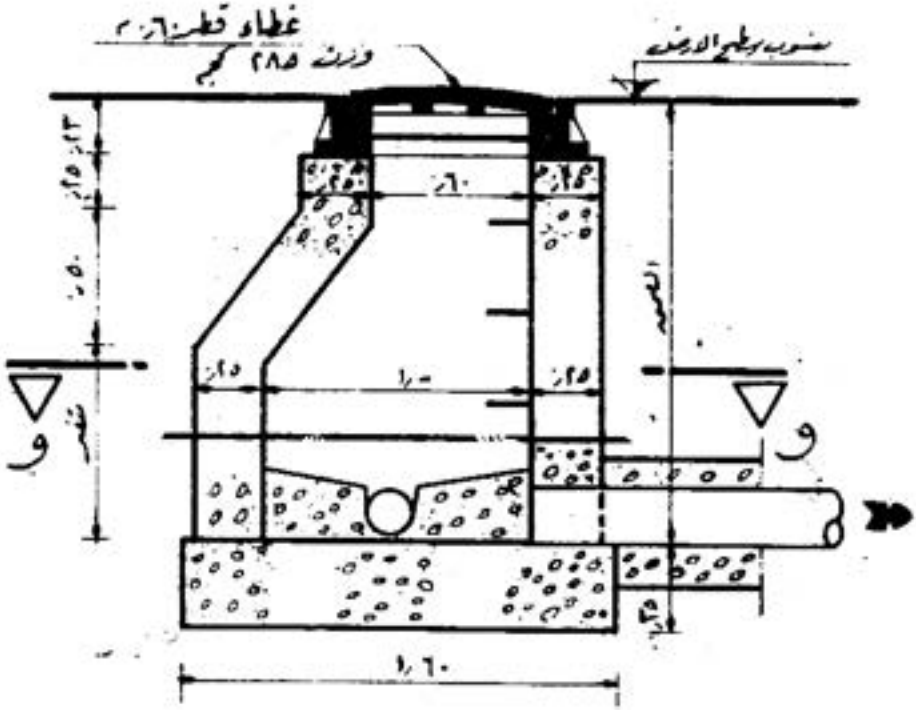
قطاع أفقى ب-ب
شكل رقم (٥-٦) ب



سقوط أفقى

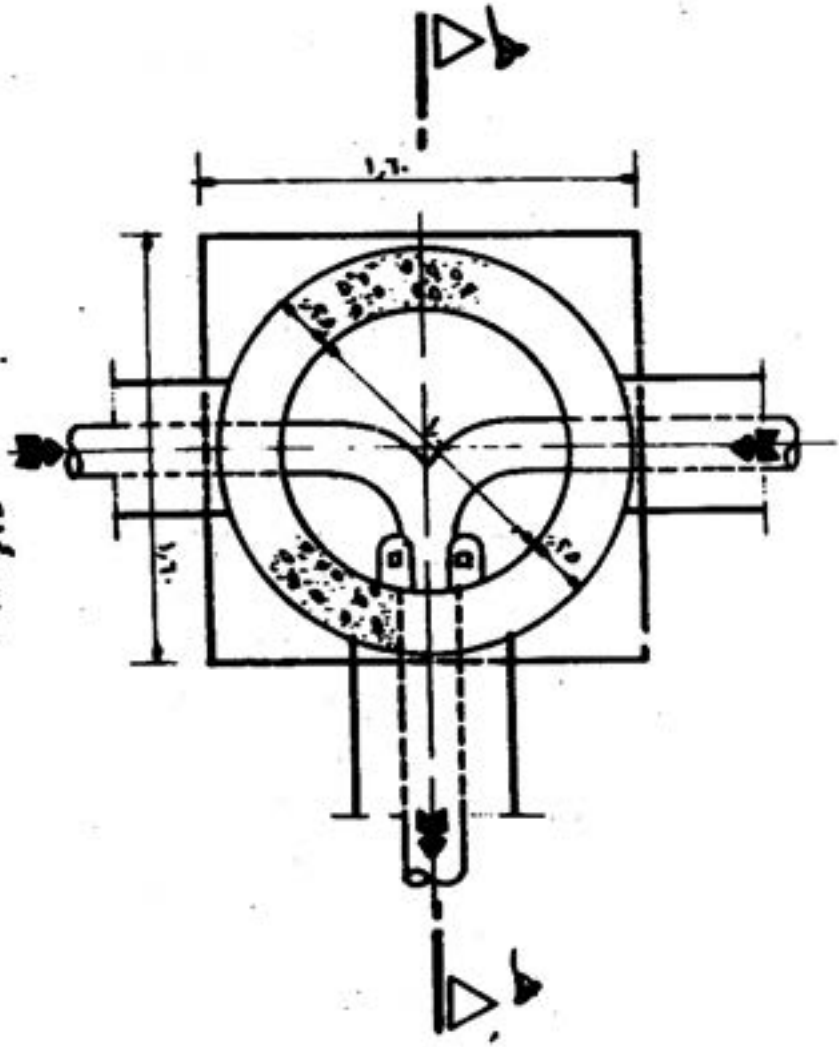
شكل رقم (٦٥-٦) جـ

طلبة نموذج ب ، لعمق من ١٫٢٠ - ٢٫٥٠ متر

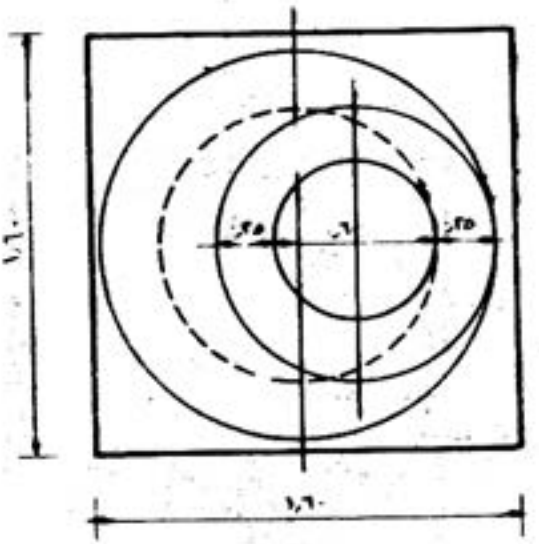


قطاع رأسى هـ - هـ

شكل رقم (٥-٧) ٢ -

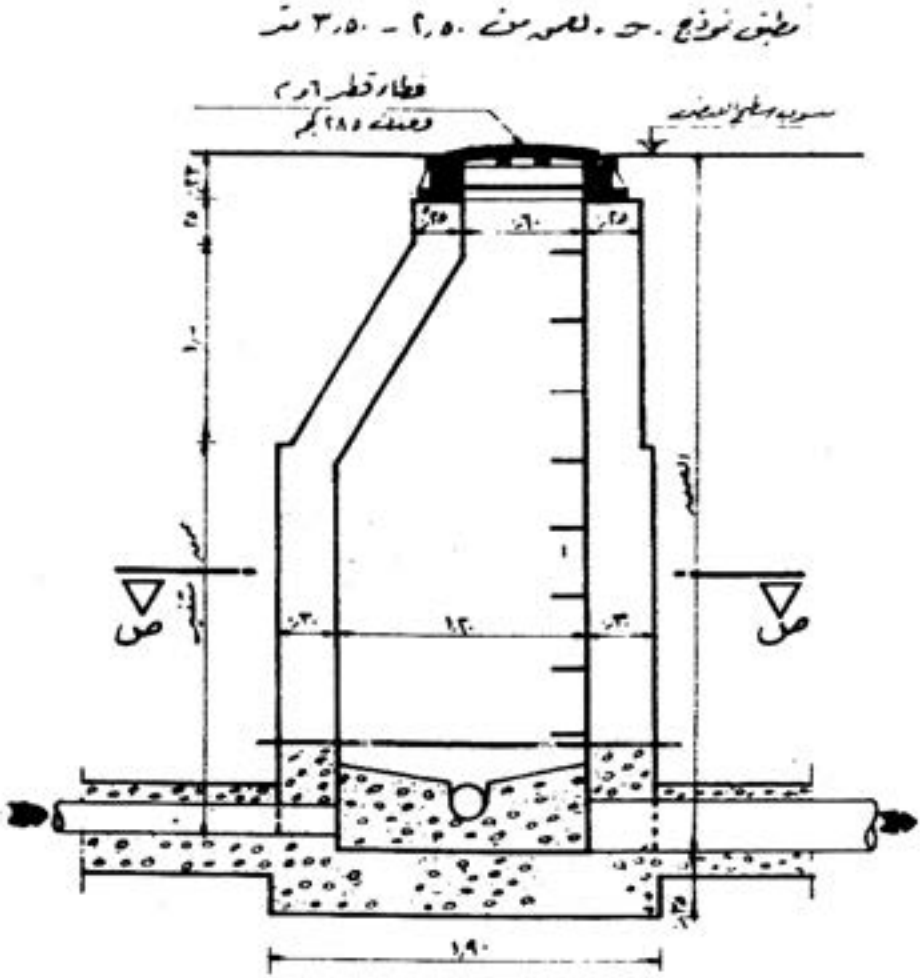


قطاع أفقى و-و
وكما بالرسم (٥-٧) ب



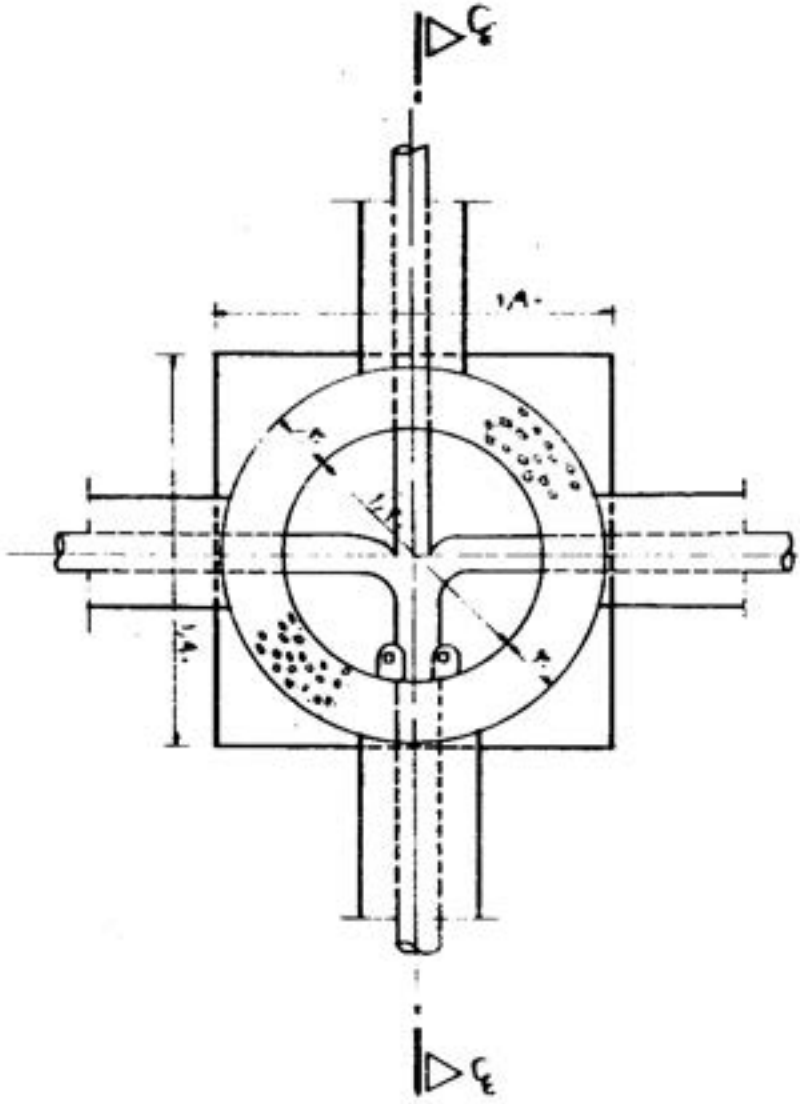
مسقط أفقى

شكل رقم (٥-٧)

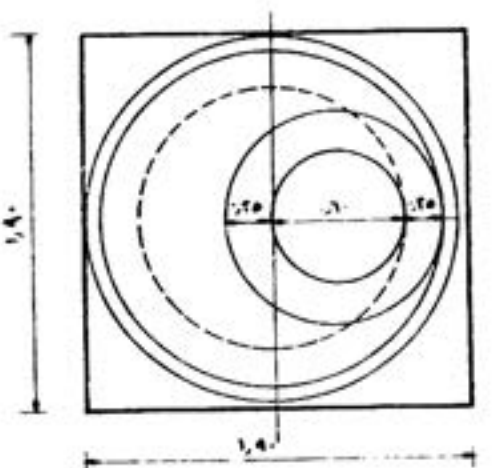


قطاع رأسى س ـ س

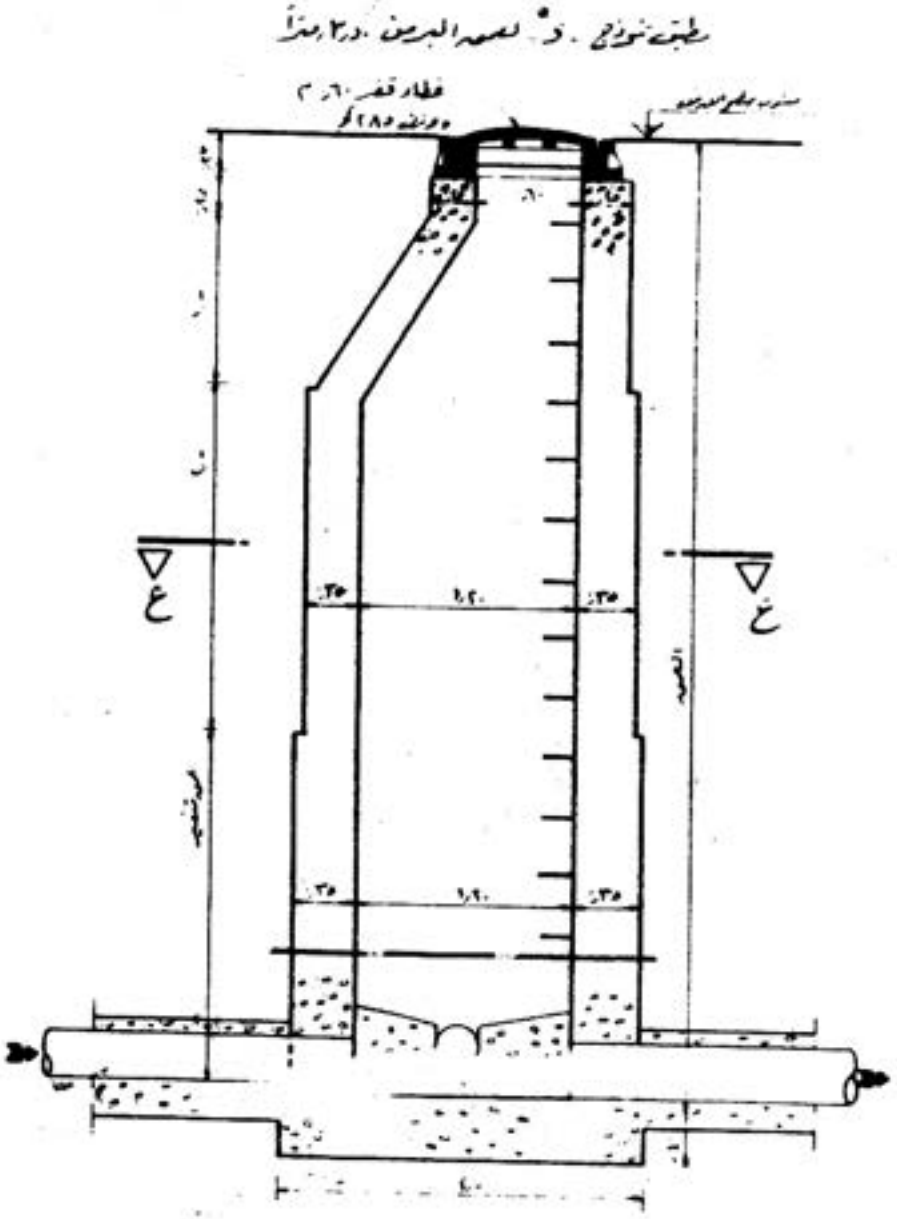
شكل (٥-٨) أ



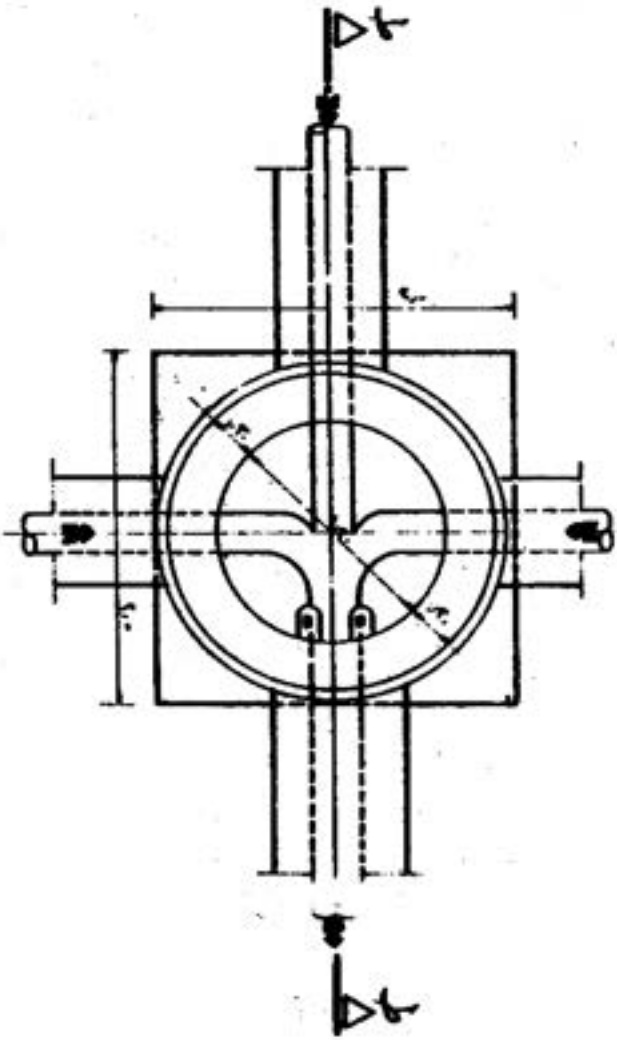
قطاع أفقى ص ـ ص
شكل رقم (٥١-٨) ب



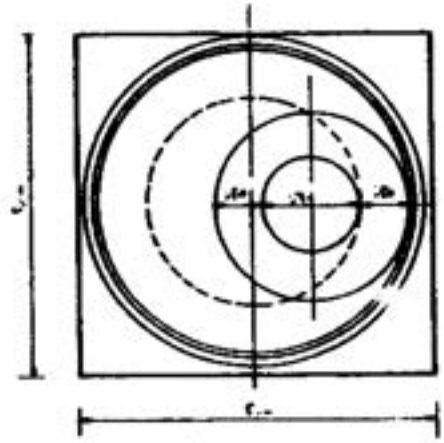
مسقط أفقى
شكل رقم (٥-٨) جـ



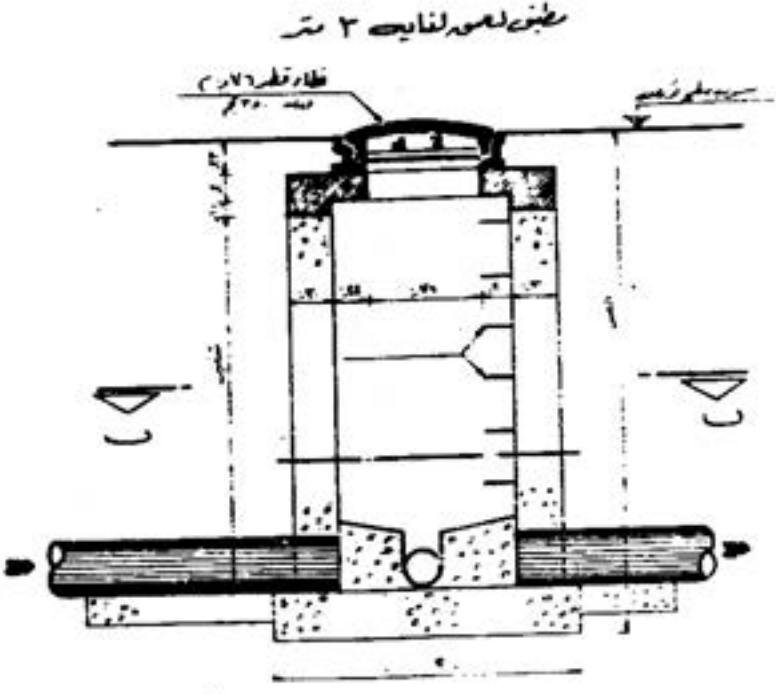
قطاع أسى ط-ط
شكل رقم (٥١-٤/٩)



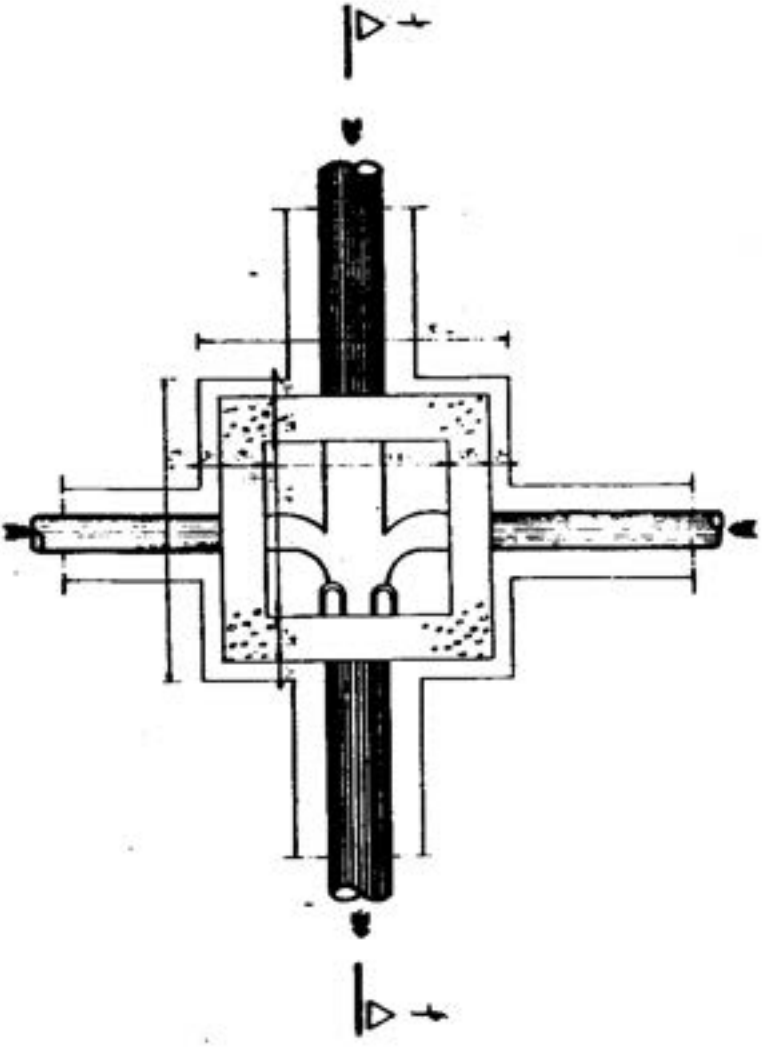
قطاع أفقى ع-ع
بمقياس (١٠-١)ب



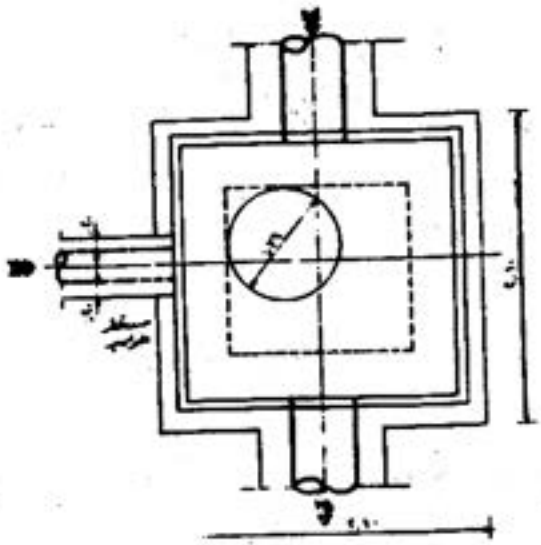
مسقط أفقى
شكل رقم (٥-٩) م



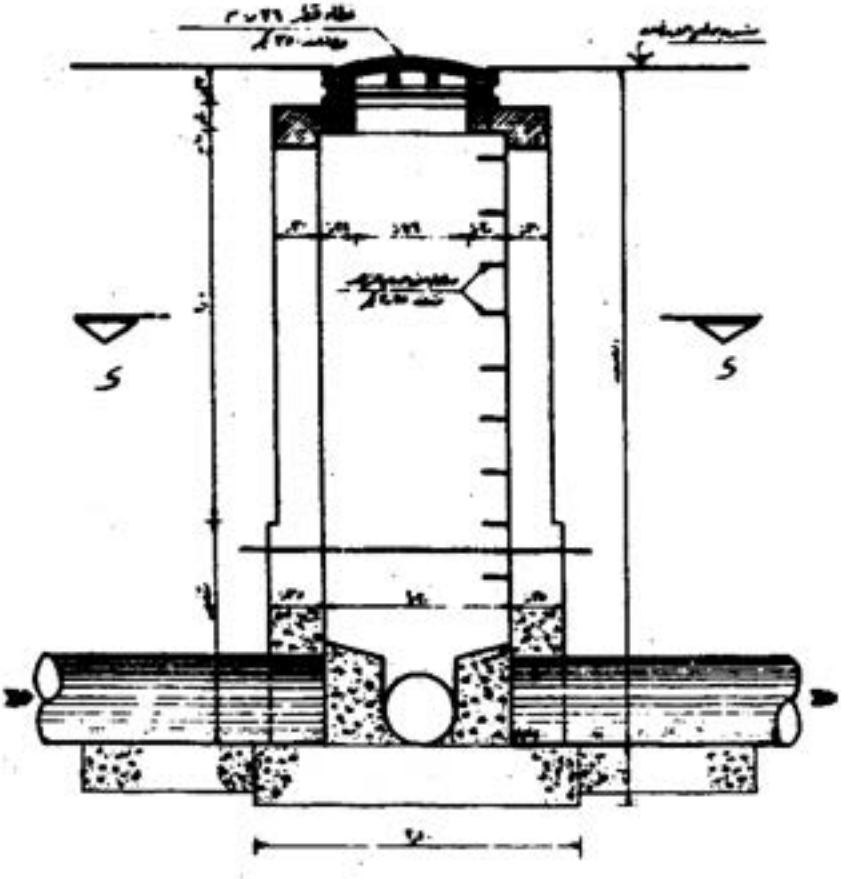
قطاع أ-أ
شكل رقم (٥-١٠٠)



قطاع أفقى ب-ب
بمقياس رسم (١٠٠/١)

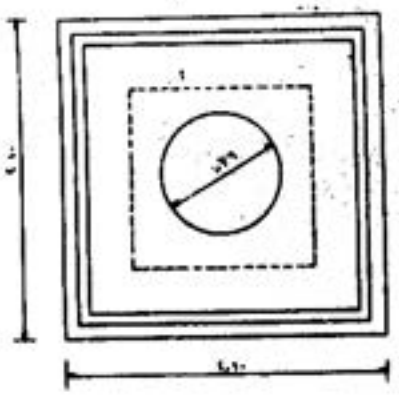


مسقط أفقى
شكل رقم (١٠٥)

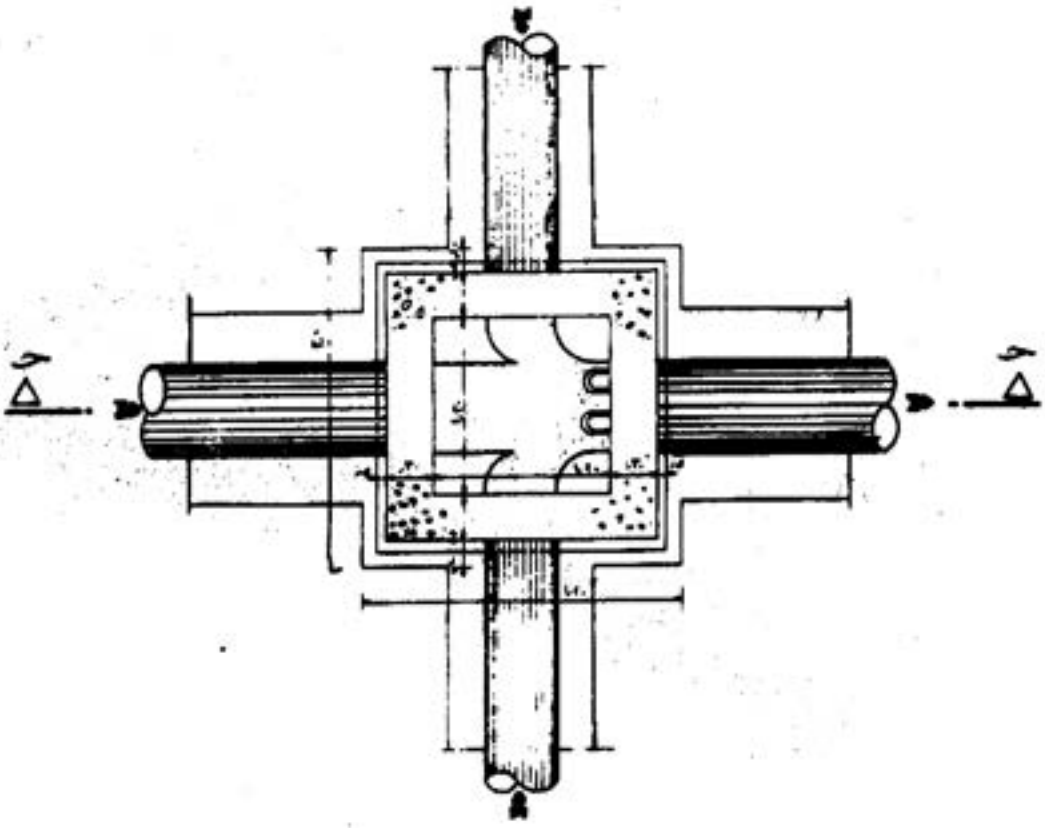


قطاع رأسى حـ - حـ

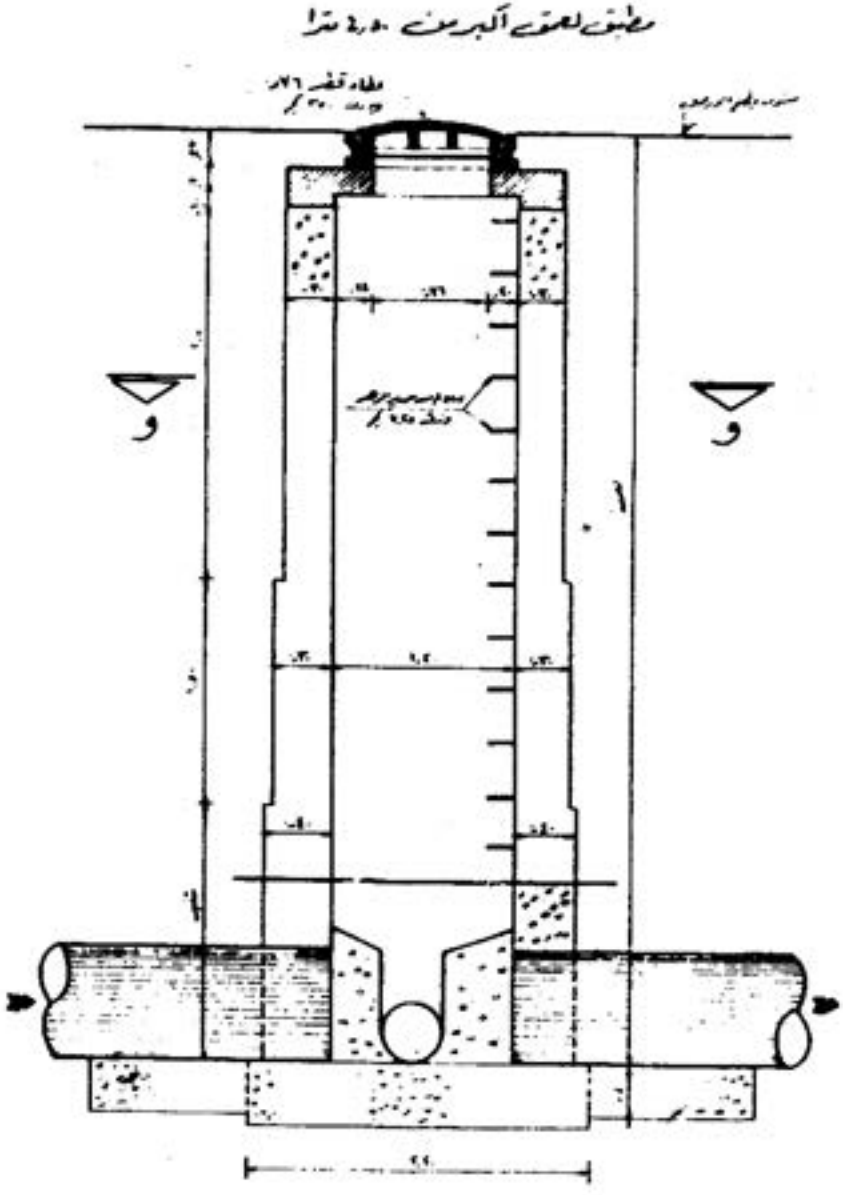
شكل رقم (٥-١١)٢



سقط أفقى
شكل رقم (٥-١١)حـ



قطاع أفقى د - ى
شكل رقم (٥-١١)ب

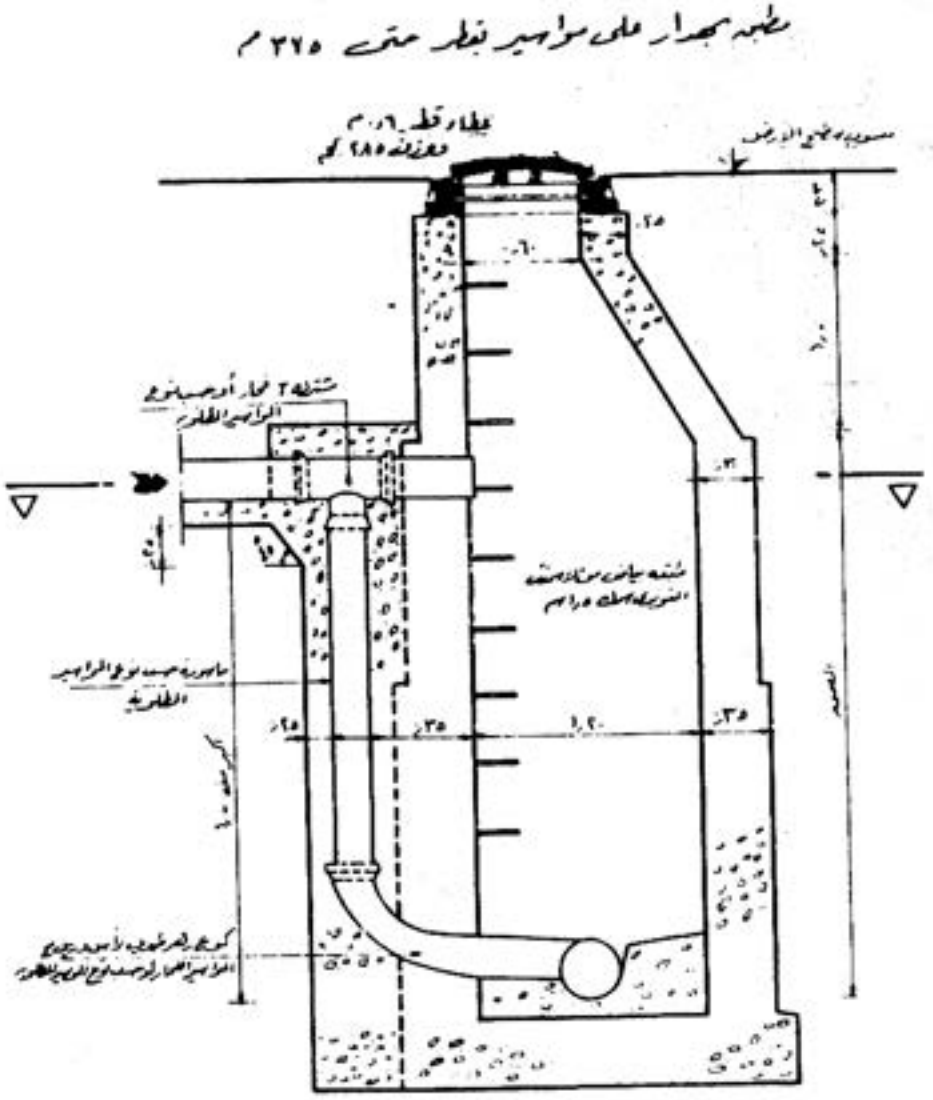


قطاع رأسى هـ - هـ

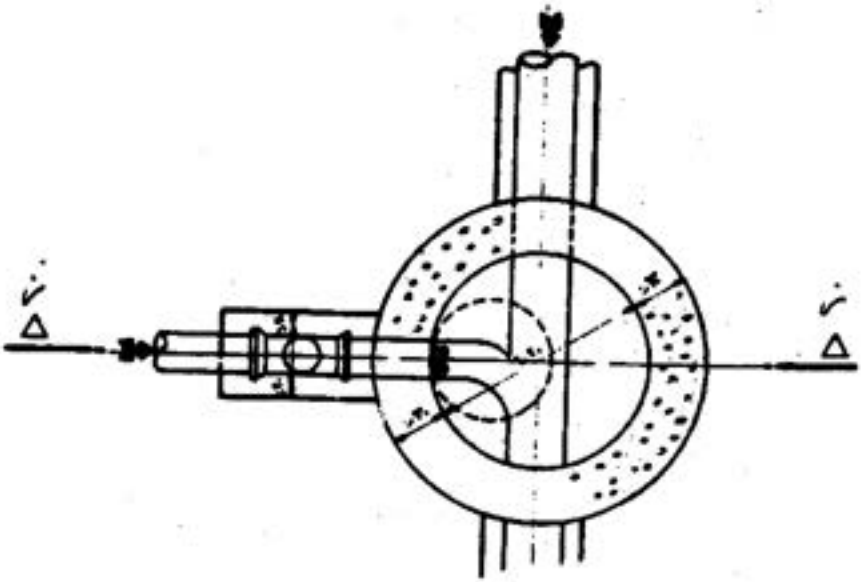
شكل رقم (٥-٢)

مسقط أفقى

قطاع أفقى و - و

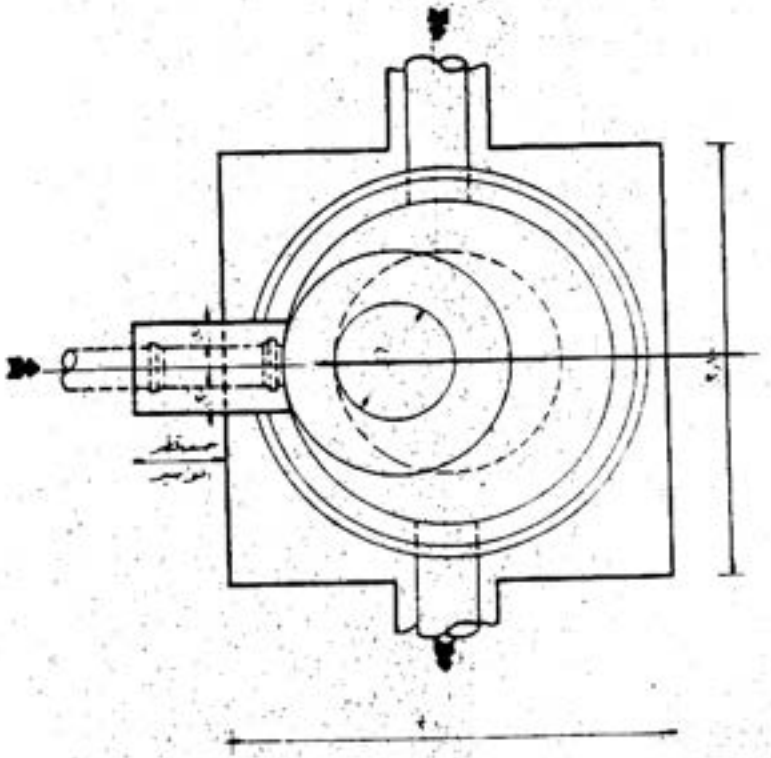

منسوب سطح الأرض
منسوب سطح الماء
منسوب سطح الماء بعد تشغيل المواسير

قطاع ب - ب
شكل

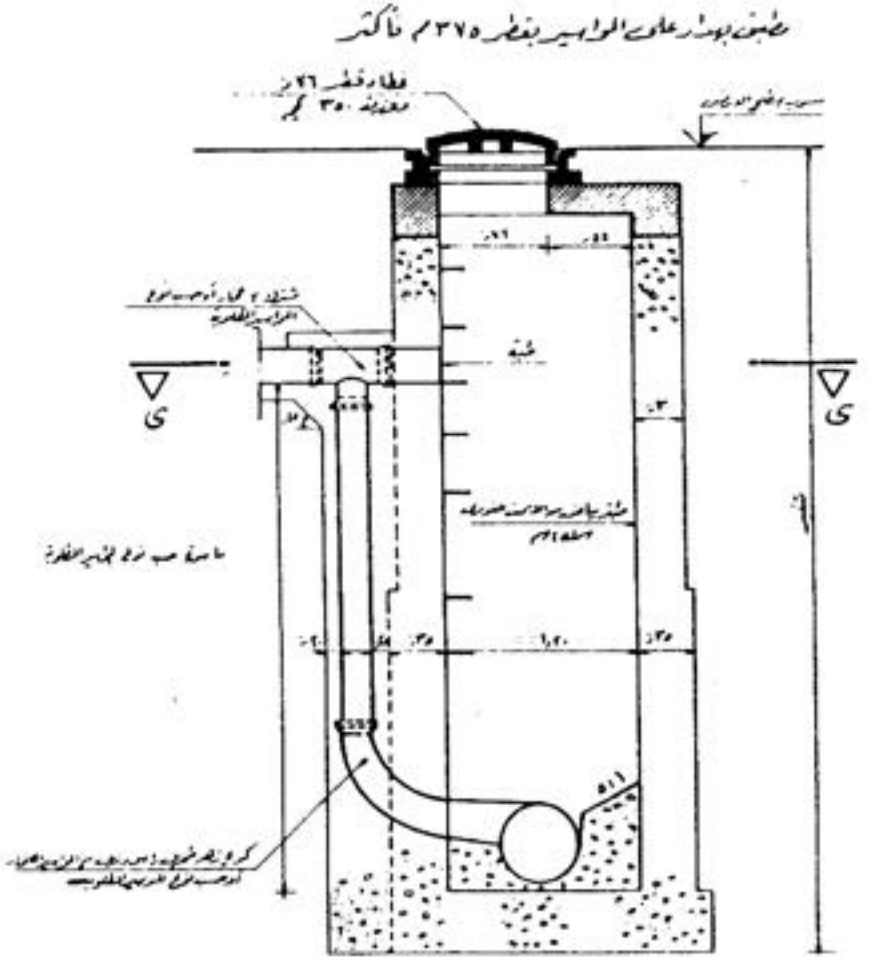


قطاع أفقى ح-ح

شكل رقم (١-١٣) ب



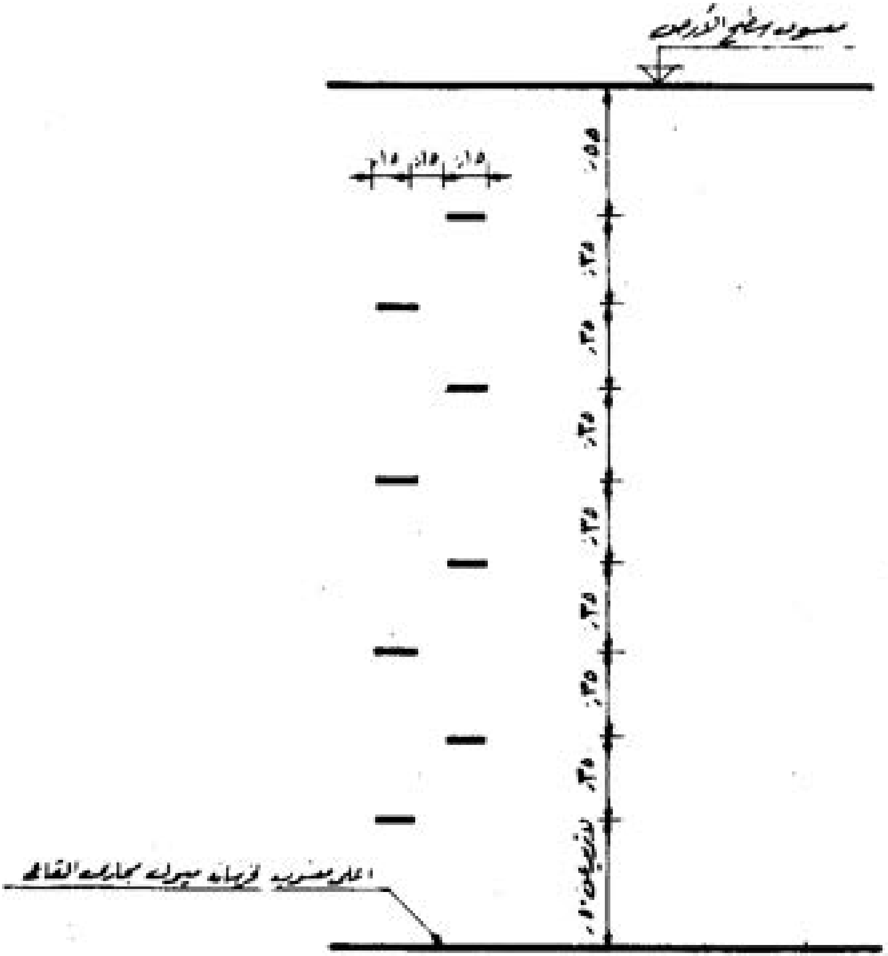
شكل رقم (٥-١٣) حـ



قطاع رأسى ط ـ ط
شكل رقم (٥-١٤) ف

سند أفقى
تكوين (د-١٠)حـ

قطاع أفقى ى-ى
تكوين (د-١٠)ب



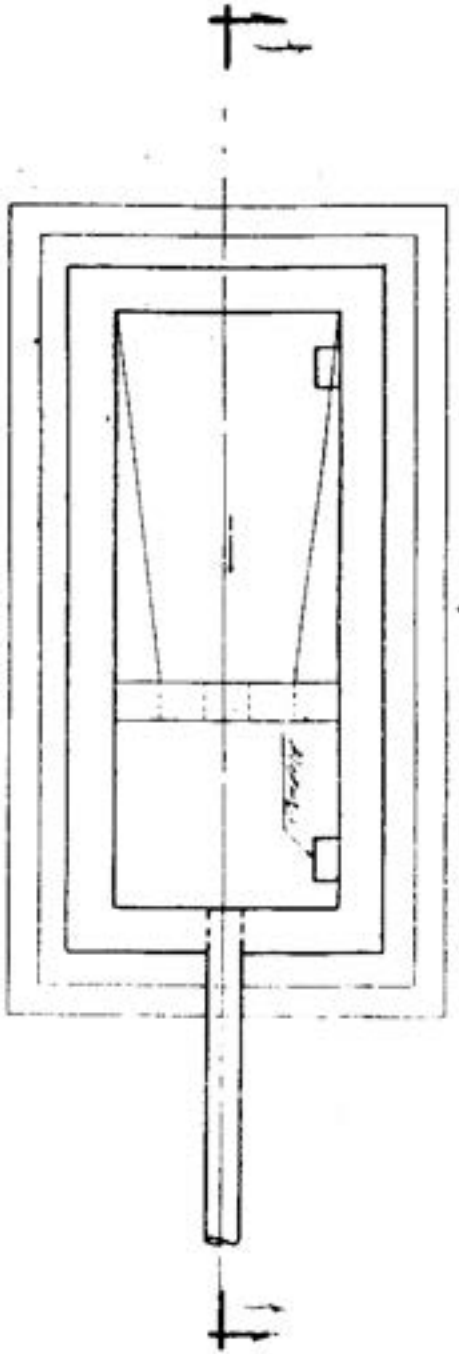
تفاصيل تركيب السلالم بالمطابق
شكل رقم (٥-١٥) ٢

موزع السطح الأمامى

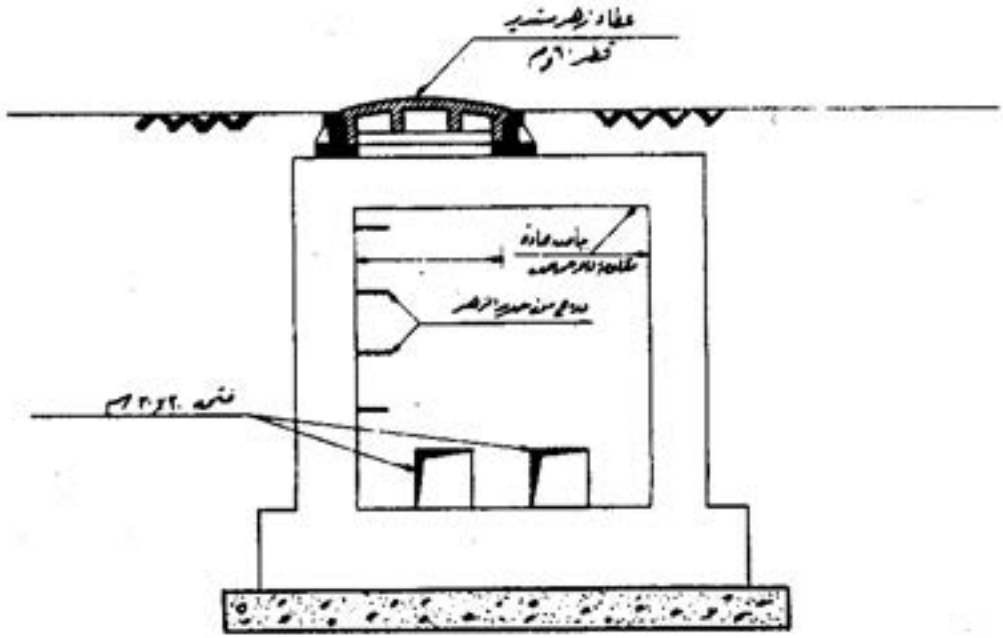
ظلاع رقم ٢

شكل رقم (١٥٠٥) ب

قطاع رأسى أ - أ
بتكبير (١٠-٥)

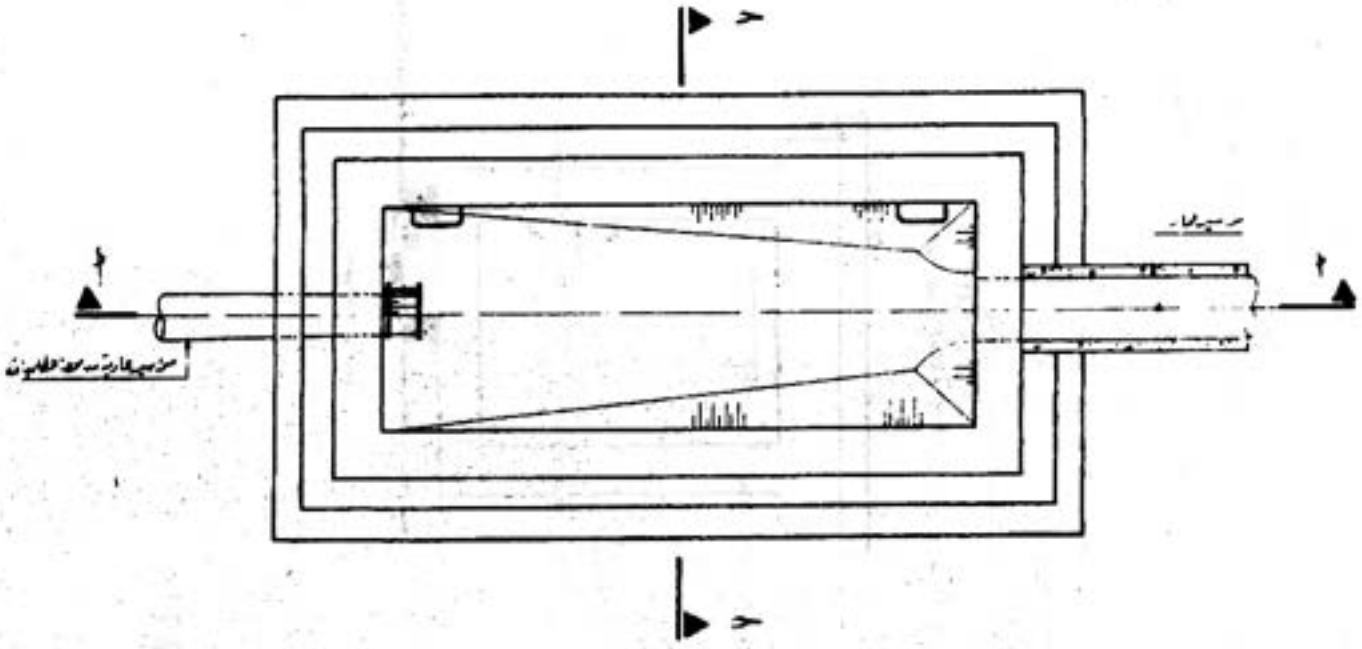


قطاع فى سقف ب ب
(شكل رقم (٦٥) ب)

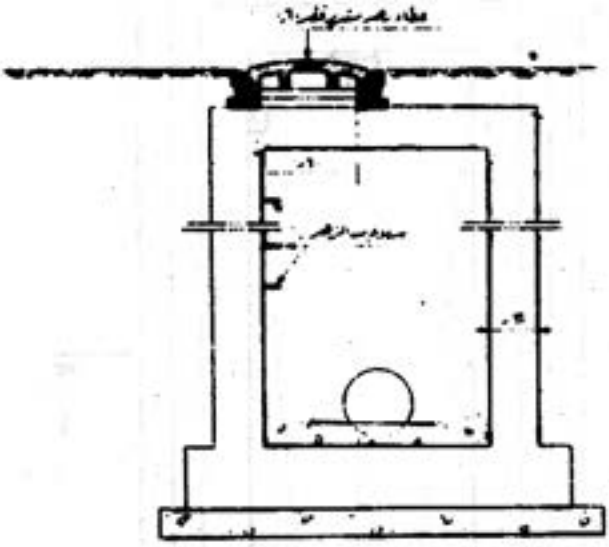


قطاع جانبى حـ حـ
شكل رقم (٥-١٦)

نموذج رقم ٠٠٠
شكل (٥-١٩)



قطاع أفقي ب-ب
شكل رقم (٥-١٢)هـ



فضاء جانبى حـ حـ
شكل نمرة ١٠-١٦ أو

٥-١-١ نماذج المطابق (Manhole Types)

تنشأ المطابق طبقا لإحدى النماذج التالية

- مطابق دائرية ذات قطر داخلى لايزيد على ٦ و. م ويسمى مطبق رقبه ويستعمل فى بداية الفرعات ولأعماق أقل من ٢ر١ م شكل (٥- ٦) أ . ب . جـ

- مطابق دائرية ذات قطر داخل لايزيد على ١ر م وتستعمل للأعماق حتى ٢ر٥ م شكل (٥-٧) أ . ب . جـ

- مطابق دائرية ذات قطر داخلى لايزيد على ١ر٥ م وتستعمل للاعماق أكبر من ٢ز٥ م شكل (٥-٨) أ . ب . جـ وشكل (٥-٩) أ . ب . جـ

- مطابق مربعه أبعادها الداخلية لاتقل عن ١ر٢ م وتستعمل لجميع الاعماق للأقطار أكبر من ٤٠٠ مم (١٦ بوصة) شكل (٥-١٠) أ . ب . جـ وشكل (٥-١١) أ. ب. جـ وشكل (٥-١٢) أ . ب . جـ .

- مطابق مربعه أو مستطيله تستخدم فى المجمعات وتحدد ابعادها الداخلية طبقا لقطر وعمق مواسير المجمع .

- مطابق ساقطة (هدارات) قطرها الداخلي لايقل عن ١ر٢ م وتستعمل في حالة تقابل ماسورتين إحداهما علي عمق صغير والأخري علي عمق كبير بمسافة لاتقل عن ١ر م وبذلك لاتصب الماسورة العليا في تجويف المطبق وتصل الماسورة السفلي عن طريق ماسورة رأسية خارج تجويف المطبق محافظة علي جسمه من النحر شكل (٥-١٣) أ ب . جـ وشكل (٥-١٤) أ . ب . جـ .

٥-١-٢ ملحقات المطابق

- يتم تزويد قاع المطبق بخرسانة ميول ويتم تنفيذ قنوات نصف دائرية تحدد مسارات المياه مع عمل ميول في الخرسانة بنسبة ١ : ١٠ .

يتم تزويد المطابق بسلالم من الحديد الزهر بوزن لايقل عن ٢٥ر٧ كجم للدرجة الواحدة لنزول وصعود عمال الصيانة ويتم تركيبها تبادليا من خلاف كل ٣٠ سم علي الجانب الرأسي (العدل) بحيث يكون الجزء الداخل منها في الحائط بطول ٢ سم والجزء البارز

بترواح ما بين ١٥ - ٢٠ سم وعلي الا تزيد المسافة بين آخر سلمة والبلشن على ٥٠سم والمسافة بين منسوب ظهر الغطاء وأول سلمة لاتزيد علي ٥,٠ سم والشكل (٥-١٥ أ) يبين وضع درجة السلم بالمطبق .

- تغطي المطابق بغطاء وإطار من الحديد الزهر بوزن لايقل عن ٢٨٥ كجم وبقاس ٦٠سم للمطابق الدائرية وبوزن لايقل عن ٣٥٠ كجم وبقاس ٧٦ سم للمطابق المربعة ومكتوب عليها اسم المدينة وسنة الصنع بالحروف البارزة ويتم تركيبها فوق ظهر المطبق بحيث يكون منسوب سطح الغطاء الزهر من أعلي مع متوسط منسوب السطح النهائي وفي حالة الطرق الترابية الممهدة يكون منسوب سطح الغطاء من اعلي مع متوسط منسوب مداخل المنازل المجاورة .

٥-٢ غرفة التهدئة (Slowdown Chamber) :

تنشأ غرف التهدئة في نهاية خطوط الطرد قبل الدخول إلي المطابق وفائدتها تخفيض الضغط وتحويل الخط إلي خط انحدار ويجب أن يكون الاتجاه الطولي للغرفة المراد إنشاؤها في نفس اتجاه مسار ماسورتي الدخول والخروج ويجب أن يكون قطر خط الانحدار بعد غرفة التهدئة أكبر من قطر خط الطرد وبميل مناسب بحيث يعطي سرعة أكبر من ٦ر٠ م / ث عند امتلاء ٣/٢ قطر الماسورة ويجب الا يقل عرض الغرفة عن ثلاثة أمثال قطر ماسورة الانحدار أو ٢ر١ م أيهما أكبر وطولها لايقل عن ثلاثة أمثال العرض وتزود ماسورة الطرد عند إلتقائها بغرفة التهدئة بكوع ٤٥ درجة مقلوب لاسفل أو تزود الغرفة بهدار في مواجهة مخرج خط الطرد شكل (٥ - ١٦) أ ، ب ، جـ ، د ، هـ ، و .

عمق المطبق (م)	القطر الداخلى (م)	نموذج	شكل	الأغطية الزهر		السلالم الزهر		ملاحظات
				الوزن (كجم)	القطر الداخلى(م)	الوزن (كجم)	المسافة (م)	
أقل من ١.٢	٠.٦	ا	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧.٢٥	٠.٣٥	للمواسير حتى ٤٠٠ مم (١٦ بوصة)
أكبر من ١.٢ وحتى ٢.٥	١.٠	ب	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧.٢٥	٠.٣	
أكبر من ٢.٥ وحتى ٣.٥	١.٢	جـ	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧.٢٥	.٣٥	
أكبر من ٣.٥	١.٢	د	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
حتى ٣.٠	١.٢	ا	مربع	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	راسير أكبر من ٤٠٠ مم (١٦ بوصة).
أكبر من ٣.٠ وحتى ٤.٥	١.٢	ب	مربع	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
أكبر من ٤.٥	١.٢	جـ	مربع	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
	١.٥	د	مربع	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	تستخدم للمواسير قطر ٩ مم (٣٦ بوصة)

٥ - ٣ غرفة الزيوت والشحوم (Grease and Oil Traps)

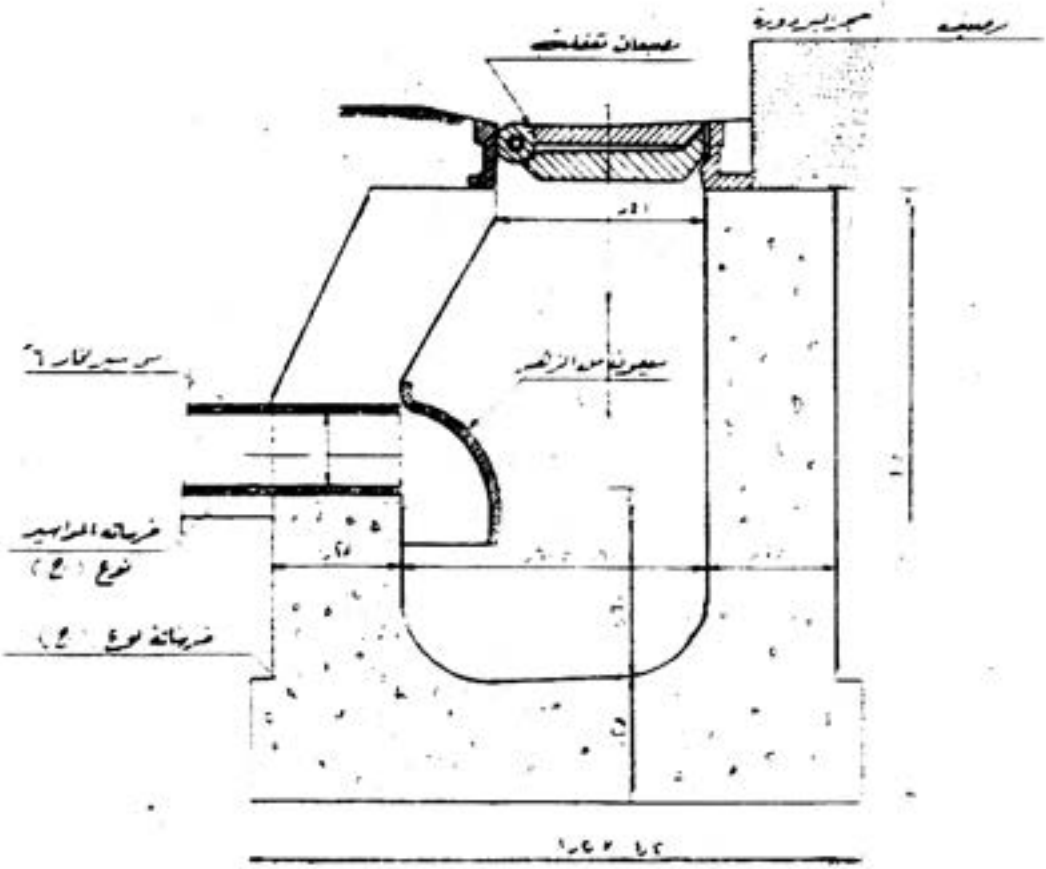
تُنشأ هذه الغرف في حالة احتواء المخلفات السائلة علي كمية كبيرة نسبيا من الزيوت والمواد الدهنية والغرض منها حجز هذه المواد قبل دخولها شبكة الصرف الصحي ويجب أن توضع هذه الغرف عند مخارج المنشآت التي تحتوي مخلفاتها علي كمية كبيرة من الزيوت والشحوم والمواد الدهنية وتتكون الغرفة من قسمين احدهما لإزالة الزيوت والشحوم والآخر لترسيب الرمال .

٥-٤ بالوعات صرف مياه الامطار (Catch Basin)

وهي عبارة عن حجرات ذات غطاء به فتحات في سطحها العلوي مفرد أو مزدوج يسمح بدخول الماء دون الأوراق والفضلات، وتخرج منها المياه عن طريق مواسير صرف ذات قطر لايقل عن ١٢٥ مم (٥ بوصة) وبميل ١/١٠٠ وتصرف لاقرب مطبق فى شبكة الصرف ويجب وضع البالوعات في الأماكن المنخفضة من الطريق علي الاتزيد المسافة بين بالوعتين متتاليتين على ٢٠٠ م وطبقا للقطاع العرضي للطريق حيث يتم وضع البالوعات علي جانب واحد أو جانبين وتُنشأ عند تقاطعات الطرق رسى أن تكون بجوار الرصيف مباشرة ويجب أن يكون منسوب ماسورة المخرج أعلى بمقدار ٦٠ سم من منسوب قاع البالوعة لضمان عدم خروج الرمال مع المياه وتزود بحاجز داخلي أو مشترك بمنع خروج المواد الطافية شكل (٥ - ١٧) أ ، ب ، جـ

٥-٥ احواض الدفق (Flushing Tanks)

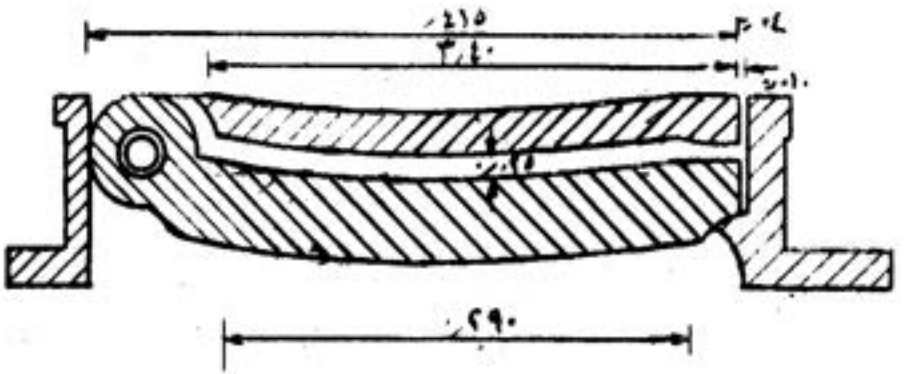
عبارة عن حوض يوضع تحت سطح الطريق في بدايات شبكات الانحدار حيث تقل سرعة المياه والتى تؤدي إلي رسوب المواد العالقة في المواسير ويجب أن يكون حجم الحوض كافيا لاستيعاب قدرا من الماء يساوى حجم لايقل عن حجم خمسين مترا طوليا من المواسير المتصلة به ويغذى الحوض بالماء من ماسورة مياه نظيفة يركب عليها صمام عوامه أو سيفون يفرغ اتوماتيكيا كلما أمتلأ فيدفع الماء دفعة واحدة حيث تكرر هذه العملية مرة أو مرتين يوميا .



مأوعة صرف مياة الامطار
شكل رقم (٥-١٧) م

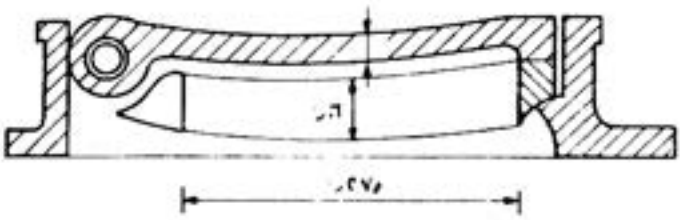
قطاع ب - ب
بشكل رقم (ه-١٧) ب

تفاصيل الفطيرة
شكل رقم (٥-١٧)

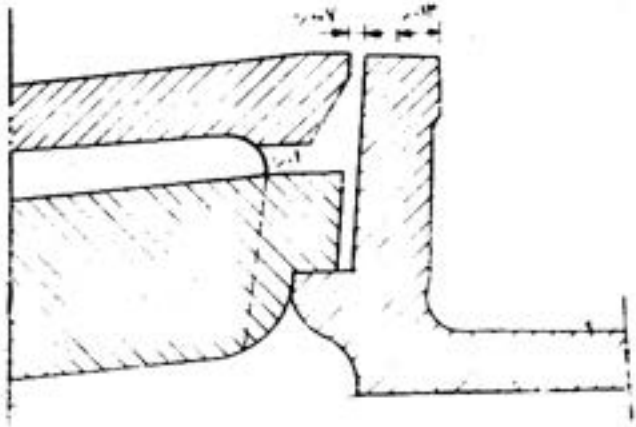


قطاع ى - س

شكل رقم (٥-١٧) ج



قطاع ف ـ و



شكل رقم (٥-١٧) هـ

٦- العدايات : Crossings

العداية هى المنشأ الصناعى الذى يلزم تنفيذه لتمرير وحماية مواسير المياه والصرف الصحى عند تقاطعاتها مع الطرق أو المجارى المائية أو خطوط السكك الحديدية وما شابهها . وذلك بتمرير الماسورة داخل فاروغ ليتحمل عن الماسورة الاجهادات التى تنشأ عن أحمال المرور أو تأثير المياه الجوفة أو التيارات الكهربائية الشاردة أو أية احمال أخرى ديناميكية أو أستاتيكية .

. تنفذ العدايات على الوجه التالى :

أ- تحدد أماكن العدايات سواء للسكة الحديد أو الطرق أو المجارى المائية أو ما شابهها .

ب- يتم تعدية المواسير اسفل أو خلال هذه الموانع طبقا للرسومات التصميمية المعدة للتنفيذ وبشروط ومواصفات الجهات المالكة مع ضرورة تواجد أحد مهندسيها للاشتراك فى الإشراف على التنفيذ طوال مراحله مع الأخذ فى الاعتبار كافة ما ذكر فى اعمال التجهيز للتنفيذ لشبكات المياه والصرف الصحى من احتياطات أمن وسلامة وعمل التحويلات اللازمة وخلافه .

جـ - يراعى فى جميع أنواع العدايات أن يكون اتصال المواسير ببعضها بواسطة فلنشات لسهولة عمل الصيانة المستقبلية وبالاطوال المناسبة .

وتنقسم العدايات إلى الأنواع التالية : -

٦-١ عدايات المجارى المائية :

٦-١-١ عدايات المجارى المائية غير الملاحية :

يتم تحميل المواسير على دعامات (خوازيق) وتنفذ هذه الدعامات بطريقة الحفر الدوار (البريمه) أو الازاحة (الدق) بحيث يتم انزالها اسفل القاع للمسافة التصميمية الموضحة بالرسومات .

تثبت فى الطرف العلوى للدعامة ركيزة تناسب قطر الماسورة المراد تعديتها عبر هذا المجرى المائى مع عمل حزام معدنى (أفيز) لتثبيت الماسورة حفاظا على أستقامتها وسلامتها وذلك طبقا للرسومات التصميمية كما هو موضح بالشكل رقم (٥-١٨) .

٦-١-٢ عدايات المجارى المائية الملاحية :

- يتم تحميل الماسورة المراد تعديتها على جسم الكوبرى على ركائز خرسانية أو معدنية مع ربط المواسير بأفيزات مثبتة فى هذه الركائز .

- فى بعض الاحيان تستخدم دعامات الكبارى (البغال) لتعدية المواسير عليها بعد عمل الركائز المطلوبة وذلك فى الحالات التي تسمح بها المسافات بين هذه الدعامات طبقا لأطوال المواسير كما هو موضح بالشكل رقم (٥-١٩) ، (٥-٢٠) .

- فى حالة الارتكاز على خوازيق ، يتم تحميل المواسير ذات الاقطار الكبيرة أو ماسورتين متجاورتين على ركائز صلب ملحومة بأرضية مثبتة على صفين من الخوازيق عباره عن انابيب من الصلب مملوء بالخرسانة المسلحة وتتصل ببعضها بواسطة هيكل معدنى من كمرات وزوايا صلب وتثبت هذه الركائز أسفل قاع المجرى للعمق المطلوب تصميميا سواء بالحفر الدوار (البريمة) أو الازاحة (الدق) وتتصل المواسير ببعضها بواسطة الفلنشات لسهولة اعمال الصيانة المستقبلية .

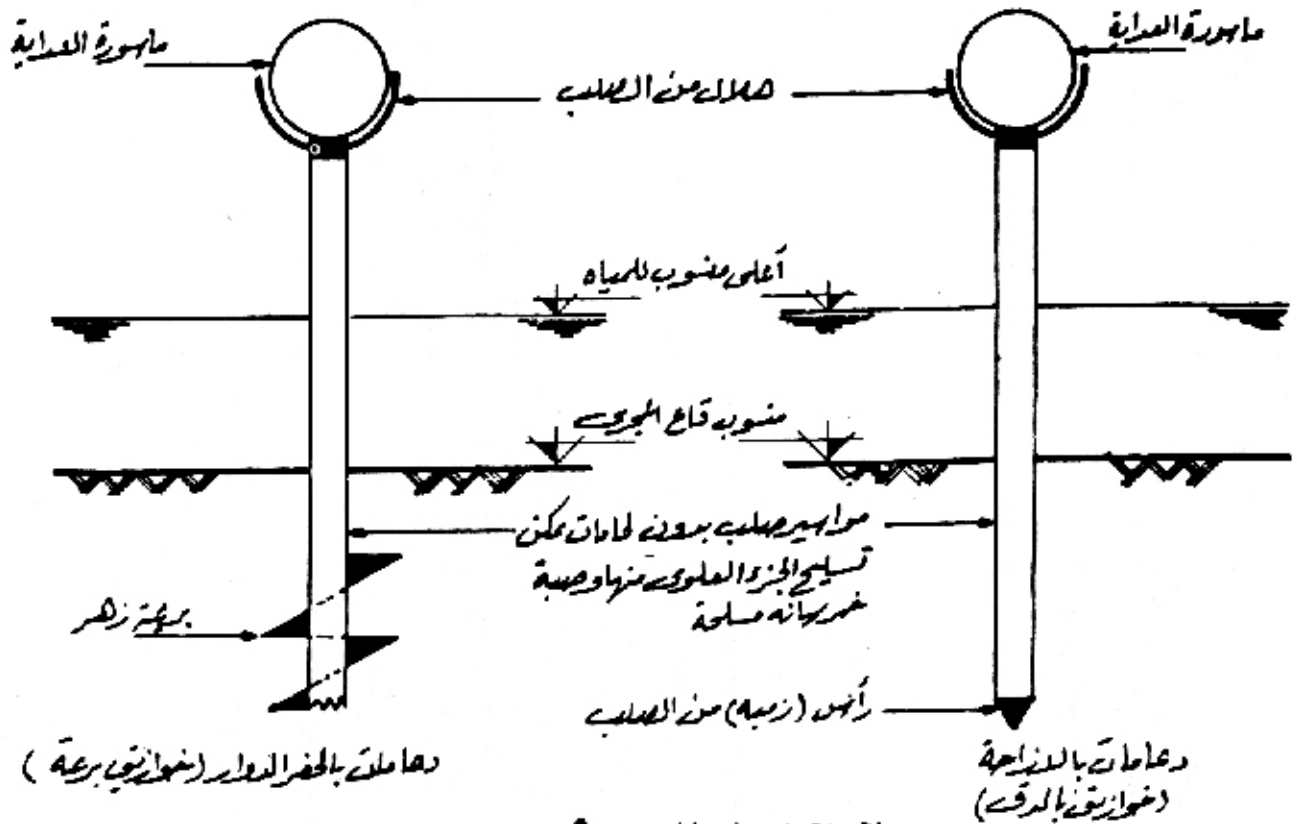
- فى حالة عدم وجود كبارى على المجرى الملاحى لتعدية المواسير يتم انشاء كوبرى معدنى أو خرسانى خاص لتعدية هذه المواسير وطبقا للاشتراطات الملاحية وفى بعض الحالات يستعاض عن الكبارى بأنشاء سحاره (سيفون) تحت منسوب قاع المجرى الملاحى وذلك طبقا للرسومات التصميمية .

٦-٢ عدايات الطرق :

٦-٢-١ الطرق التى يسمح بقطعها لتركيب العداية :

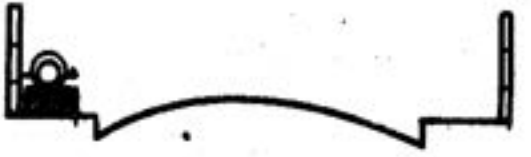
- يتم قطع الطريق والحفر بالعرض والعمق المناسب ويتم تعدية المواسير داخل فاروغ من الخرسانة المسلحة تسليحا خاصا أو من الصلب أو من الخرسانة سابقة الاجهاد ويكون قطره مساويا من ٥ر٢ - ٣ قطر الماسورة أو المواسير المراد تمريرها أسفل هذا الطريق سواء كان طريقا مرصوفا أو ترابيا ومتوقع رصفه مستقبلا أو فى حالات المدن الجديدة

- يتم تحديد اماكن عدايات الطرق بوضع الفواريغ قبل الرصف ويتم الردم فوق الراس العلوى لهذا الفاروغ للمسافة الموضحة بالرسومات التصميمية بالرمال النظيفه مع

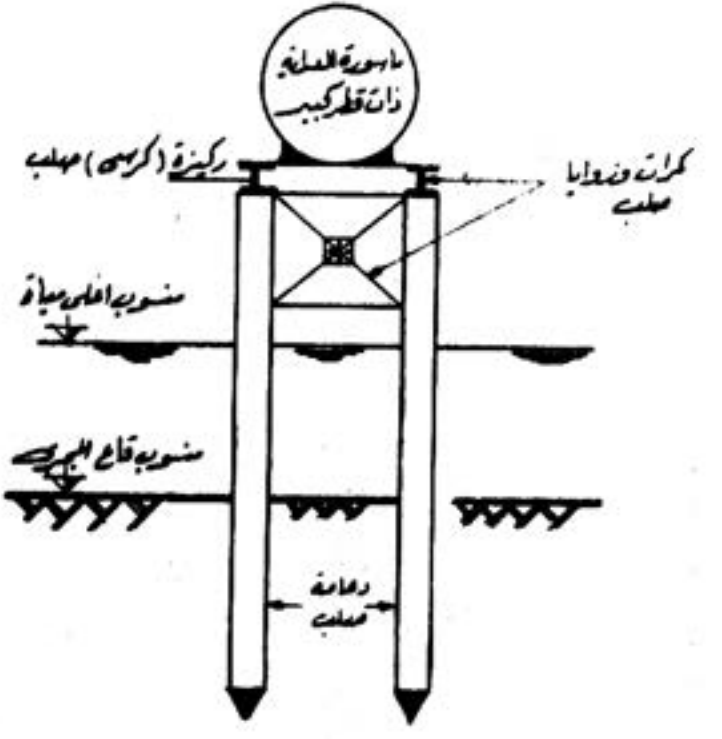


حاله المياة غير العميقة أو الضحله

شكل رقم (٥-١٨)

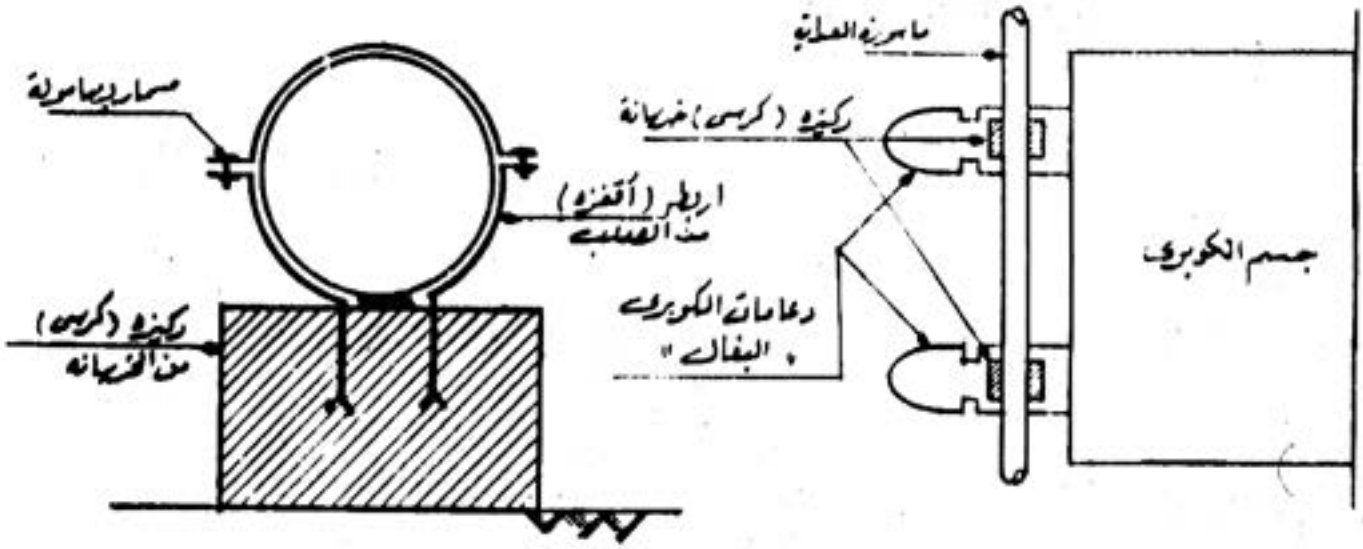


حالة التعدية على جسم الكوبري



حالة المياة العميقة في الترع الغير ملاحية

شكل رقم (٥-١٩)



حدية على جسم دعامات (بعال) الكوبري

(تفصيلة لتعدية فوق جسم الكوبري)

شكل رقم : (٥ - ٢٠)

ضرورة تواجد مندوب عن الجهة المختصة ويجب انشاء غرفتين بمقاسات مناسبة عند نهايتى العداية مع عزلهما جيدا ضد الرطوبة والرشح مع تركيب أغطية مناسبة ووضع علامات أرشادية لمواقعها .

- يلزم سد مدخل ومخرج الفاروغ بمبانى من الطوب سمك ٥ر١ طوبه بونه خفيفة مع نهاية طبان الطريق مباشرة قبل وبعد العداية وقبل غرف المحابس لسهولة اعمال الصيانة المستقبلية ولحمايتها من تهايل الردم داخلها .

- يجب أن تتصل المواسير المراد تمريرها ببعضها بواسطة الفلنشات وتحمل على ركائز (كراسى) من الزهر أو الصلب أو الخرسانة المسلحة سابقة الصب وتكون مناسبة لاستدارة الماسورة علي أن تبعد الركيزة الأولى عن رأس الماسورة من كلا النهايتين مسافة ٥٠ سم ثم يقسم باقى طول بدن الماسورة إلى مسافات لاتزيد على ٢ر- متر بين الركائز علي أن تكون عملية التركيب لصالح عدد الركائز .

٦-٢-٢ الطرق التى لايسمح بقطعها لتركيب العداية : -

فى بعض حالات الطرق السريعة ذات الأهمية القصوى والكثافة العالية للمرور تشترط الجهة المالكة عدم قطع أو تحويل هذه الطرق ولذا تستخدم إحدى الطرق الآتية : -

أ - طريقة الاتفاق الصغيرة : - (Mini Tunnels) لدفع الفواريغ اسفل الطريق من خلال حجرتى الدخول والخروج .

ب- طريق الدفع :- (Pipe Jacking) وفيها يتم انشاء حجرتين على جانبى الطريق كما سبق شرحه ويتم دفع الفاروغ على مراحل بواسطة معدات ميكانيكية خاصة بقطع وتفريغ التربه أمام الفاروغ .

جـ- طريقة الصاروخ : - (Rocket) وفى هذه الطريقة لايوجد ناتج حفر التربه وإنما تدفع الماسورة من الحجرة على جانب الطريق بواسطة صاروخ خاص بقوة كافية لاحداث الاختراق إلى الحجرة على الجانب الآخر الطريق وتقتضى هذه الطريقة أن لايزيد عرض الطريق على ٢٠ مترا مع عدم استخدام فاروغ

٦-٣ عدايات السكك الحديدية :-

بعد تحديد موعد التنفيذ مسبقا لحركة القطارات يتم عمل كافة التجهيزات اللازمة لصلب (تحميل) السكة وتكون كافة المهمات والمعدات اللازمة للتنفيذ موجودة مسبقا بموقع العمل حتى ينتهى العمل فى موعده المحدد وتمرر الماسورة داخل فاروغ من الخرسانة المسلحة تسليحا خاصا أو من الصلب أو من الخرسانة سابقة الاجهاد قطره يتراوح بين ٥ر٢ - ٣ أمثال قطر الماسورة أو المواسير الداخلية ويجب استمرار هذا الفاروغ حتى غرفتى الدخول والخروج على جانبى السكة طبقا للمسافة المحددة بالرسومات.

- سد مدخل ومخرج العداية بمبانى الطوب كما سبق شرحه .

- ضرورة تحميل الماسورة على ركائز من الزهر أو الصلب أو الخرسانة المسلحة سابقة الصب طبقا لاستدارة الماسورة وتتصل المواسير ببعضها بواسطة الفلنشات لسهولة اعمال الصيانة المستقبلية .

- قد ترى الجهات المالكة تنفيذ عدايات السكك الحديدية بطريقة الانفاق الصغيرة السابق التنويه عنها فى عدايات الطرق لارتفاع معدل الامان بها وعدم الحاجة إلى تخفيض حركة القطارات وتهدئتها أثناء العمل ولسهولة العمل بهذه الطريقة رغم ارتفاع تكاليفها .

الفصل الأول

الدراسات الميدانية والتجهيز للتنفيذ

١- الدراسات الميدانية

عند صدور التعليمات بتنفيذ أحد مشروعات المواسير لابد من إستكمال البيانات التالية حتي يمكن البدء في تنفيذ المشروع وتشمل :

- المرور علي مسارات خطوط المواسير للتحقق من عدم وجود عوائق ظاهرية والتنسيق مع المرافق الأخري وتعديل المسار علي ضوء ما ينكشف من المعاينة الميدانية .

- تحديد مواقع الحساب السابق عملها لاغراض التصميم علي مسارات الخطوط ودراسة نتائج تحليلها ويجب علي مهندس التنفيذ في حالة ظهور نوعية من التربة أثناء الحفر لم تكشفها له الجسات الرجوع إلي الجهات المختصة لتحديد ما يجب أتخاذه من إجراءات لضمان سلامة المواسير .

- يتم عمل جسات في أتجاه عمودي علي المسار عند الحاجة .

- تحديد أماكن العدايات سواء للسكة الحديد أو الطرق أو المجاري المائية أو خلافه .

- التأكد من صدور التصاريح اللازم استخراجها من الجهات الرسمية المختصة .

- تحديد أماكن تشوين المواسير وطرق سير معدات التركيب ووسيلة الاختيار .

التنسيق بين مقاول العملية والجهة المالكة للمشروع لتحديد الاختصاصات الإدارية.

يقوم مهندس التنفيذ بدراسة المستندات التنفيذية للمشروع وعمل مراجعة للوقوف علي مدي مطابقتها للتنفيذ ومراجعة الرسومات التفصيلية التنفيذية المعدة بمعرفة المقاول .

- التفتيش علي المواسير ظاهريا للتأكد من عدم تعرضها لاضرار نتيجة النقل مع مراجعة

شهادات الاختبار المعتمدة من الجهات المعنية سواء للمواسير أو المحابس أو القطع الخاصة أو الأغطية أو السلالم ... إلخ .

٢- أعمال التجهيز للتنفيذ لشبكات المياه والصرف الصحي :

٢- ١ بعد التأكد من البيانات السابقة تبدأ أعمال التجهيز للتنفيذ وتشمل الأعمال الآتيه :-

- مراجعة مواقع الروبيرات الأساسية الموضحة بالرسومات التصميمية للرجوع إليها .
- اختبار مواقع الروبيرات الفرعية اللازمة والتأكد من سلامة مناسيبها .
- التأكد من مناسبة وصلاحية المعدات اللازمة فى التركيب والاختبارات وكشف التسرب ... إلخ .
- تفريد المواسير بجانب الخط مع ترك مسافة من ١ - ٥ر٢ متر من حافة الحفر .
- إخلاء الموقع من أى عوائق قد تعترض مسار الخط وذلك قبل البدء فى التنفيذ .

٢- ٢ مراعاة الملاحظات الآتيه قبل وأثناء التنفيذ :-

- يفضل أن يكون الحفر موازيا للشارع أو محور الطريق .
- يراعى أن يكون الحفر لزوم غرف المحابس وكتل الدعامات (Thrust Bloc) وقواعد التثبيت طبقا للابعاد التصميمة .
- ينفذ الحفر على مراحل (أطوال) لاتزيد على ٥٠٠ متر وفي الحالات الضرورية ١٠٠٠ متر كحد أقصى أو المسافة بين غرفتى محابس متتاليتين مع وضع إشارات تحذيرية ليلا ونهارا .
- وضع علامات لاعمال الحفر عند تحريلات الطرق والترع والمصارف مع وضع إشارات تحذيرية ليلا ونهارا .
- الحفاظ على سلامة المنشآت المجاورة لاعمال الحفر وعمل ساندات مؤقتة لها إذا لزم الأمر .
- التأكد من الاستعدادات الفنية الازمة عند عمل عدايات السكك الحديدية طبقا

لاشتراطات هيئة السكك الحديدية .

- عند وجود مرافق أخري تعترض مسارات الخطوط يلزم الرجوع إلي الجهات المالكة لتحويلها بمعرفتها وتحت إشرافها.

- يفضل عند تنفيذ شبكات مياه الشرب والصرف الصحي في المناطق النائية وضع علامات ارشادية علي مواقع المواسير والمحابس توضح أعماقها واقطارها وتثبيتها علي منشآت ثابتة دائمة للرجوع إليها عند الحاجة .

- في أعمال التنفيذ داخل المدن يلزم عمل حواجز لخنادق الحفر مع عمل كباري مؤقتة لعبور المشاه وضرورة توفير الحراسة اللازمة .

٢- ٣ تخطيط المحاور ووضع المناسيب للبدء في التنفيذ :

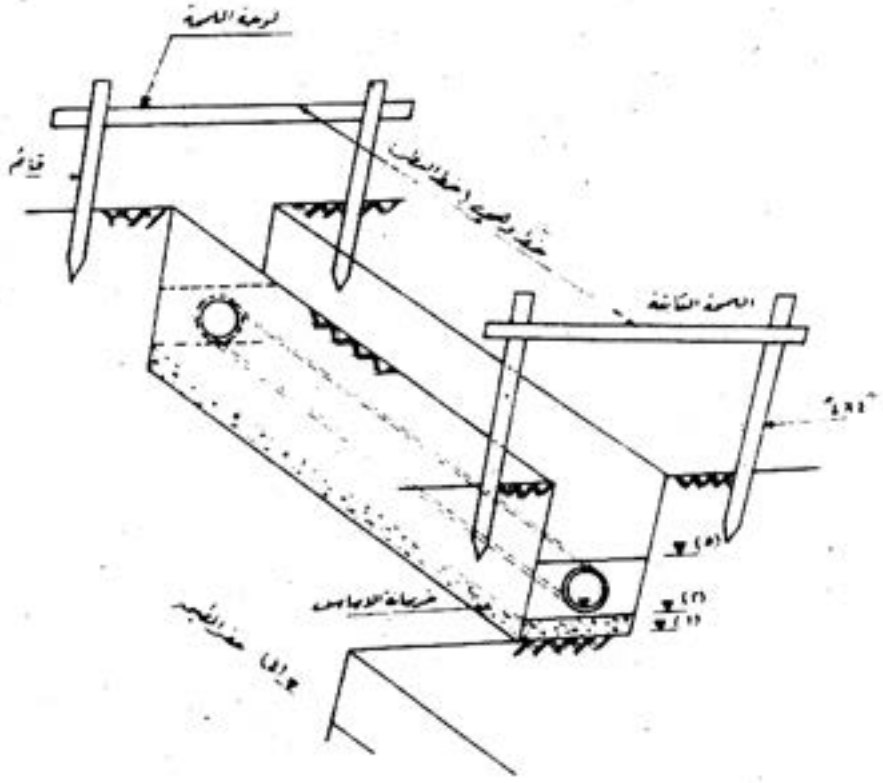
٢- ٣- ١ تخطيط محاور المواسير للمياه والصرف الصحي . يجري التنفيذ علي الوجه الآتي:

- يتم تخطيط محاور المواسير منسبه إلي إحداثيات نقطة البداية للمشروع مع الإستعانة بمحاور الطرق وخطوط التنظيم مع وضع علامات بعدد كاف علي طول محاور خنادق الحفر وعلي أبعاد مناسبة لتحديد حافتي الحفر طبقا للقطاعات التصميمية والمخططات التنظيمية المرفقه بالملحق رقم (٣) .

٢- ٣- ٢ طرق تثبيت قوائم قضبان اللمحة لاعمال الصرف الصحي : -

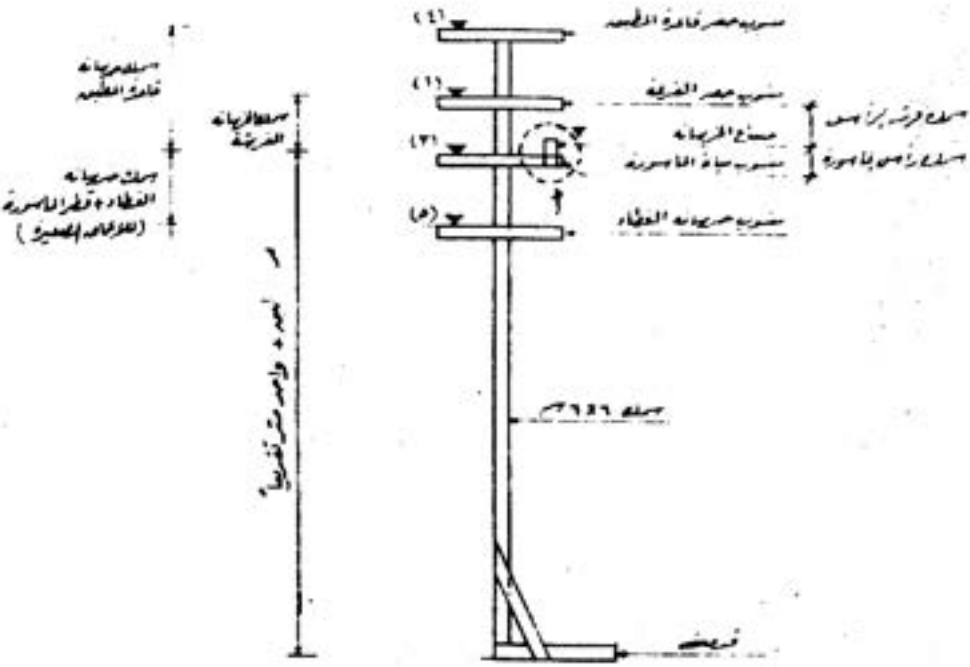
يجب عمل الترتيبات اللازمة لتثبيت قضبان اللمحة بمجرد تحديد أعماق الحفر بأطوال كافية عند كل مطبق وفي النقط المتوسطة وتكون هذه النقط متقاربة بعضها من بعض علي مسافات حوالي ثلاثين مترا ويتم تثبيت قضبان اللمحة بوضع قائمين متقابلين علي بعدين متساويين تقريبا من مركز المطبق أو محور خط الماسورة وموضوعان بطريقة تمكن قضيب اللمحة المثبت عليهما من قطع مركز الوتد أو النقط المعينة علي المحور مع ضرورة التأكد من وضع قوائم التثبيت خارج حفر المطبق بمسافة كافية .

والشكل رقم (١-١) يوضح قطاع قوائم قضبان اللمحة .

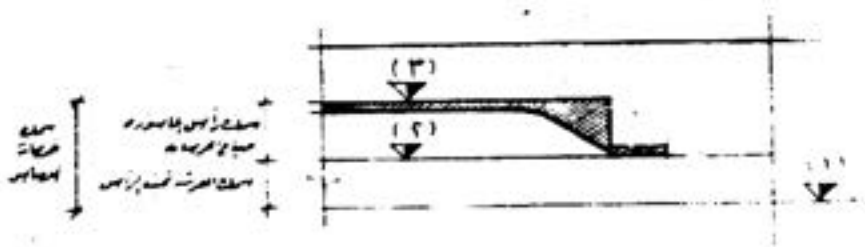


شكل (١-١) قطاع قوائم قضبان اللمحة

رسم يوضح طريقة عمل اللحة النفاثى وكيفية تنفيذها وتطبيقها



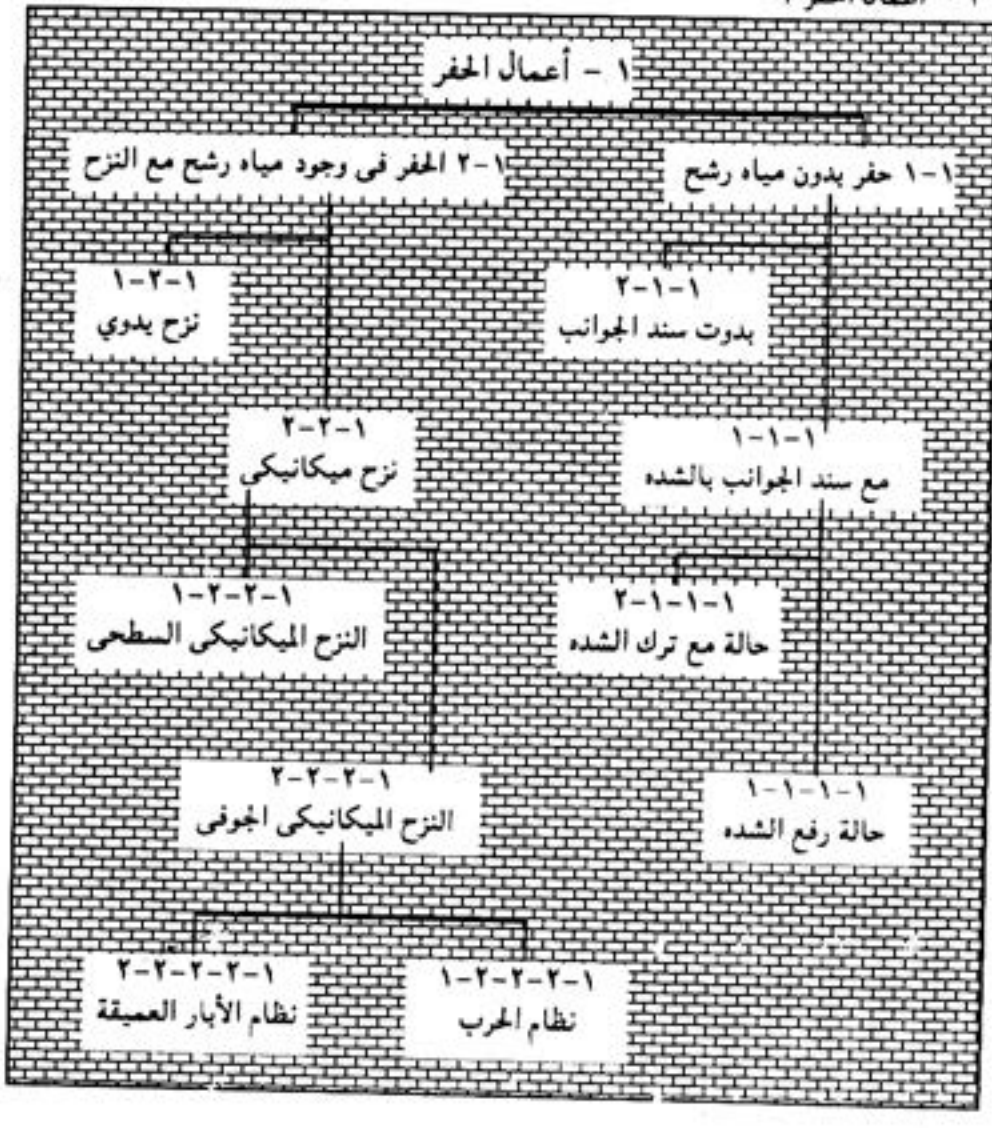
شكل رقم (١-٢): طريقة عمل اللحة النفاثى



التفصيلة « أ ».

الفصل الثانى
أعمال الحفروالأساسات

١ - أعمال الحفر :-



١- ١ حفر بدون مياه رشح

في حالة عدم وجود مياه رشح تتم اعمال الحفر في الموقع حتي منسوب التأسيس وفي هذه الحالة يكون عمق الحفر وعرضه وحالات سند الجوانب أو عدم سندها وكذا الحالات التي يجب فيها رفع الشدة أو تركها طبقا لما يأتي :-

١- ١- ١ الحفر بدون مياه رشح مع سند الجوانب بالشده :

عند تنفيذ مسارات للخطوط ذات أعماق كبيرة يتم سند جوانب الحفر بشدات مفتوحة أو مقفله في الحالات الآتية :

(أ) الحالات التي يخشي فيها من أنهيار جوانب الحفر .

(ب) الطرق الضيقة التي لايمكن عمل ميول مناسبة في الجوانب حسب نوع التربة .

(جـ) التربة المفككة .

(د) الطرق التي يخشي فيها من الاضرار بالاساسات أو المباني المحيطه

والأشكال (٢-١) ، (٢-٢) ، (٢-٣) ، (٢-٤) ، (٢-٥)تبين هذه الحالات .

١- ١- ١-١ الحفر بدون مياه رشح مع رفع الشدة :-

يسمح بإزالة الشدة الساندة للحفر في الحالات التالية :

أ- عندما يرد تقرير الجسات أن التربة طينية متماسكة أو شديدة التماسك .

ب- عندما تكون المباني والمنشآت القائمة بعيدة بالقدر الكافي عن جوانب الحفر .

جـ- في حالة الاعماق الصغيره لخطوط الانحدار والطرد .

١-١- ١- ٢ الحفر بدون مياه رشح مع ترك الشدة :

يسمح بترك الشدة الساندة للحفر في الحالات الآتية :

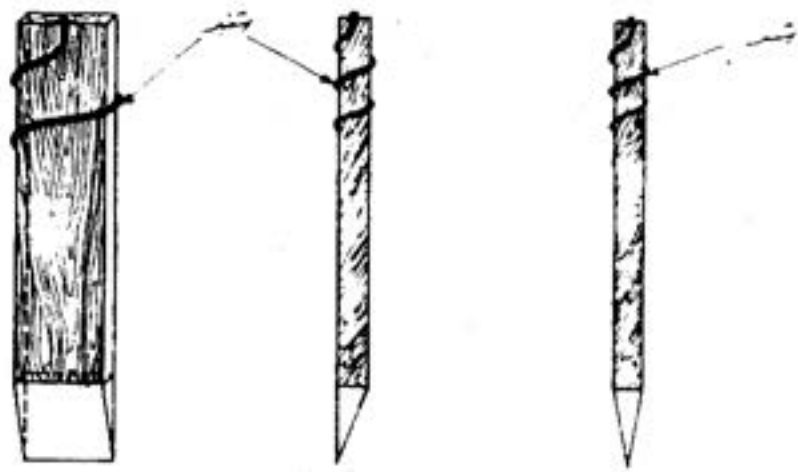
(أ) عندما يرد بتقرير الجسات أن التربه مفككه .

(ب) عندما تكون المباني والمنشآت القائمة قريبة من جوانب الحفر .

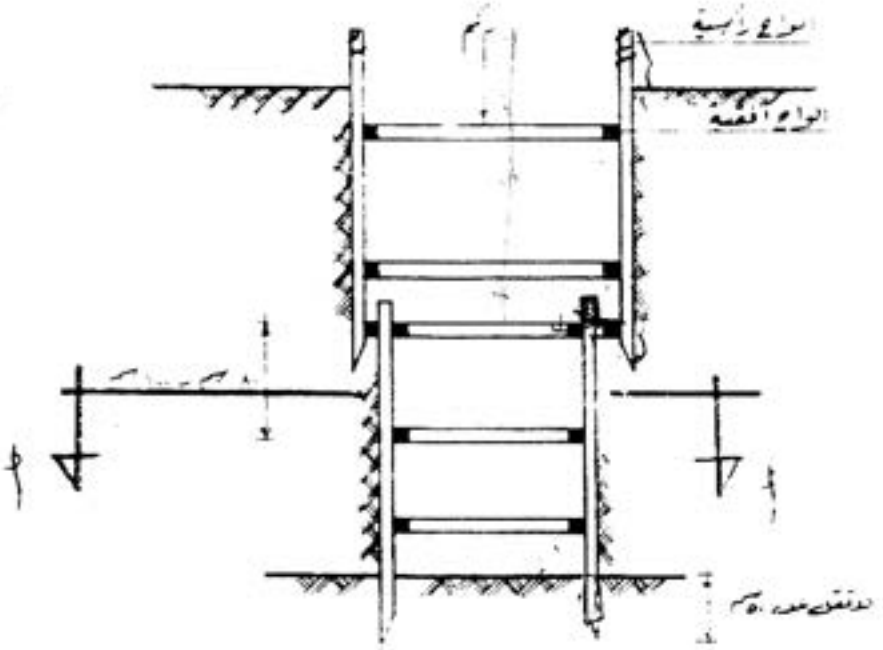
قطاع أفقى فى شدة مفصلة

قطاع أفقى فى شدة مفصل مفرزة

شدة مفصل بدون تفريز وصفن
تحل مكان المفرزة (إذا كانت غير موجودة)

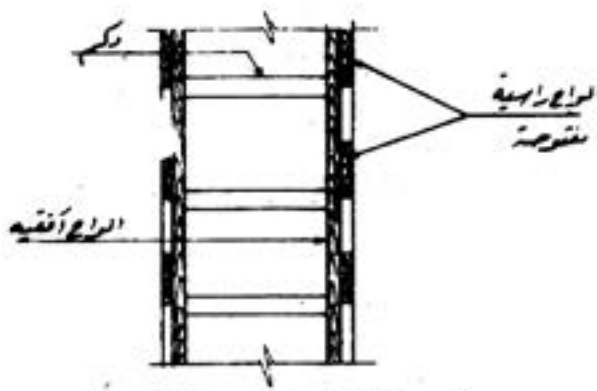


شكل (١٠٢) تفاصيل الشدة الخشبية

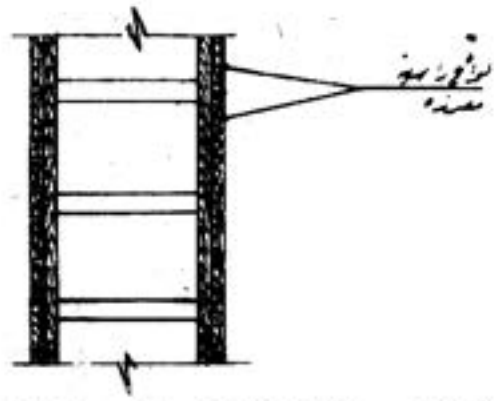


شكل (٢-٢) : قطاع رأسى فى الشدة الخشبية المقفلة

شكل (٢-٣) : قطاع أفقى فى الشدة المقفلة



شكل (٢-٤) :قطاع أفقى للشدة المفترضة



شكل (٢-٥) : قطاع أفقى للشدة المفرزة

(جـ) في حالة انهيار جوانب الحفر خلف الشدة أثناء التنفيذ مما يصعب معه رفع الشدة.

١- ١- ٢ الحفر بدون مياه رشح وبدون سند الجوانب :

يتم الحفر في حالة عدم وجود مياه رشح وبدون أن يكون هناك داع لسند الجوانب في الحالات الآتية :

(أ) الاعماق الصغيرة حتي عمق ٥ر٢ متر كحد أقصي أو بأي اعماق في المناطق الصحراوية الجافة .

(ب) وجود تربه طينية متماسكة .

(جـ) إذا سمحت نوعية التربة والموقع بعمل ميول حسب طبيعة التربه مع الحفاظ علي أورنيك الحفر ومناسيبه .

(د) عدم وجود مباني أو منشآت مجاوره تتأثر أساساتها في حالة اتساع الحفر .

الشروط الواجب توافرها في الشده :

١- يجب أن تكون الشدات الخشبية أو الحديدية بجوانب الحفر ذات قطاعات مناسبة ومحسوبة بدقة لتتحمل ضغط التربه وحركة الطريق .

٢- يتم أنزال الألواح الرأسية والافقية والدكم في آن واحد .

٣- في حالة الأرض الرخوه يجب دق الألواح الرأسية إلي أسفل منسوب قاع الحفر بما لايقل عن ٥٠ سم .

٤- في حالة وجود فوارات يتم سند جوانب الحفر بألواح خشبية مفرزه وبسمك لايقل عن ٥ر٧ سم (٣ بوصات) حتي لاينفذ منها الماء وتحكم بعوارض أفقية ودكم قوية ويكون منسوب النهاية السفلي للالواح أسفل قاع الحفر بما لايقل عن - ر ١م .

١- ٢ الحفر في وجوه مياه رشح مع النزح :

في حالة وجود مياه رشح يجب التخلص منها بأحدي الطرق المناسبة لتسهيل تركيب

(جـ) في حالة انهيار جوانب الحفر خلف الشدة أثناء التنفيذ مما يصعب معه رفع الشدة.

١- ١- ٢ الحفر بدون مياه رشح وبدون سند الجوانب :

يتم الحفر في حالة عدم وجود مياه رشح وبدون أن يكون هناك داع لسند الجوانب في الحالات الآتية :

(أ) الاعماق الصغيرة حتي عمق ٥ر٢ متر كحد أقصي أو بأي اعماق في المناطق الصحراوية الجافة .

(ب) وجود تربه طينية متماسكة .

(جـ) إذا سمحت نوعية التربة والموقع بعمل ميول حسب طبيعة التربه مع الحفاظ علي أورنيك الحفر ومناسيبه .

(د) عدم وجود مباني أو منشآت مجاوره تتأثر أساساتها في حالة اتساع الحفر .

الشروط الواجب توافرها في الشده :

١- يجب أن تكون الشدات الخشبية أو الحديدية بجوانب الحفر ذات قطاعات مناسبة ومحسوبة بدقة لتتحمل ضغط التربه وحركة الطريق .

٢- يتم أنزال الألواح الرأسية والافقية والدكم في آن واحد .

٣- في حالة الأرض الرخوه يجب دق الألواح الرأسية إلي أسفل منسوب قاع الحفر بما لايقل عن ٥٠ سم .

٤- في حالة وجود فوارات يتم سند جوانب الحفر بألواح خشبية مفرزه وبسمك لايقل عن ٥ر٧ سم (٣ بوصات) حتي لاينفذ منها الماء وتحكم بعوارض أفقية ودكم قوية ويكون منسوب النهاية السفلي للالواح أسفل قاع الحفر بما لايقل عن - ر ١م .

١- ٢ الحفر في وجوه مياه رشح مع النزح :

في حالة وجود مياه رشح يجب التخلص منها بأحدي الطرق المناسبة لتسهيل تركيب

المواسير بأنواعها المختلفة حتي الانتهاء من التركيب والاختبارات والردم . ولامكان أختيار الطريقه المناسبة لكل حالة تواجه مهندس التنفيذ في الطبيعة يلزم عمل دراسة تفصيلية للموقع لاختيار الطريقة المناسبة مع مراعاة الجدوي الاقتصادية بقدر الامكان. وفيما يلي توضيح لطرق النزح المختلفة .

١- ٢- ١ نزح يدوي :

يستخدم النزح اليدوي في حالة وجود مياه رشح ويري مهندس التنفيذ إمكانية التغلب عليها بواسطة العمالة والمهمات اليدوية المتاحة بالموقع طوال مدة التركيب والاختبارات وحتي البدء في أعمال الردم .

١- ٢- ٢ نزح ميكانيكي : -

يستخدم النزح الميكانيكي في حالة عدم أمكانية التغلب علي مياه الرشح بواسطة العمالة والمهمات اليدوية المتاحة وينقسم إلي نزح ميكانيكي سطحي ونزح جوفي .

١- ٢- ٢- ١ النزح الميكانيكي السطحي : -

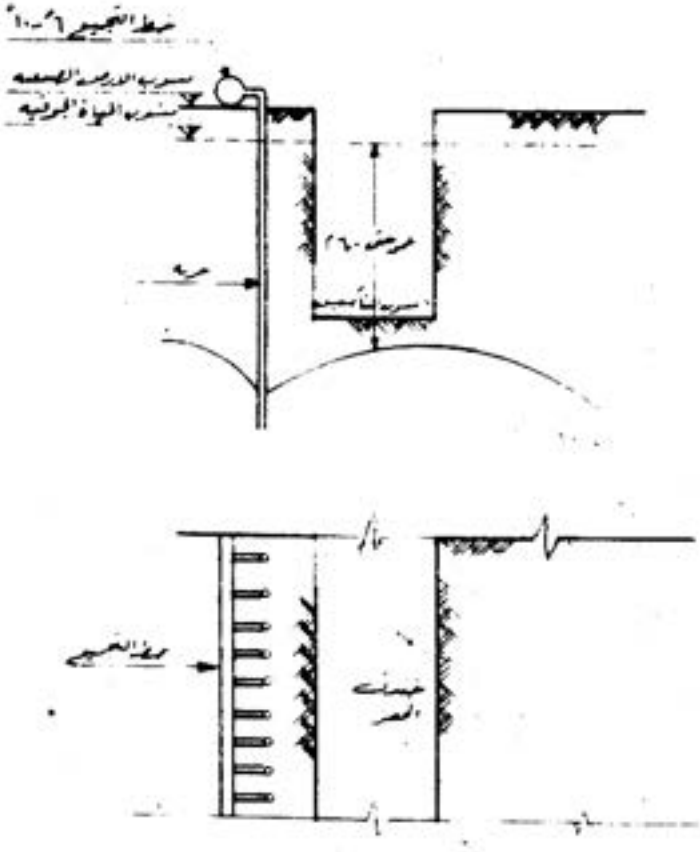
يستخدم هذا النوع في حالة امكانية التغلب علي كمية مياه الرشح بواسطة الطلمبات النقالي أو الغاطسة والتي يختلف عددها وقطرها وقدرتها وأماكن وضعها حسب كميات المياه بقطاع الحفر مع الأخذ في الاعتبار سلامة المنشآت المجاورة .

١- ٢- ٢- ٢ النزح الميكانيكي الجوفي :

يستخدم هذا النوع إذا ظهر بتقرير التربه وجود مياه رشح غزيرة أو في حالة ظهور فوارات ولا يمكن التغلب عليها إلا مع وجود نظام ثابت ومحسب كميات هذه المياه الجوفية لاستخدام النظام المناسب لها الذي يعمل علي ثبات منسوب المياه الجوفية أسفل قاع الحفر لخطوط المواسير بمسافة لاتقل عن ٠,١ متر ومن أمثلة هذه الانظمة ما يأتي:

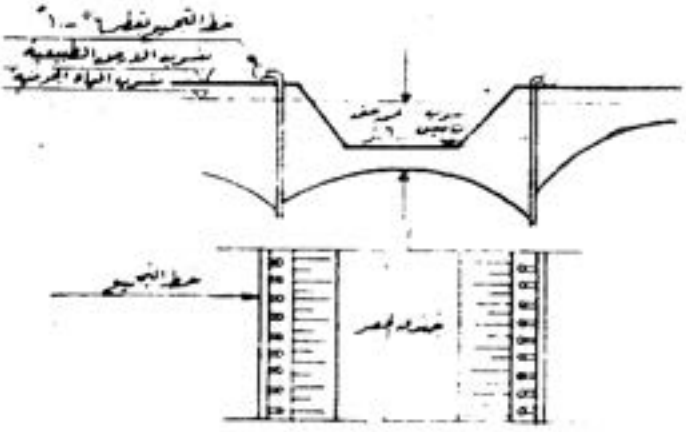
١-٢ ــ ٢ ــ ٢ ــ ١ نظام الحزب : شكل (٢-٦) ، (٢ ٧) ، (٢-٨) .

يستخدم هذا النظام لضمان تركيب وتجربة وردم الخطوط للمواسير بقاع حفر جاف تماما ولتحاشي الاضرار بالمنشآت والمباني المجاورة لهذه الخطوط ويتم ذلك كالآتي :

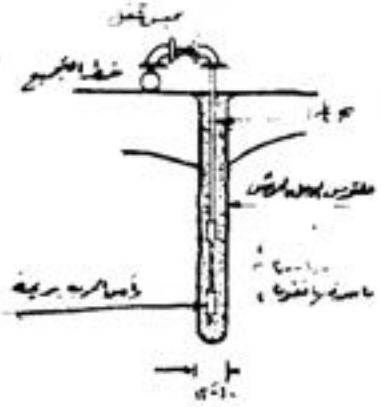


مسقط أفقى للحراب على جانب الحفر

شكل (٢-٦): انزلاق الحوض بنظام الحـــرب



مسقط أفقى للحربة على جانبى الحفر



تفاصيل الحربة

شكل (٢-٧) : النزح الجوفى بنظام الحربة لاعماق حتى ٦,٠٠ م

شكل (٢-٨): لنزح الجوفى بنظام الحرب متعدد المراحل يستخدم لاعماق اكبر من ٦,٠ متر

أ- يتم دق مواسير حديد مجلفن قطر ٥ سم (٢ بوصة) علي مسافات مناسبة تبعا لغزارة المياه الجوفية لهذا الموقع .

ب- تثبت في نهاية هذه الماسورة بريه عند السن علي شكل حربه وبها خروم موزعه توزيعا متبادلا ومغطاه بشبكة معدنية بارتفاع مترين من جهة السن لمنع الانسداد.

جـ- يركب بأعلي الماسورة محبس للتحكم ولعمل الصيانة اللازمة لكل حربه علي حدة.

د- يتم تجميع كل مجموعة من هذه الحرب علي خط فرعي يركب عليه محبس وتجمع هذه الافرع في خط رئيسي للتخلص من هذه المياه لاقرب مصرف عمومي بواسطة الطلمبات المحسوب تصرفها والتي تعمل بصفة مستمرة لحين الانتهاء من التركيب والاختبارات .

هـ- يلزم تواجد طلمبات احتياطيه لاستخدامها عند حدوث أيه أعطال مفاجئة أو لاعمال الصيانة .

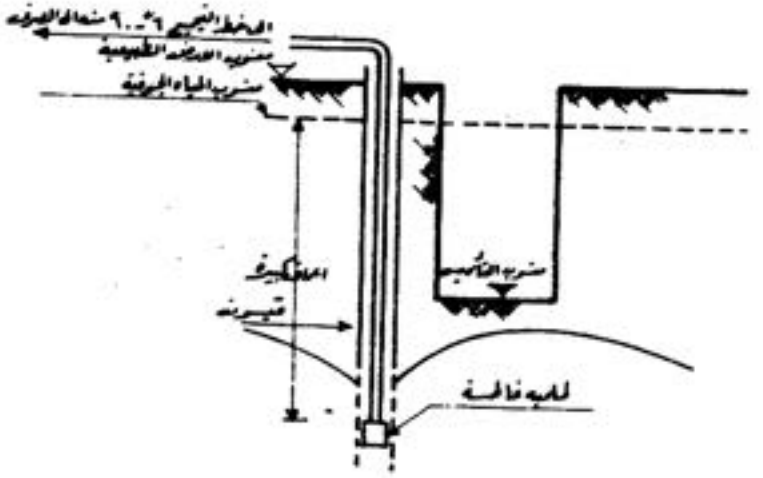
١- ٢- ٢- ٢- ٢ نظام الابار العميقة : شكل (٢-٩)

يستخدم هذا النظام كبديل لنظام الحرب إذا حدث تفكك أو انهيار للتربه الأمر الذي لايمكن معه استخدام نظام الحرب أو في حالة خطوط الانحدار ذات الاعماق الكبيره ويتم ذلك علي النحو الآتي :

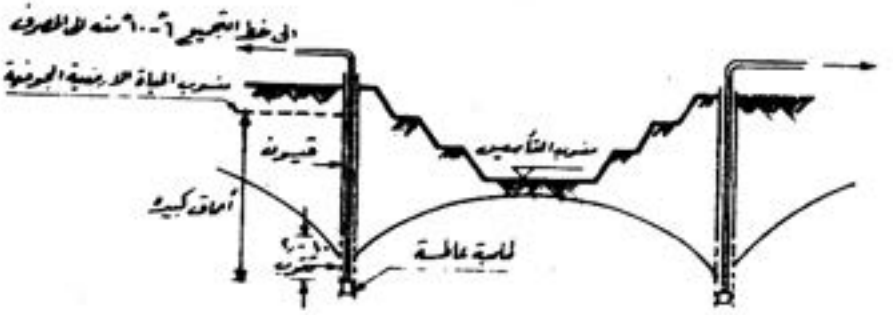
أ- الأبار العميقة عبارة عن ماسورة قطرها الداخلي ٢٥ سم تدق للعمق التصميمي المطلوب بحيث يتم تجفيف الخندق بعمق لايقل عن ٠٠ر١ متر أسفل قاع الخندق ويكون ثلثي هذه الماسورة مصمت أما الثلث الأخير منها فيكون به ثقوب موزعة بالتبادل علي جانبي الماسورة .

ب- لضمان عدم سحب حبيبات التربة من خلال فتحات ماسورة البئر يتم وضع مرشح زلطي (رمل حرش وزلط رفيع) يتدرج مقاس حبيباته من ٠ر١ مم إلي ٠ر٤مم .

جـ- يتم تنفيذ هذا المرشح عن طريق دق ماسورة خارجية بقطر لايقل عن ٤٥ سم (١٨بوصة) بكامل طول البئر كما هو موضح بالشكل رقم (٢- ١٠) ويتم تفريغ



نظام الابار العميقة على جانب الحفر فى الاعماق الكبيرة



النزح الجوفى بنظام الابار العميقة يستخدم للاعماق الكبيرة على جانبى خندق الحفر

شكل (٢-٩) : نظام الآبار العميقة

هذه الماسورة من التربة ثم يتم أنزال ماسورة البئر داخل هذه الماسورة الخارجية حتي المنسوب المطلوب مع استخدام دلائل لضمان انتظام الفراغ بين الماسورتين ثم يملأ الفراغ بالمرشح الزلطي مع رفع الماسورة الخارجية تدريجيا مع تقدم وضع الزلط حتي يتم رفع الماسورة الخارجية بالكامل .

د- لايزيد القطر الخارجي للطلمبة الغاطسة علي ٢٠ سم (٨ بوصة)

هـ- يلزم تركيب مفتاح ايقاف أوتوماتيكي لايقاف الطلمبة عند انخفاض منسوب المياه أسفلها بالبئر وكذلك مفتاح تشغيل أوتوماتيكي عند أرتفاع المياه بالبئر فوق منسوب شبكة البئر .

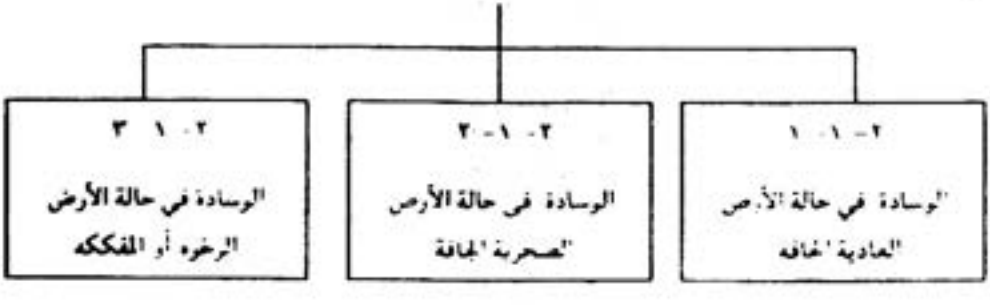
و - يراعي وجود مولد كهرباتي احتياطي بالموقع لتوصيل الطلمبات عليها في حالة أنقطاع التيار الكهرباتي لضمان استمرارية التشغيل كما يراعي وجود طلمبات احتياطية عند حدوث أية اعطال أو لأعمال الصيانة .

ز- يتم دق بيزومترات (ماسورة قطر ٥ سم (٢ بوصة) علي مسافات محددة لرصد منسوب المياه الجوفية علي طول خنادق الحفر والتأكد من أن أعمال تخفيض المياه تسير بكفاءة تامة .

٢- أعمال الاساسات لخطوط المياه والصرف الصحي

٢- ١ أساسات خطوط المياه

ويقصد بها طبقة الوسادة التي يجب تواجدها تحت راسم الماسورة .



هذه الماسورة من التربة ثم يتم أنزال ماسورة البئر داخل هذه الماسورة الخارجية حتي المنسوب المطلوب مع استخدام دلائل لضمان انتظام الفراغ بين الماسورتين ثم يملأ الفراغ بالمرشح الزلطي مع رفع الماسورة الخارجية تدريجيا مع تقدم وضع الزلط حتي يتم رفع الماسورة الخارجية بالكامل .

د- لايزيد القطر الخارجي للطلمبة الغاطسة علي ٢٠ سم (٨ بوصة)

هـ- يلزم تركيب مفتاح ايقاف أوتوماتيكي لايقاف الطلمبة عند انخفاض منسوب المياه أسفلها بالبئر وكذلك مفتاح تشغيل أوتوماتيكي عند أرتفاع المياه بالبئر فوق منسوب شبكة البئر .

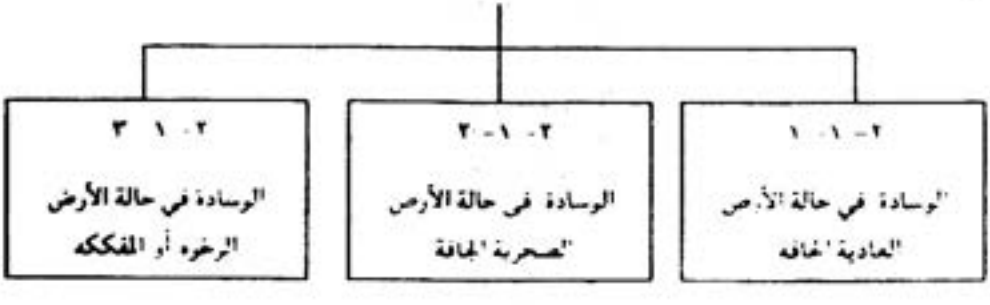
و - يراعي وجود مولد كهرباتي احتياطي بالموقع لتوصيل الطلمبات عليها في حالة أنقطاع التيار الكهرباتي لضمان استمرارية التشغيل كما يراعي وجود طلمبات احتياطية عند حدوث أية اعطال أو لأعمال الصيانة .

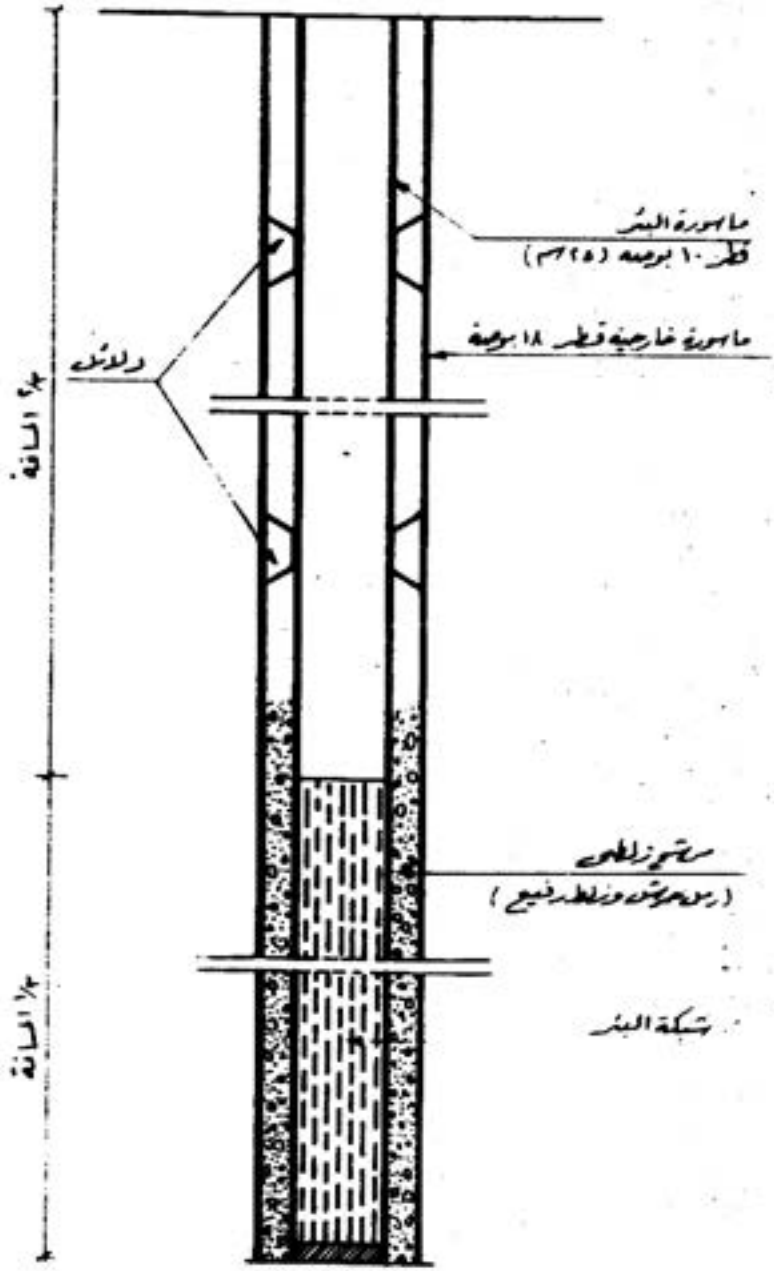
ز- يتم دق بيزومترات (ماسورة قطر ٥ سم (٢ بوصة) علي مسافات محددة لرصد منسوب المياه الجوفية علي طول خنادق الحفر والتأكد من أن أعمال تخفيض المياه تسير بكفاءة تامة .

٢- أعمال الاساسات لخطوط المياه والصرف الصحي

٢- ١ أساسات خطوط المياه

ويقصد بها طبقة الوسادة التي يجب تواجدها تحت راسم الماسورة .





شكل (٢-١٠) تفاصيل البئر

٢- ١- ١ في حالة الأرض العادية الجافة : -

عندما تكون طبيعة التربة عادية طينية أو رملية فإنه يتم تسوية قاع الخندق تماما حتي يتم ارتكاز جميع بدن الماسورة عليه . وتحفر حفره بعمق ٢٥ سم أسفل رأس الماسوره أو فلنشة الأطراف حتي يتم التركيب والتربيط جيدا .

٢- ١- ٢ في حالة الأرض الصخرية الجافة : -

عندما تكون طبيعة التربة صخرية أو شديدة الصلادة فإنه يلزم زيادة عمق خندق المواسير ١٥ سم وإعادة ردمه مع الدمك والرش والتسوية بمواد ردم مختاره ناعمه أو متدرجه إذا توافرت في التربه الناتجة أو توريد رمال نظيفة وتستخدم أدوات الدمك الميكانيكية أو اليدوية .

٢- ١- ٣ في حالة الأرض الرخوه أو المفككه : - (يجري إحلال التربه)

عندما تكون طبيعة التربه رخوه أو مفككه فإنه يستمر في حفر الخنادق وزيادة عمق الحفر حتي الوصول إلي منسوب الأرض الطبيعية . أو حتي عمق لايقل عن -ر١ متر ثم يردم هذا العمق الزائد من الحفر أما بالخرسانة العادية أو بمواد ردم متدرجة مع الرش والدمك بمعدات الدمك الميكانيكية أو اليدوية والتسوية حتي يتم الوصول إلي عمق الخندق المطلوب تصميميا حسب القطاعات الطوليه .

٢- ٢ الصرف الصحي :-

عند إتمام أعمال الحفر بالعمق المطلوب وتجهيز القاع بعد الرش والدمك والتسويه يتم وضع الخرسانات اللازمة للاساسات تحت وحول المواسير حسب القطاع التصميمي لكل قطر علي حده وحسب نوع الماسوره المستخدمة .

الفصل الثالث

نقل وتشوين وتفريد المواسير وملحقاتها

١- نقل وتشوين وتفريد المواسير وملحقاتها

عند إتمام أعمال الحفر والاساسات المناسبة يتم نقل المواسير من موقع التشوينات لتفريدها بمحاذاة مسارات الخطوط تمهيدا للبدء فى أعمال التركيب مع أتباع الاحتياطات الآتية عند تفريد كل نوع من المواسير المختلفة .

١- ١ المواسير الاسبستوس لاسمنتى :

لما كانت هذه المواسير تتأثر بالصدمات لذلك ينبغى العناية بها وعدم تعرضها لأى صدمات ببعضها أو بأى جسم معدنى خارجى ويلزم استعمال ونش الشوكة فى رفعها من موقع التشوين إلى سطح السياره لتفريدها بمحاذاة مسارات الخطوط وفى حالة استعمال الونش اليومه تستخدم حبال غير معدنية فى ربط الماسورة ولا يسمح بأستخدام الخطاطيف لحملها من الأطراف إلا بأستعمال تغليف للخطافين من المطاط حتى لايؤثر على سلامة الأطراف

وفى حالة تعذر هذه الوسائل تستخدم طريقة الحبال والعمال فى التحميل والتنزيل من السياره على طول حافة الخندق بإستخدام عرقين من الخشب على أن يتم التنزيل تدريجيا مع مراعاة العناية بسندها أثنا ء دحرجتها على العروق الخشبية مع ضرورة البعد تماما عن القا ء الماسورة فوق مخلفات الحفر أو على الإطارات الكاوتش القديمه ء ن ذلك بسبب فى أحداث شروخ شعرية بجسم المواسير كما يلزم العناية بالحلقات المطاطيه المستعملة فى الجلب والاقفزه للتركيب وعدم تعرضها لاشعة الشمس وحرارتها واتباع الاسلوب السليم فى التخزين بضرورة رشها بيودرة التلك وتخزينها فى أماكن

رطبة مظلمة جيدة التهوية وذلك لضمان عدم تشققها كما يلزم العناية بالاقفزة (الجيبولتات) والجلب المانيانى المصنوعة من مادة المواسير بعدم قذفها من سطح السياره وعدم صدمها بأى أجسام معدنية ويجب الاهتمام بالمسامير والصواميل وتزييتها قبل التركيب للتأكد من سهولة ربطها وفكها .

١- ٢ المواسير الفخار ذات الوصلة المرنه :

يجب رص المواسير على طبالى (باليتات) خشبية وتغلف بإستخدام شنابر صلب لحماية الوصلات المرنه من التلف ولا يتم التحميل على رأس الماسورة ، ويستخدم فى التفريغ ونش شوكه أو ونش سياره .

١- ٣ مواسير البوليستر المسلح بألياف الزجاج (GRP)

يجب أثناء التفريغ ألا تسقط الماسورة أو تصطدم بأى شىء كذلك أثناء تداولها وبالذات عند نهايتها حتى لايتسبب ذلك فى تلف أطرافها ويتم استعمال أحبال من التيل أو القطن أثناء عمليات تداول وتنزيل المواسير ، ويستبعد استعمال السلاسل والجنازير والحبال الصلب خوفا من خدش السطح الخارجى للماسورة ويمكن تفريغ الماسورة بطول ١٢ متر بحبل به عقد ، ومن الأنسب أن يكون الحبل ذو دعامتين بينهما مسافة لاتقل عن ٤ر٥ متر ويراعى عدم اسقاط الماسورة من سطح السيارة على الأرض ويتم التشوين (التخزين) للمواسير بموقع العمل فى أرض مستوية تماما وخالية من الصخورأكبر من ٤٠ مم أو المواد التى تحدث تلفيات بالمواسير وفى حالة ما إذا كان التركيب فى أرض خالية فيتم ترتيب المواسير موازية للحفر المزمع التركيب فيه ، أما إذا كان التخزين لمدة طويلة فيتم تخزين المواسير مفرده فى صف واحد فى حالة المواسير ذات الأقطار الكبيرة من ٨٠٠ مم وحتى ٢٠٠٠ مم ولا يزيد التخزين عن صفين فوق بعضهما فى حالة المواسير ذات الأقطار الصغيرة من ٤٠٠ مم وحتى ٧٠٠ مم ويلزم مراعاة التخزين للحلقات الكاوتش وكذلك الأقفزة الزهر (الجيبولت) .

١- ٤ المواسير البولى كلوريد الفينيل غير الملدن (UPVC)

يجب العناية التامة بهذا النوع من المواسير بعدم تعرضها أو صدمها بأى أجسام لعدم

أتلافها وعدم تعرضها لحرارة الشمس أو أى مصدر حرارى آخر مع مراعاة عدم تركها طويلا على حافة الخندق كما يجب تركيبها فور نقلها من موقع التشوينات .

ونظرا لخفة وزن هذه المواسير فإنه يمكن رفعها إلى سطح السيارة أو انزالها إلى حافة الخندق بواسطة الايدى العاملة وإذا لزم دحرجتها من فوق سطح السياره فإنه يلزم لذلك ألواح خشبية خالية من أى مسامير ويمكن رفعها أو انزالها بأستخدام الحبال غير المعدنية .

ويراعى العناية بالحلقات المطاطية المستخدمة فى التوصيل سواء أثناء التركيب أو التخزين كما ذكر سابقا .

١- ٥ المواسير الصلب والزهر الرمادى والزهر المرن :

يجب العناية أثناء نقل هذه المواسير حتى لاتتعرض طبقة الوقاية الاسمنتية الداخلية فى حالة المواسير الزهر المرن للتلف وكذلك طبقات الوقاية الخارجية لكل هذه المواسير بالتجريح نتيجة استعمال السلاسل والجنازير والحبال الصلب أو الخطاطيف مع الونش اليومه فى الرفع أو التفريد .

وتستخدم الطريقة المبينة بالشكل رقم (٣-١) كما يلزم العناية بالحلقات المطاطية سواء أثناء التركيب أو التخزين كما سبق ذكره .

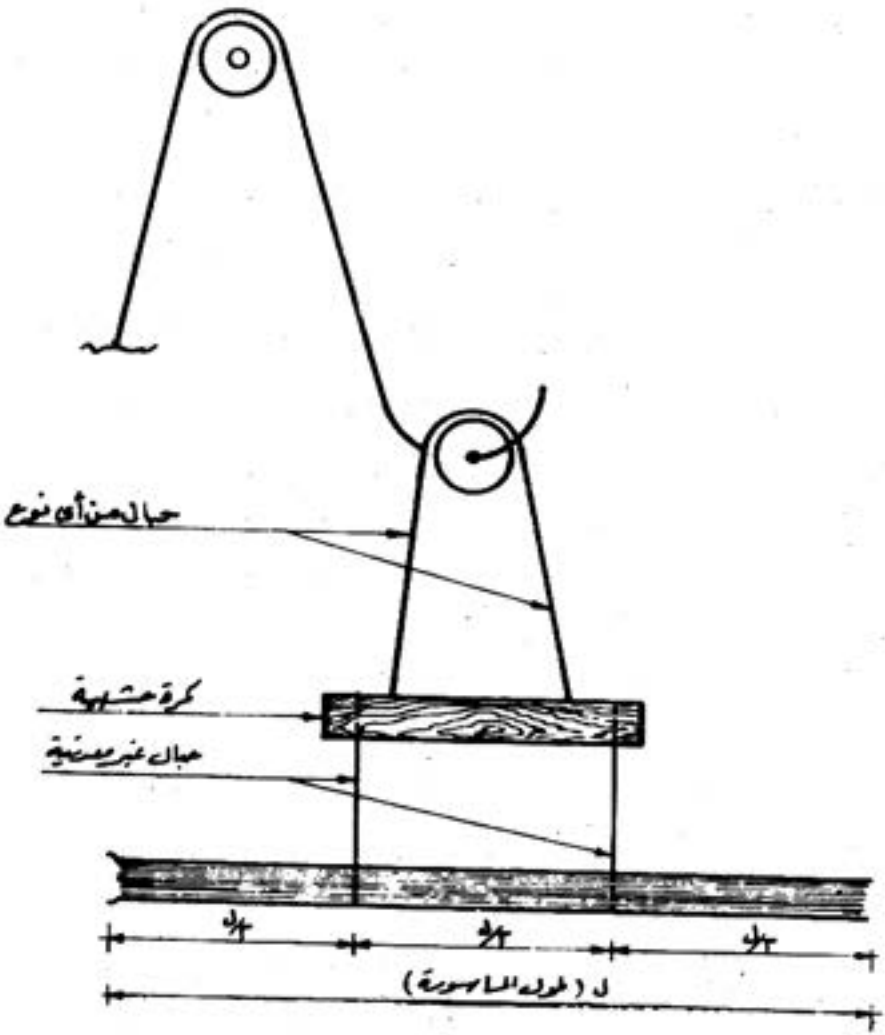
- ٦ المواسير الخرسانية والخرسانية المسلحة والخرسانية سابقة الاجهاد :

نظرا لثقل هذه الماسورة فيجب مراعاة تناسب قدرة الونش المستخدم فى الرفع أو التنزيل مع وزن الماسورة ويستحسن أستخدام وسادات بين حبال الربط والمواسير حماية لجدار الماسورة وكذلك يراعى عدم حملها من الأطراف وتتبع طريقة الرفع كما هو مبين بالشكل رقم (٣-١) كما يجب تجنب كل من :

- أرجحة الماسورة خوفا من سقوطها على الأرض مما يعرضها لصدمات شديدة .

- عدم أسقاط الماسورة من على سطح السيارة على الأرض حتى لو كانت أرض رملية أو على إطارات الكاوتش حتى لا يؤدى ذلك إلى تحطيم جسم الماسورة أو اطرافها .

دحرجة الماسورة أو سحبها على الأرض كما يلزم العناية بالحلقات المطاطية المستخدمة في التركيب كما سبق ذكره سواء أثناء التركيب أو أثناء التخزين .



شكل (٢-١) تجهيزة تحميل وتنزيل المواسير

٢- التفتيش على المواسير والمحابس والقطع الخاصة قبل التركيب :

إن بذل المجهود والعناية والوقت الكافى للتفتيش على المواسير والمحابس والقطع الخاصة قبل إنزالها إلى الخندق للتركيب سيوفر وقتا كبيرا يستغرق لإصلاح العيوب التى ستظهر أثناء التركيب وبعد الاختبارات ومع أن المقاول مسئول مسئولية كاملة عن التفتيش على كل ماسورة أو قطعة خاصة قبل التركيب الا أن توفير وقت اصلاح العيوب سيفيد المشروع كثيرا .

يجب أن يتم هذا التفتيش بمعرفة وتحت اشراف مهندس التنفيذ بغرض البحث عن أى كسور أو شروخ ظاهرية أو شعرية فى جسم المواسير أو اطرافها وكذلك طبقات الحماية الداخلية والخارجية وترميم وإعادة طلاء هذا التالف من هذه الطبقات .

يتم الكشف على الكسور والشروخ الظاهرية بالعين المجردة باستخدام اختبار تردد الصوت الناشىء عن الطرق بمطرقة خفيفة على جسم الماسورة وملاحظة الصوت ويجرى هذا الاختبار للمواسير الزهر الرمادى والزهر المرن والفخار أما الشروخ الشعرية التى تتعرض لها المواسير الاسبستوس الاسمنتى أو الصلب فإنه يتم الكشف عنها بتمرير قطعة من القماش مبللة بالكيروسين أو سائل ملون مناسب على هذه المواسير وهى مشونة قبل أنزالها خندق الحفر بالونش حيث إن هذه السوائل تظهر الشروخ الشعرية .

أما المواسير (PVC) عديد كلوريد الفينيل بنوعية فإنه يتم أختبارها بالطرق عليها بمطرقة خشبية على كل من جانبيها وملاحظة صوت هذه الطرقات .

أما بخصوص التفتيش على محابس القفل بنوعيها السكينة والفراشة وحنفيات الحريق ومحابس الهواء وبرابخ خدمة المنازل فيجب التأكد من اتجاه الفتح للمحابس وعدد اللفات اللازمة لفتحه لسهولة الفتح والقفل . عدم وجود أى شوائب متراكمة فى مجارى السكينه وازالتها إن وجدت . والكشف عن أى شروخ ظاهره فى جسم المحبس أو أى تلفيات فى طبقات الدهان والتأكد من جودة الحشو وربط الجلاند إن وجد وبعد انتهاء التفتيش السابق يلزم قفل المحابس قبل التركيب .

والتفتيش على القطع الخاصة يشمل مجارى تركيب الحلقات المطاطية واماكن مسامير

الرباط وخلو القطع الخاصة من أى تلفيات فى طبقات الحماية ومطابقة الثقوب فى الفلنشات لبعضها البعض من حيث القطر وقطر دائرة الثقوب وعدد الثقوب وقطر وتوزيع الثقوب .

- ١ التفتيش الظاهرى على المواسير الفخار :

١- يجب أن تكون جميع المواسير مستقيمة خالية من الانحناء وكاملة الاستدارة فى قطاعها وليست بيضاوية أو منبعجة وبحيث تكون ملساء السطح الداخلى وذلك قبل إنزالها للتركيب .

٢- يجب أن يكون جسم الماسورة خاليا من الفراغات (البخبخه) ويكون طلاء الماسورة خاليا من الفقاقيع التى إن وجدت ستسبب انفصال طبقة الطلاء عن جسم الماسورة مما يؤدى إلى زيادة النفاذية .

٣- عند طرق الماسورة بحصوه من الركام (زلطة) ينتج عنه رنينا حادا كما يجب عند كسرها انتظام مقطعها ومجانسه .

٤- يتم تشوين المواسير فى صفوف أفقية ورأسية بعناية تامة حتى لايحدث خدش أو شروخ بالسطح الخارجى للماسورة مما يعرضها للتلف .

٥- عند استخدام المواسير الفخار ذات الوصلة المرنة يجب التأكد من صلاحية الوصلة المطاطية بالفحص الظاهرى مع الزام المورد بتقديم شهادات الصلاحية المعتمدة ومطابقتها بالمواصفات القياسية المصرية التى تصدر لهذا الشأن .

- ٢ التفتيش الظاهرى على الأغطية الزهر والسلالم :

- يجب التأكد من أن جميع الأغطية مستديره ومصنوعه من الحديد الزهر وطبقا للأبعاد التصميمية وبوزن لايقل عن ٢٨٥ كجم للمطابق الدائرية وبوزن لايقل عن ٣٥٠ كجم للمطابق المربعة وبوزن لايقل عن ١٠٨٫٥ كجم لغرف التفتيش .
- يجب التأكد من أن جميع السلالم مصنوعه من الحديد الزهر وطبقا للأبعاد التصميمية وبوزن لايقل عن ٤ كجم للسلالم الحديدية المكسية بالرصاص الخالى من الزعل (رغوة المعادن) والمواد الغريبة وذلك لغرف الصمامات
- التأكد من عدم وجود بخبخة أو نتوءات أو شروخ .
- التأكد من وجود اسم المدينة وسنة الصنع مكتوبة بالحروف البارزه

الفصل الرابع

اعمال التركيب والاختبارات والردم

١- اعمال التركيب :

- يجب التأكد من الوصول إلى منسوب التأسيس طبقا للقطاع التصميمى مع عدم وجود أى اجسام صلبة تحت جسم الماسورة .

- يجب التأكد من نظافة اطراف المواسير واجزاء الوصلة والحلقات المطاطية جيدا .

- يجب التأكد من استخدام السوائل الرغوية أو ما يماثلها فى دهان الرأس والذيل للماسورة قبل تركيب الحلقة المطاطية والبعد عن استخدام الشحوم فى الدهان حتى لاتؤدى إلى تآكل الحلقات المطاطية .

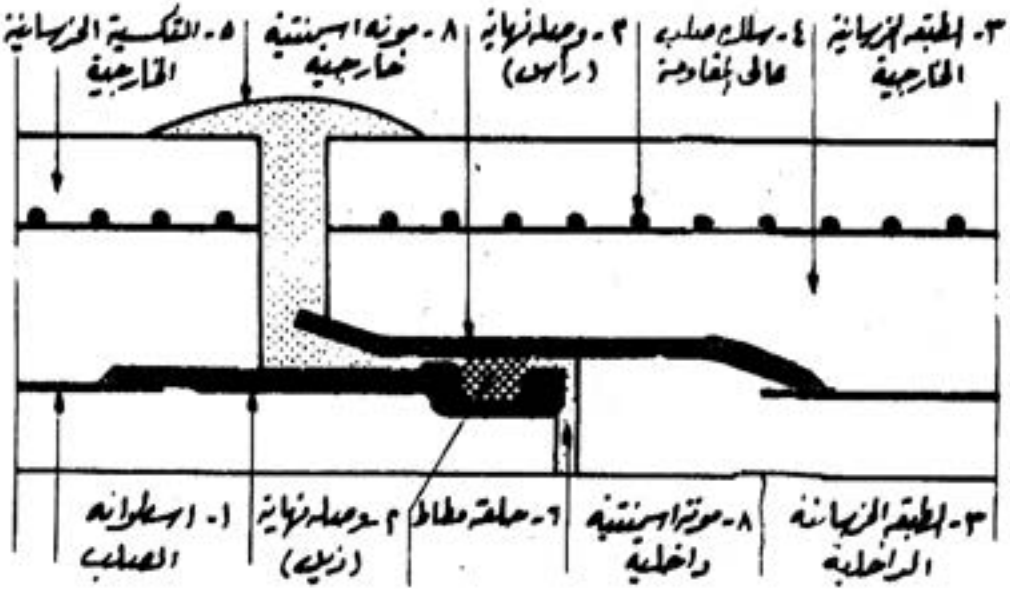
١-١ الاعمال التنفيذية لتركيب الانواع المختلفة من المواسير ماعدا الفخار والزهر الرمادى :

١-١-١-١ فى حالة المواسير ذات الوصلة المرنه :

- يتم ربط الماسورة بالونش البومة وتنزيلها تدريجيا ومطابقتها على رأس الماسورة السابق تركيبها من ناحية الاستقامة ثم يستغل ضغط الونش فى تركيب المواسير مع استخدام الزراجين ومفتاح الفرم والعقله الحديدية لضبط واحكام التركيب .

- يلزم التأكد من دخول ذيل الماسورة الجارى تركيبها فى رأس الماسورة السابقة (طبقا لتعليمات جهة التصنيع)

يلزم التأكد من دقة استقرار الحلقة المطاطية فى مكانها بعد التركيب خوفا من أن يكون حدث لها اجهاد أو انحراف عن مكانها أو التوا . شكل رقم (٤-١) .



شكل رقم (٤- ١) : قطاع طولي يبين رأس المأسورة وزيلها للمواسير الزرسانية سابقة الاجهاد
(وصلة مرنة)

١-١-٢ فى حالة المواسير ذات الفلنشات :

- يتم تقفيل الفلنشتين معا وبينهما الحلقة المطاطية بالسمك المناسب بالمسامير والصواميل حيث يتم الربط دائريا لكل المسامير . أما فى حالة التأكيد على ربط المسامير فيلزم استخدام طريقة الربط الصليبية (أى كل مسمارين متقابلين بالترتيب) شكل رقم (٤-٢) .

١-١-٣ فى حالة المواسير ذات الچيبولتات :

- يتم وضع وش (فلاتشة) فى كل من طرفى الماسورة .

- يتم وضع حلقة مطاط فى كل من الطرفين ، ثم توضع حلقة الماسورة رقم (١) على مسافة من طرفها توازى نصف طول الجلبة ناقصا نصف سنتمتر . وتوضع الماسورة رقم (٢) على مسافة من طرفها أطول قليلا من طول الجلبة .

- تدار الحلقتان للامام والخلف للحصول على شد موحد ثم يجرى موازنتها مع اطراف الماسورة .

- توضع الجلبة على طرف الماسورة رقم (٢) ثم يوضع طرف الماسورة المراد توصيلها تجاه طرف الماسورة التى تم توصيلها مع ترك مسافة سنتمتر واحد بين طرفى الماسورتين عند التركيب .

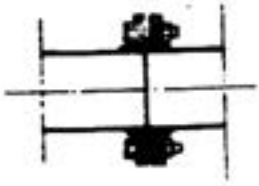
- توضع الجلبة مع حلقة الماسورة رقم (١) وتوضع حلقة الماسورة رقم (٢) فى الجلبة.

- توضع الأوشاش فى الحلقة وتربط بمساميرها ذات الصامولة ويجب أن يكون الربط تدريجيا وتبادليا على الصامولتين ويفضل الابتداء بالصامولة السفلى .

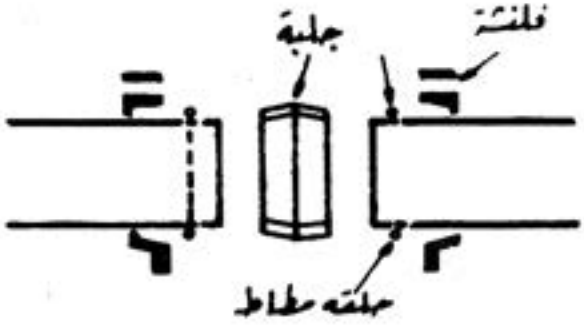
- يتم دهان الچيبولت بالدهان البيتومينى المؤكسد ويلف جيدا بالخيش المقطرن أو البلاستيك شكل رقم (٤-٣) .

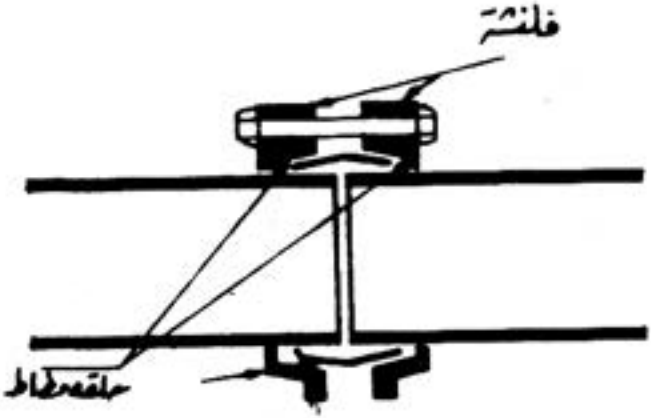
١-١-٤ فى حالة المواسير ذات الوصلة الميكانيكية :

بعد ضبط استقامة كل من الماسورتين أو القطعة الخاصة والمحبس يتم وضع اجزاء الوصلة الميكانيكية .

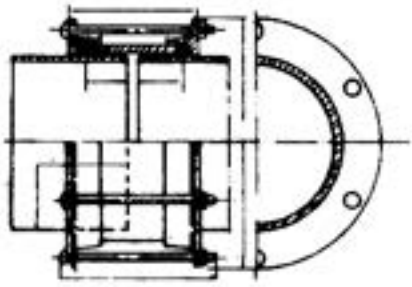


شكل (٤-٢) وصلة بالفلنشات





شكل رقم (٤-٣) : وصلة الجيبولت



شكل (٤ - ٤) : الوصلة الميكانيكية

- يتم تحريك اجزاء الوصلة على أطراف الماسورتين أو فلانشة القطعة الخاصه والمحس لتقفيل الفلنشتين معا وبينهما الحلقة المطاطية بالسمك المناسب بالمسامير والصواميل حيث يتم الربط دائريا لكل المسامير باستخدام مفتاح العزم شكل رقم (٤-٤) .

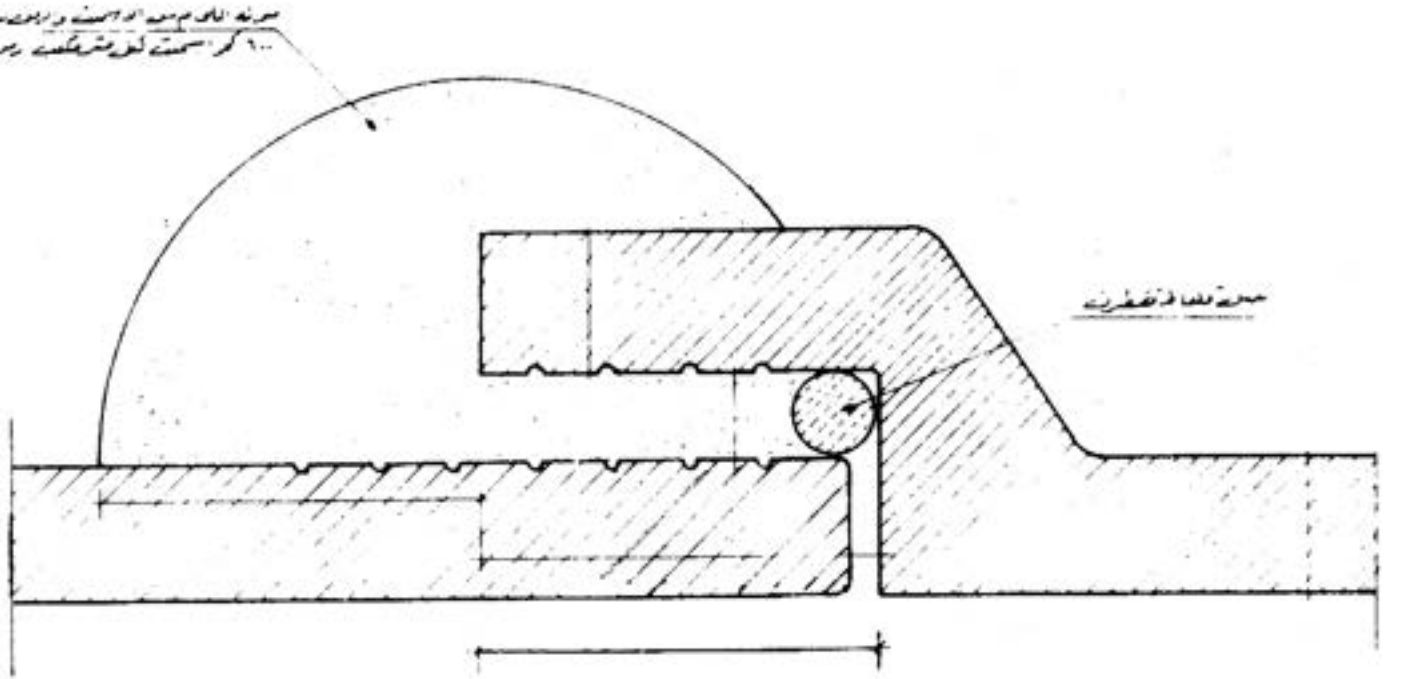
١-٢ تركيب المواسير الفخار ذات اللحام شكل رقم (٤-٥) :

- يتم تركيب المواسير الفخار ذات اللحام بمونة الاسمنت والرمل ، تلحم المواسير بخلطة (مونة) من الرمل والاسمنت بنسبة ٦٠٠ كجم اسمنت لكل متر مكعب رمل مع استعمال حبل القلفاط المقطرن (أسطبة مقطرنه) ، ومراعاة وضع رأس الماسورة فى عكس اتجاه سير المياه وتغطية اللحام حول الرأس والذيل بنفس المونة على شكل كروى بنصف قطر يساوى طول الرأس ومحدودة بنهاية الرأس كاملا طبقا للمواصفات .

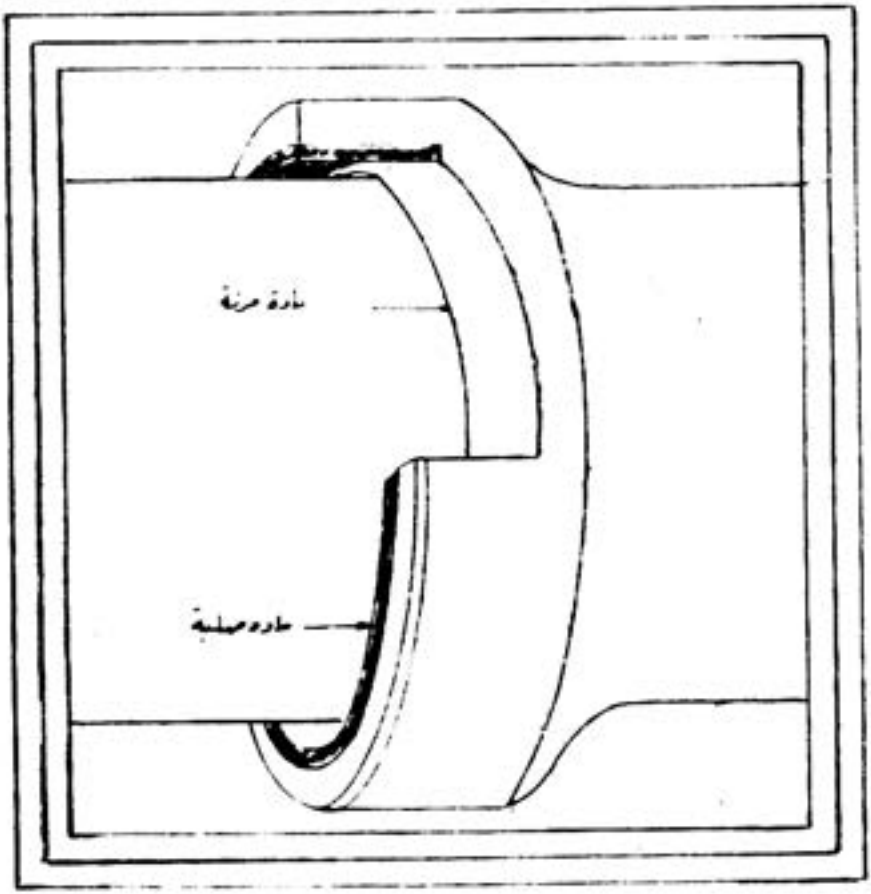
- كما يجب التحقق من خلو المواسير من العوائق وذلك بتمرير بلف معدنى ذو ذيل للتحقق من مرور المياه داخلها بدون عائق ويتم تمرير البلف بين كل مطبقين من كلتا الجهتين بعد تهو تركيب المواسير للفرعة ، وعلى أن يكون قطر البلف أقل بمقدار ٥ سم (٢ بوصة) عن قطر الماسورة .

١-٣ تركيب المواسير الفخار ذات الوصلة المرنة شكل رقم (٤-٦) : -

- الوصلة المرنة هى وسيلة اتصال بين المواسير مصنعة من البوليمرات مثبتة بين ذيل الماسورة ورأس الماسورة التالية لها أو تكون وصلة ذات حلقة مطاطية ، وتساعد هذه الوصلات على تحقيق المرونة فى خط المواسير لمواجهة احتمالات الهبوط فى التربة على طول مساره .
- يدهن رأس الماسورة الأولى بمادة صابونية .
- ينظف كل من الرأس والذيل .
- يدهن ذيل الماسورة التالية للتركيب بالمادة الصابونية
- يضبط ذيل الماسورة التالية المراد تركيبها مع رأس الماسورة الأولى.
- تدفع الماسورة المراد تركيبها بواسطة آلة حديدية داخل الماسورة الأولى



شكل (٤-٥): تركيب المواسير الفخار ذات اللحام



شكل (٤-٦): الوصلة المرنة

٤-١ تركيب المواسير الزهر الرمادى شكل رقم (٤-٧) :

- تلحم المواسير الزهر بوضع ذيل الماسورة داخل الرأس الأخرى .

- تضبط المحاور بوضع حبل القلفاط ودقة داخل الرأس لمسافة تساوى من ثلث إلى نصف عمق الرأس .

يلف ذيل الماسورة بحبل مكسى بالطين لسد فتحة اللحام عند شفة الرأس مع ترك فتحة بأعلى الرأس لصب الرصاص المنصهر منها .

يصب الرصاص النظيف حتى يمتلىء فراغ اللحام تماما . ويزال حبل الطين ثم يدق الرصاص بعد الصب حتى تستقر تماما ، ثم يتم تسوية سطحه مع نهاية رأس الماسورة .

٢- الاختبارات الحقلية :

يجرى أختبار ضغط الماء على خطوط مواسير المياه والصرف الصحى بمشتملاتها بهدف الاطمئنان إلى سلامة التركيب لهذه الخطوط وعدم ظهور تسرب بها وذلك قبل تشغيلها كما يجرى اختبار عدم نفاذية المياه بالمطابق وذلك على الوجه الآتي :

٢-١ مواسير مياه الشرب والصرف الصحى ذات الضغوط :

- يتم المرور على مسار الخط المراد أختباره والذى لايزيد طوله على ٥٠٠ متر وفى الحالات الضرورية ١٠٠٠ متر كحد أقصى أو بأطوال محددة بين غرفتى الصمامات.

- يتم تركيب مصدات الاختبار فى أول ونهاية الجزء المطلوب اختباره .

- يلزم تركيب محبس لتصريف الهواء فى أعلى نقطة فى الخط قبل البدء فى تعريض الخط لضغوط الاختبار .

يلزم أن تكون جميع المصدات الخرسانية الموجودة بمسار الخط قد تم صبها قبل الاختبار بفترة كافية لضمان تصلدها .

يتم الردم في جزء حول المواسير حتى لا تتحرك من مكانها اثناء الاختبار .

يتم فتح محابس تصريف الهواء ثم يبدأ فى ملء الخط بالمياه النظيفة بدون ضغط

٤-١ تركيب المواسير الزهر الرمادى شكل رقم (٤-٧) :

- تلحم المواسير الزهر بوضع ذيل الماسورة داخل الرأس الأخرى .

- تضبط المحاور بوضع حبل القلفاط ودقة داخل الرأس لمسافة تساوى من ثلث إلى نصف عمق الرأس .

يلف ذيل الماسورة بحبل مكسى بالطين لسد فتحة اللحام عند شفة الرأس مع ترك فتحة بأعلى الرأس لصب الرصاص المنصهر منها .

يصب الرصاص النظيف حتى يمتلىء فراغ اللحام تماما . ويزال حبل الطين ثم يدق الرصاص بعد الصب حتى تستقر تماما ، ثم يتم تسوية سطحه مع نهاية رأس الماسورة .

٢- الاختبارات الحقلية :

يجرى أختبار ضغط الماء على خطوط مواسير المياه والصرف الصحى بمشتملاتها بهدف الاطمئنان إلى سلامة التركيب لهذه الخطوط وعدم ظهور تسرب بها وذلك قبل تشغيلها كما يجرى اختبار عدم نفاذية المياه بالمطابق وذلك على الوجه الآتي :

٢-١ مواسير مياه الشرب والصرف الصحى ذات الضغوط :

- يتم المرور على مسار الخط المراد أختباره والذى لايزيد طوله على ٥٠٠ متر وفى الحالات الضرورية ١٠٠٠ متر كحد أقصى أو بأطوال محددة بين غرفتى الصمامات.

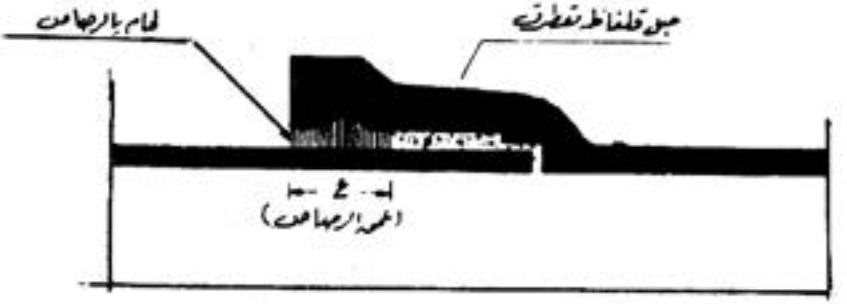
- يتم تركيب مصدات الاختبار فى أول ونهاية الجزء المطلوب اختباره .

- يلزم تركيب محبس لتصريف الهواء فى أعلى نقطة فى الخط قبل البدء فى تعريض الخط لضغوط الاختبار .

يلزم أن تكون جميع المصدات الخرسانية الموجودة بمسار الخط قد تم صبها قبل الاختبار بفترة كافية لضمان تصلدها .

يتم الردم في جزء حول المواسير حتى لا تتحرك من مكانها اثناء الاختبار .

يتم فتح محابس تصريف الهواء ثم يبدأ فى ملء الخط بالمياه النظيفة بدون ضغط



شكل رقم (٤-٧) لحام مواسير الزهر الرمادى

جدول اعماق الرصاص فى مواسير الزهر الرمادى

قطر المواسير (م)	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠	٣٠٠	٣٥٠	٤٠٠	٤٥٠	٥٠٠	٥٥٠	٦٠٠
عمود الرصاص (ع آ)	٥	٦	٦	٦	٧	٧	٧	٧	٨	٨

بمعدل مناسب يعادل معدل خروج الهواء لحين التأكد من تمام خروج الهواء وذلك بتدفق المياه من محابس تصريف الهواء ثم تقفل هذه المحابس .

- بعد ضمان ملء الخط بالمياه وضمان خروج الهواء يتم المرور على مسار الخط وملاحظة جميع توصيلات المواسير (الرؤوس - الفلانشات - الجيبولتات) المكشوفة والتأكد من عدم تسرب المياه منها .

- يستكمل ملء الجزء المراد إختباره لاستعواض ما يظهر من رشح أو تسرب أو تعريق من المواسير ووصلاتها وذلك بعد التخلص من الهواء الذى يكون قد تجمع بالخط ثم يتم توصيل طلمبة الاختبار اللازمة مع تركيب مانومتر معاير لقياس الضغط المائى .

- يتم ضغط المياه في الخط تدريجيا من اوطي منسوب إلي أعلي منسوب إن امكن ذلك حتي يصل إلي ١ر٥ ضغط التشغيل للخط طبقا للتصميم .

- يستمر الضغط المائى محافظا عليه بقيمته القصوى فى الخط وبعد ثباته يستمر الضغط لمدة لاتقل عن ٣٠ دقيقة لجميع أنواع المواسير ويجب ألا يظهر رشح أو تسرب خلال هذه المدة .

-إذا لوحظ تسرب مياه من أى وصلة أو حدث انخفاض فى الضغط أكثر من المسموح به يلزم الكشف عن اسباب العيوب فى الخط ومعالجتها ثم يتم إعادة الاختبار مرة أخرى حتى ينجح الاختبار وتسجل هذه النتيجة .

- بعد نجاح اختبارات الخط تجرى أعمال الوقاية الخارجية لرؤوس المواسير والقطع الخاصة والمحابس .

- وفى حالة المواسير البولستر المسلح بألياف الزجاج (GRP) يجب قياس الانبعاج بعد التركيب بالموقع وبعد انتهاء الردم الكلى على المواسير وقيمة هذا الانبعاج الابتدائى يجب أن لاتزيد عن القيمة المسموح بها وهى ٥٪ من القطر الداخلى للماسورة علما بأن هذا الاختبار يجب إجراؤه بجانب الإختبار الهيدروليكى أيضا .

٢-٢ اختبارات مواسير الاتحدار :

٢-٢-١ المواسير الفخار ذات الوصلة الاسمنتية (Rigid Joint)

أ- يجرى أختبار المواسير الفخار ذات الوصلة الاسمنتية لكل فرعه بين مطبقين وذلك بملء الفرعة بالماء النظيف عن طريق تركيب قمع بقطر علوى يساوى قطر الماسورة المراد اختبارها يثبت عن طريق ماسورة وكوع فى النهاية العليا للفرعه وبأرتفاع متر واحد فوق الراسم العلوى للماسورة مع ضرورة عمل منفذ (نفس) لخروج الهواء كما هو موضح بالشكل رقم (٤-٨) .

ب - يتم تركيب سدادات قرصية (طبّات) فى النهاية السفلى للفرعه ثم يشاهد منسوب المياه فى القمع خلال مدة ١٥ دقيقة ولا يجوز أن ينخفض منسوب الماء بالقمع بما يزيد على ١ : ١٠٠٠٠ من طول الفرعه الجارى إختبارها خلال المدة الموضحة بعاليه .

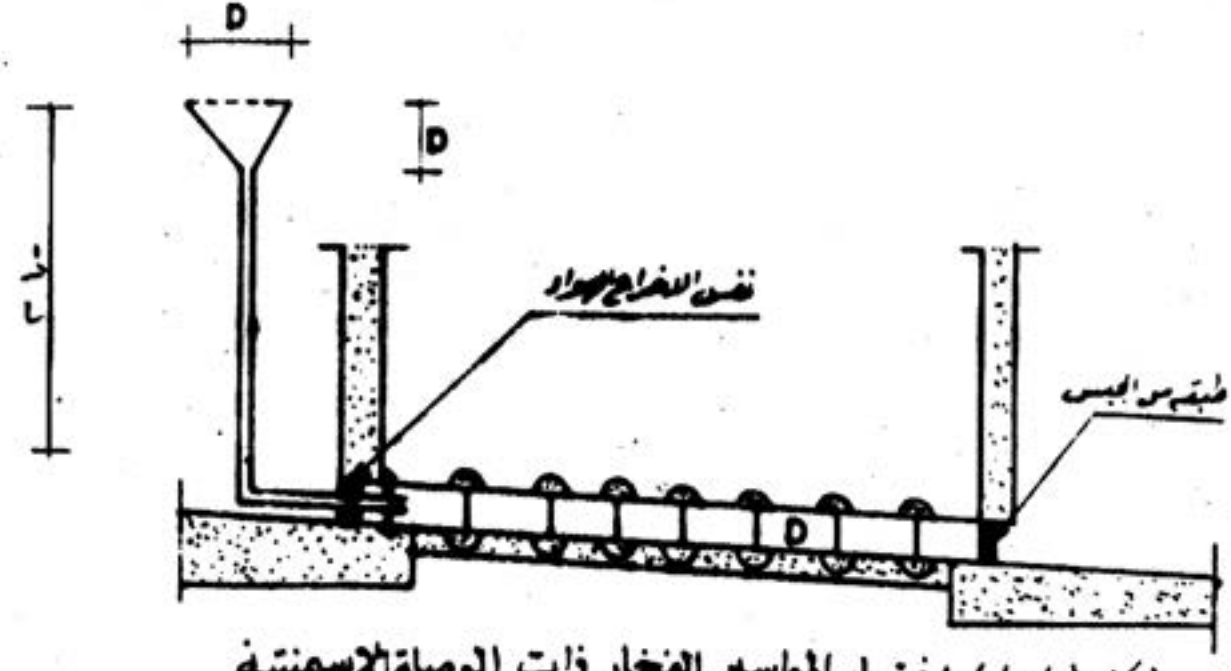
٢-٢-٢ المواسير ذات الوصلة المرنة : - (Flexible Joint)

أ- يجرى إختبار المواسير ذات الوصلة المرنة لكل فرعه بين مطبقين وذلك بملء الفرعه بالماء النظيف عن طريق تركيب قمع بقطر علوى يساوى قطر الماسورة المراد اختبارها يثبت عن طريق ماسورة وكوع فى النهاية العليا للفرعه بأرتفاع ٥ متر فوق الراسم العلوى للماسورة مع ضرورة عمل منفذ (نفس) لخروج الهواء كما هو موضح بالشكل رقم (٤-٩) وذلك للأعماق الكبيرة .

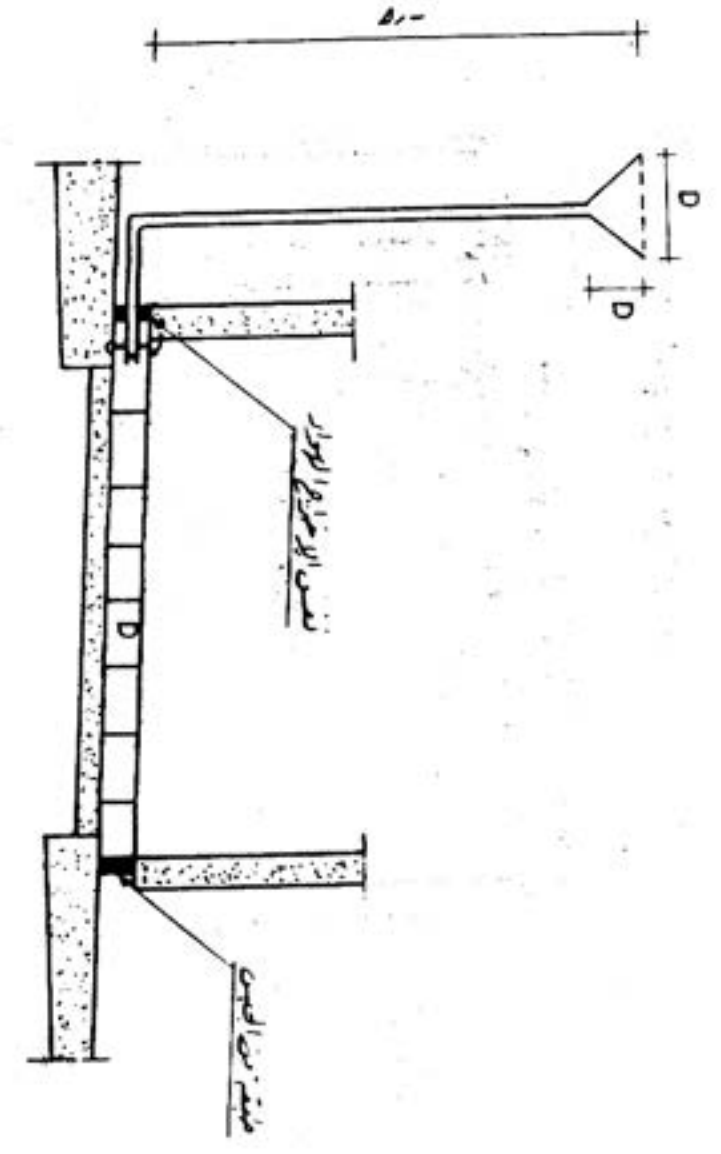
- أما فى حالة الأعماق الصغيرة فيمكن استخدام طلمبة نقالى لتحقيق ضغط داخلى مقداره نصف جوى وقياسه بإستخدام مانومتر .

ب - يتم تركيب سدادات قرصية «طبّات» في النهاية السفلي للفرعة ثم يشاهد منسوب المياه في القمع خلال مدة ١٥ دقيقة ولا يجوز أن ينخفض منسوب الماء بالقمع بما يزيد علي ١: ٢٠٠٠٠ من طول الفرعة الجارى اختبارها خلال المدة الموضحة بعاليه:

- فى حالة نقصان المياه بالقمع أثناء فترة الاختبار فى كلتا الحالتين يتم الكشف على مسار الفرعة للتأكد من سلامة بدن الماسورة والكشف عن تسرب المياه بالوصلات ثم يتم معالجتها بإصلاح هذه الوصلات أو تغيير المواسير المعيبة ثم يعاد إجراء الاختبار مرة أخرى للتأكد من نجاحها .



شكل (٤-٨): اختبار المواسير الفخار ذات الوصلة الاسمنتية



شكل (٤-٩) : اختبار المواسير ذات الوصلة المرنة
(في الاعماق الكبيرة)

أما فى حالة إختبار المواسير ذات الأقطار أكبر من ٩ مم فيمكن استخدام المانومتر لقياس الضغط المائى

٣ أعمال الردم :

بعد نجاح اختبارات الضغط المائى على مسار الخط يبدأ فى أعمال الردم والتى يجب أن تتم على النحو التالى

- يتم اختيار مواد الردم من ناتج الحفر ويجب أن تكون جافة وذات تدرج حبيبى مناسب وخالية من الحجارة وكسر الاسفلت وجذوع الاشجار والاخشاب وخالية من الاملاح والمواد الضارة .

- إذا تبين من تقرير التربة أن نوعية التربة غير صالحة لاستعمالها للردم فيتم توريد مواد ردم من خارج الموقع وعلى أن تكون مختبرة طبيعيا وكيميائيا بحيث تكون صالحة للردم.

- يتم الردم على طبقات بحيث لا يزيد سمك كل طبقة على ٣٠ سم مع الرش بالماء والدمك جيدا حول المواسير بالمندالة الخشبية أو بالدمك الميكانيكى وذلك لجميع أنواع المواسير.

- يتم إعادة الحالة إلى ما كانت عليه قبل التنفيذ .

- أما فى حالة وجود مياه جوفية بخندق الحفر فيجب أن تردم المواسير البولستر المسلح بألياف الزجاج (GRP) وكذلك المواسير البلاستيك (PVC) مباشرة بعد تركيبها بإرتفاع لايقل عن ٣٠ سم من الراسم العلوى للماسورة بالرمل الخرش وذلك حفاظا على جسم الماسورة . وفى حالة ما إذا كان الخندق به مياه أرضية فيجب ردم الماسورة بإرتفاع لايقل عن قطر الماسورة بنفس المواد السابقة وذلك قبل إيقاف سحب المياه من الخندق حفاظا على الماسورة من الطفو

الفصل الخامس

غسيل وتعقيم خطوط مياه الشرب

١- الغسيل :

- بعد انتهاء التركيب والاختبارات والردم الكامل طبقا لما ورد في البنود السابقة يتم البدء في أعمال الغسيل بغلق جميع وصلات الفروع ووصلات الخدمة وحنفيات الحريق ويتم فتح جميع المحابس الموجودة علي مسار الخط كما يفتح محبس تصريف مياه الغسيل إلي اقرب مجري مائي أو مجاري عمومية .

يتم الغسيل بمياه مستمرة ذات ضغط مناسب حتي يتم الاطمئنان إلي إزالة جميع الشوائب والرواسب التي قد تكون موجودة بداخل الخط أثناء الانشاء .

٢- التعقيم :

- بعد انتهاء الغسيل يتم قفل محابس الغسيل ومصدر المياه وضمان ملء الشبكة المطلوب تعقيمها بالمياه النقية المعقمة التي يصل محتوي الكلور بها إلي ١٠ اجزاء في المليون عند نقطة الحقن التي تكون في أوطي نقطة من الخط كلما أمكن ذلك .

- يتم حجز المياه المكلوره في الشبكة لمدة ٢٤ ساعة كاملة بعد التأكد من وصول الكلور إلي أطراف الشبكة .

- تقوم المعامل المختصة بأخذ عينات من المياه المحجوزة بالشبكة بعد هذه الفترة وإجراء التحليل اللازم لمعرفة كمية الكلور المتبقي بالشبكة والتي يجب أن لا تقل عن جزء واحد في المليون وإذا قلت عن ذلك تعاد عملية التعقيم مرة أخري .

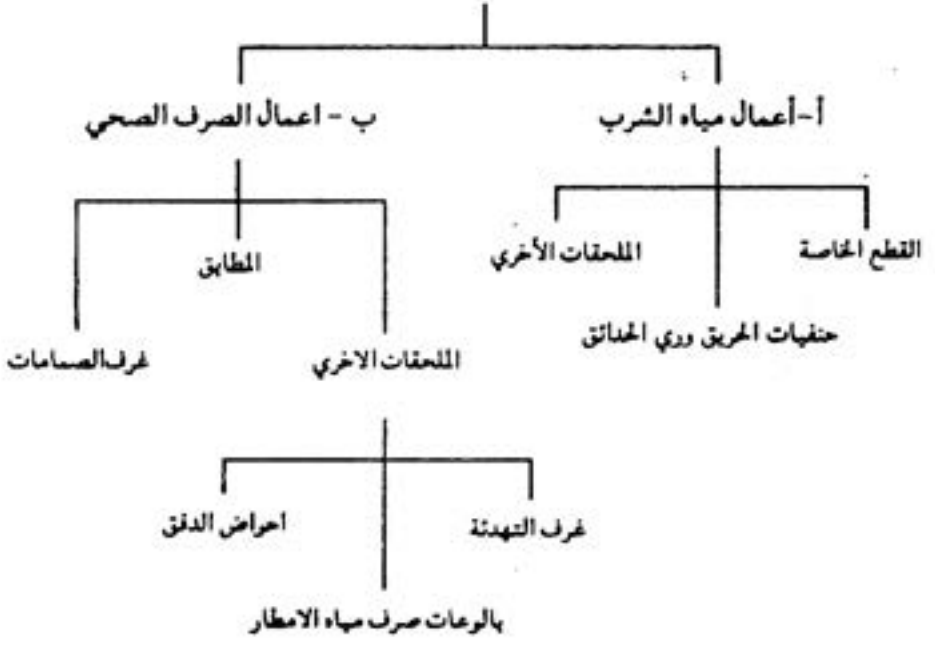
- بعد أن يقرر مسئولي المعمل بأن الخط أو الشبكة تم تعقيمها وذلك بتواجد الكلور المتبقي بالحدود المسموح بها يتم تصفية الشبكة من ماء التعقيم المحجوز بها ويتم

غسيلها مرة أخري بالمياه النظيفة حتي يتم التأكد من نظافتها بقياس كمية الكلور المتبقي في مياه الغسيل الخارجة والتي لزم أن تكون مماثلة لتركيز الكلور بالشبكة .

- يتم إدخال الشبكة بعد ذلك في الخدمة .

الفصل السادس

شروط تنفيذ الملحقات علي خطوط المواسير



(أ) أعمال مياه الشرب

وتشمل ما يتعلق بالقطع الخاصة وحنفيات الحريق وري الحدائق والملحقات الأخري

تركيب القطع الخاصة :

- وتشمل ما يتعلق بالتبه (المشترك) والكوع وقطعة الاتصال (البرده) والمسلوب والنهاية والطاقية .

- يجب التأكد من نظافة القطع الخاصة قبل تركيب الحلقات المطاطية مع إستخدام السوائل

الزلقة في دهان أطرافها مع عدم استخدام الشحوم في الدهان حتي لاتؤدي إلي تآكل الحلقات المطاطية .

- يجب مراعاة إستخدام جوانات بسمك لايقل عن ٣ مم وذلك حسب الضغط المستخدم بالخط .

- يجب إستخدام المسامير والصواميل والورد بالقطر المناسب والعدد المناسب في تربيط القطع ببعضها بشرط أن تتماثل الفلنشتين تماما من حيث القطر وقطر دائرة الثقوب وعدد الثقوب وقطرها وتوزيعها وان تكون الفلنشتين عموديتان علي مسار المواسير.

- يجب استخدام الحلقات المطاطية أو صب الرصاص عند تجميع الوصلات ببعضها .

- يتم ربط القطع الخاصة وتنزيلها بالونش تدريجيا ومطابقتها علي رأس وذيل الماسورة السابق تركيبها مع استخدام الزراجين ومفتاح العزم والعقلة الحديدية لضبط وإحكام التركيب كما هو وارد في تركيب المواسير .

- يلزم التأكد من استقرار الحلقة المطاطية في مكانها بعد التركيب طبقا لعلامة المصنع ، وأن تكون عمودية علي الخط خوفا من أن يكون حدث لها اجهاد أو التواء أو انحراف عن مكانها .

- في حالة القطع ذات الفلنشات يتم تقفيل الفلنشتين معا وبينهما الحلقة المطاطية بالسمك المناسب بالمسامير والصواميل والورد بحيث يتم الربط تدريجيا وتبادليا علي الصامولتين ويفضل الابتداء بالصامولة السفلي (رباط صليبى) .

حنفيات الحريق وري الحدائق :

وتشمل حنفية الحريق الافقية والرأسية .

- يجب التأكد من أن توضع حنفية الحريق المراد انشاؤها في مكان يمكن الوصول إليه بسهولة وعند ملتقي الشوارع وبالقرب من بالوعة صرف مياه الامطار أو مطبق صرف صحي .

- يجب التأكد من أن الموقع بعيدا عن الأشجار واعمدة الانارة والأسوار ولافتات

الإعلانات وعلامات واشارات المرور ومحطات الاتوبيس أو أي عائق يعوق استخدامها بسهولة.

- ضرورة إحكام ربط حنفية الحريق مع كوع رجل البطه وانشاء سياج واق في حاله الحنفية الرأسية أو الغرف في حالة الحنفية الافقية .

- تركب حنفيات رى الحدائق على شبكات التوزيع بقطر ١ بوصة أو ١.٥ بوصة (٢٥ أو ٣٨ مم) وتمتد داخل حدود الحدائق ..

الملحقات الاخري :

وتشمل المحابس السكينة والفراشة والهواء والغسيل والصرف وتخفيض الضغط وعدم الرجوع ومأخذ الوصلات المنزلية .

- يتم تركيب المحابس بنفس طريقة القطع الخاصة ذات نوعية الاطراف المماثلة مع مراعاة أن يتم تركيب المحابس رأسيا مع تركيب قطعة اتصال بوش ورأس بحيث تقابل الرأس اتجاه مسار المياه ويركب من الجانب الآخر للمحبس وصلة ميكانيكية لسهولة امتصاص الضغوط وسهولة تغيير المحبس في المستقبل .

- بعد تركيب هذه الوصلة يتم تركيب قطعة اتصال بوش وذيل للربط مع الخط

- يتم تركيب قطعة اتصال بوشين أو بوش وذيل لتركيب فرعة الغسيل إن وجدت .

ب - اعمال الصرف الصحي

وتشمل ما يتعلق بالمطابق وغرف الصمامات والملحقات الاخري .

١- المطابق :

١-١ الحفر والاساسات للمطابق :-

بعد تحديد مسار الخط يتم تعيين مواقع المطابق طبقا للرسومات التنفيذية .

يتم تحديد الأبعاد الخارجية لأساسات المطبق المراد انشاؤه

- يجب سند جوانب الحفر في حالة التربة المفككة والشوارع الضيقة المحددة بأبنية وبالأبعاد التي تسمح بازالة الشدة بعد التنفيذ .

- تتم أعمال الحفر للأساسات بالعمق المطلوب لصب خرسانة الاساس بكامل أبعادها المبينة بالرسومات التنفيذية .

١- ٢ - إنشاء المطابق :

- يجب معرفة ارتفاع المطبق الدائري بعد صب خرسانة الأساس لتحديد الإرتفاع المتغير للجزء الرأسي (العدل) والجزء الثابت (المائل والرقبة والغطاء الزهر) قبل صب حوائط المطبق . أما في حالة تنفيذ المطابق المربعة فلا يلزم معرفة الإرتفاع المتغير لعدم وجود جزء مائل به .

- يتم صب خرسانة الحوائط باستعمال الفرم الحديدية للمطابق ويجوز استخدام الشدات الخشبية في حالة المطابق المربعة وتكون أعمال صب الخرسانة علي مراحل (حطات) . وعلي أن ينفذ الجانب الرأسي (العدل) مع اتجاه خروج المياه للمطابق الدائرية ويجب مراعاة عمل ثقوب (شنايش) لتثبيت درجات السلم .

- يلزم ترك الفرم أو الشدات الخشبية بعد صب سانة لمدة لاتقل عن ٢٤ ساعة .

١-٣- إختبار المطابق :

- يتم إختبار المطابق وذلك بسد فتحات المواسير بسدادات قرصية (طبات) ثم يتم ملء المطابق بالماء علي مراحل مع ملاحظة تغير المنسوب خلال ٢٤ ساعة ويلزم التأكد من ثبات المنسوب خلال هذه الفترة .

- ويجوز إجراء اختبار نفاذية المطبق للمياه من الخارج فى حالة وجود مياه رشح تعلو بمقدار لايقل عن ٣٠ سم فوق الراسم العلوي لأعلي ماسورة متصلة بالمطبق وذلك بعد إقلم الردم وترك مياه الشرح للعودة إلي منسوبها الطبيعي ومراقبة سطح المطبق من الداخل ولا يسمح في هذه الحالة بحدوث أي تسرب للمياه داخل المطبق .

٢- غرف الصمامات :

٢-١- الحفر والأساسات :

- بعد تحديد مسار الخط يتم تعيين مواقع غرف الصمامات طبقا للرسومات التنفيذية .

- يتم تحديد الأبعاد الخارجية لأساسات الغرف المراد انشاؤها .

- يجب سند جوانب الحفر في حالة التربة المفككة أو الشوارع الضيقة وبالأبعاد التي تسمح بازالة الشدة بعد التنفيذ .

- تتم أعمال الحفر للأساسات بالعمق المطلوب لصب خرسانة الأساس بكامل ابعادها المبينة بالرسومات التنفيذية .

٢-٢- إنشاء الغرف : -

- يتم صب خرسانة الأرضية والحوائط سواء كانت عادية أو مسلحة وذلك باستعمال الشدات علي أن توضع وصلة الحائط (Puddle Piece) في مكانها قبل صب خرسانة الحوائط وعلي أن تكون خرسانة الغرف غير منفذة للمياه ثم يلي ذلك صب الخرسانة المسلحة لسقف الغرفة - مع مراعاة عمل الفتحات اللازمة طبقا للرسومات التنفيذية . ويراعي تثبيت درجات السلم وحلق الغطاء الزهر .

٣- الملحقات الأخري :

٣-١- غرفة التهدئة :

- يتم تحديد الابعاد الخارجية لاساسات الغرفة المراد انشاؤها .

- يتم الحفر للغرفة بسند جوانبه بالشدات وذلك في حالة التربة المفككة أو الشوارع الضيقة المحددة بابنية .

- يتم صب خرسانة الأساسات والحوائط سواء كانت عادية أو مسلحة وذلك باستخدام الشدات علي أن يتم مراعاة تركيب ماسورتي الدخول والخروج في مكانهما قبل صب خرسانة الحوائط وأن تكون خرسانة الغرفة غير منفذة للماء .

- يلي ذلك صب الخرسانة المسلحة لسقف الغرفة مع مراعاة عمل الفتحات اللازمة طبقا للرسومات التنفيذية .

- يراعي تثبيت درجات السلم وإطار الغطاء الزهر في أماكنها قبل صب الخرسانة .

- يلي ذلك صب خرسانة الميول .

- يراعي تركيب كوع من الزهر علي الماسورة الصاعدة طبقا للرسومات التنفيذية وذلك بعد الإنتهاء من صب الحوائط .

٣-٢ بالوعات صرف مياه الأمطار :

- يتم تحديد الأبعاد الخارجية لأساس البالوعة المراد إنشاؤها والتي يجب أن تكون بجوار بردورة الرصيف الموضح بالملحق رقم (٣) الخاص بالقطاعات التي توضح الأعمال للمرافق العامة بالنسبة للشوارع المختلفة .

- تتم أعمال الحفر وصب الخرسانة العادية للأساس والحوائط باستخدام الفرم الحديدية ، مع مراعاة أن يكون قاع البالوعة أقل بمقدار ٦٠ سم عن ماسورة الخروج .

- يتم تركيب كوع زهر أو مشترك بنفس قطر ماسورة الخروج .

- يتم بياض البالوعة من الداخل بمونة الأسمنت والرمل علي أن تكون غير منفذة للماء .

- يركب علي البالوعات غطاء شبكي مفرد أو مزدوج (مصبعات من الحديد الزهر وغطاء مصمت) بحيث يكون منسوب سطحه العلوي مساويا لمنسوب السطح النهائي للطريق، وعلي أن يراعي عند تركيبه أن يفتح لأعلي ناحية البردورة لتيسير حركة مرور السيارات.

٣-٣ أحواض الدفق :

- يجب أن يراعي قبل البدء في تنفيذ حوض الدفق وجود مصدر تغذية للمياه قريبا منه.

- تتم تحديد الأبعاد الخارجية لأساسات الحوض طبقا للرسومات التنفيذية .

- تتم أعمال الحفر وصب أرضية وحوائط الحوض من الخرسانة العادية والمسلحة باستخدام الشدات الخشبية .

- يتم تركيب محبس علي ماسورة التغذية للحصول منه علي التصرف اللازم لملء الحوض .

- يتم تركيب سيفون مغطي بناقوس بقطر مساو لقطر الماسورة الخارجة أو تركيب صمام عوامة يعمل اوتوماتيكيا وذلك طبقا للرسومات التنفيذية .

- يتم تركيب ماسورة صرف الفائض بحوض الدفق بارتفاع لايقل عن ١٠ سم فوق منسوب دخول مصدرالمياه بالحوض .

- يلي ذلك صب الخرسانة المسلحة لسقف الحوض مع مراعاة عمل الفتحات اللازمة طبقا للرسومات التنفيذية .

- يتم تركيب ماسورة تهوية علي المطبق المراد دفع المياه به لطرد الهواء الفجائى الذي يخرج عند دخول المياه للمطبق .

مثال رقم (١)

مطلوب حساب التصرف والتصميم الهيدروليكى لخط مواسير ناقل لمياه الشرب لمدينة جديدة تعدادها الحالى ٥٠٠ر٠٠ نسمة والخط يخدم فترة زمنية مقدارها ٣٠ سنة من المتوقع أن تكون بالمدينة أنشطة صناعية وتجارية.

أولا : حساب عدد السكان الذين يخدمهم الخط مستقبلا :

تطبق المعادلة الهندسية لحساب عدد السكان فى المستقبل حيث أن المدينة بها أنشطة تجارية وصناعية .

: تقدير عدد السكان فى المستقبل : -

(٢) $$\ln P_n = \ln P_1 + K_g \ (t_n - t_1)$$

$$\ln P_n = \ln (500,000) + 30 \times 2.7/100$$

$$\therefore P_n = 1,123,954$$

$$\therefore P_n = 1,124,000$$

وطبقا لتعداد الجهاز المركزى للتعبئة والاحصاء لسنة ١٩٨٦ . يؤخذ معدل الزيادة فى السكان ٢٫٧٪ .

ويؤخذ معدل الزيادة السنوية فى السكان ٢ - ٣٪ فى حالة عدم وجود احصائيات لعدد السكان .

ثانيا : - تعيين معدل الزيادة فى الاستهلاك مستقبلا

١ فى حالة قياس الاستهلاكات بعدادات :

(٤) $$\%\ \text{increase in consumption} = \{(P_n/P_1)^{0.11} - 1\} \times 100$$

$$\%\ \text{increase. in cons.} = \{(1124000/500000)^{0.11} - 1\} \times 100 = 10$$

٢- فى حالة عدم وجود عدادات

(٥) % increase in consumption = $\{(P_n / P_1)^{0.125} - 1\} \times 100$

% increase. in cons. = $\{(1124000 / 500000)^{0.125} - 1\} \times 100 = 9$

٣- بأستخدام المعادلة الافتراضية الآتية :

النسبة المئوية لمعدل الزيادة فى الاستهلاك = ١ر٠ من النسبة المئوية لمعدل الزيادة فى السكان

(٦) % increase. in cons. = $\{[1+(2.7 / 1000)]^{30} - 1\} \times 100 = 8.4$

أى معدل الزيادة حوالى ٨ر٤٪

وبالتالى نستنتج الآتى :

١- فى حالة قياس الاستهلاكات بعدادات يكون معدل الزيادة ٩٪

٢- فى حالة عدم قياس الاستهلاكات بعدادات يكون معدل الزيادة ١٠٪

٣- بأستخدام المعادلة الافتراضية يكون معدل الزيادة ٨٪

وبالتالى فمن السهولة استخدام المعادلة الافتراضية .

- متوسط الاستهلاك اليومى (average consumption) لمدينة جديدة حاليا:

جدول رقم (٢/١)

average consumption at present = 300 l/c/d

average consumption in future = 300 x 1.084 = 325 l/c/d

ثالثا : التصرفات التصميمية للخط حاليا ومستقبلا

Q_{av} present = (500,000 x 300 l/c/d) / 86400 = 1736 l/s

Q_{av} future = (1,124,000 x 325 l/c/d) / 86400 = 4232 l/s

(٧) $Q_{des} = Q_{max\ daily} + Q_{fire}$ (خطوط ناقلة)

من جدول رقم (١-٥) يعين تصرف الحريق :

$Q_{fire} = 50$ l/s

$Q_{max\ daily}$ (present) = 1.6 x 1736 = 2778 l/s.

$Q_{max\ daily}$ (future) = 1.6 x4232 = 6771 l/s

Q_{des_1} (present) = 2778 + 50 = 2828 l/s.

Q_{des_2} (future) = 6771 + 50 = 6821 l/s.

ملحوظة :

يراعى عند تحديد أقصى تصرفات يومية أن يؤخذ فى الاعتبار التغيير فى الاستهلاك بين فصلى الصيف والشتاء .

رابعا : التصميم الهيدروليكى لخط المواسير (تعيين قطر الخط ، الميل الهيدروليكى ، السرعة)

التصرف الحالى : $Q_{des_1} = 2828$ l/s

بفرض السرعة : $V = 1.0$ m/s

$Q = A \times V = (\pi D^2/4) \times 1.0 = 2.828\ m^3/s.$

$\therefore D = 1900$ mm

choose D = 1800 mm.

تطبق معادلة كول بروك لتعيين السرعة والميل الهيدروليكى لخط المواسير بفرض أن خط المواسير من المواسير الخرسانية سابقة الاجهاد لها طبقة وقاية داخلية من الخرسانة .

من الجدول رقم (٢-٢) يعين K_s :

من منحنيات التصميم الهيدروليكى ملحق رقم (٢) (حالة $K_s = 0.03$ mm)

S (hydraulic gradient) = 0.04 %

V (velocity) = 1.13 m/s. < 1.5 m/s (safe)

فى حالة تطبيق معادلة كول بروك بدون استخدام المنحنيات : -

$$V = -2\sqrt{2gDS}\ \log\{(K_s/3.71\ D) + (2.51\ \upsilon/D\sqrt{2gDS})\}$$

يعين الآتى :

من جدول رقم (٢-١)

$$\upsilon\ (\text{Kinematic Viscosity}) = 1.148 \times 10^{-6}\ m^2/sec$$

يفترض الآتى : -

$$g = 9.81\ m/s^2 \qquad S = 0.001$$

$$V = -2\sqrt{2 \times 9.81 \times 1.8 \times 0.001} \times \log\{|(0.03 \times 10^{-3})/(3.71 \times 1.8)| + |(2.51 \times 1.148 \times 10^{-6})/(1.8\sqrt{2 \times 9.81 \times 1.8 \times 0.001})|\}$$

$$= 1.84\ m/s.$$

يكرر الافتراض ويتم تغيير قيمة (S) كما يلى بالجدول التالى :

V (m/s)	S (mm/m)
1.84	0.001
1.52	0.0007
1.27	0.0005
1.13	0.0004

التصرف المستقبلى Q_{des_2} (future) = 6821 l/s.

ينفذ خط آخر قطر ١٨٠٠ مم ليفى بالاحتياجات فى المستقبل :

$$Q_{des} = 6821 / 2 = 3410.5\ l/s$$

$$= 3.4105\ m^3/s.$$

$$V = Q/A = 3.4105 / (\pi D^2/4) = 3.4105 / (\pi \times 1.8^2/4)$$
$$= 1.34 \text{ m/s.}$$

تطبق معادلة كول بروك لتعيين السرعة والميل الهيدروليكى لخط المواسير بفرض أن خط المواسير من المواسير الخرسانية سابقة الاجهاد ولها طبقة وقاية داخلية من الخرسانة.

من جدول رقم (٢-٢) الملحق الثانى يعين K_s

من منحنيات التصميم الهيدروليكى ملحق رقم (٢) (حالة $K_s = 0.03$ mm)

S (hydraulic gradient) = 0.06 %

V (velocity) = 1.40 m/s. < 1.5 m/s (safe)

فى حالة تطبيق معادلة كول بروك بدون استخدام منحنيات :

$$V = -2\sqrt{2gDS}\ \log\{(K_s/3.71\ D) + (2.51\ u/D\sqrt{2gDS})\}$$

يعين الاتى : -

من جدول رقم (٢-١)

υ (Kinematic Viscosity) $= 1.148 \times 10^{-6}$ m^2 / sec

يفترض الآتى :

$g = 9.81$ m/s^2 $\quad S = 0.001$

$$V = -2\sqrt{2 \times 9.81 \times 1.8 \times 0.001} \times \log\{[(0.03 \times 10^{-3})/(3.71 \times 1.8)] + [(2.51 \times 1.148 \times 10^{-6})/(1.8\sqrt{2 \times 9.81 \times 1.8 \times 0.001})]\}$$

$$= 1.84 \text{ m/s.}$$

ويكرر الافتراض ويتم تغيير قيمة (S) كما بلى بالجدول التالى :

V (m/s)	S (mm/m)
1.84	0.001
1.52	0.0007
1.40	0.0006

ينفذ خط بقطر ١٨٠٠ مم يحمل التصرف الحالى ومقداره ٢٫٨٢٨ م٣/ث وتكون السرعة ١٫١٣ م/ث والميل الهيدروليكى ٠٫٠٠٤ ٪ ثم ينشأ خط أخر مواز له بقطر ١٨٠٠ مم ليحمل التصرف فى المستقبل ومقداره ٣٫٤١٠٤ م٣/ث وتكون السرعة ١٫٤ م٣/ث والميل الهيدروليكى ٠٫٠٦ ٪

خامسا:- التصميم الهيدروليكى لخط المواسير بأستخدام معادلة هازن ويليامز

$$V = 0.355\ C\ D^{0.63}\ (H/L)^{0.54}$$

يفترض السرعة : $V \triangleq 1.0$ m/s

$$Q = A \times V = (D^2/4) \times 1.0 = 2.828\ m^3/s$$

$$\therefore D = 1900\ mm$$

choose $D = 1800$ mm.

$$\therefore V = 1.13\ m/s$$

بتطبيق معادلة هازن ويليامز : -

ويعين قيمة C = 145 للمواسير الخرسانية

من الجدول رقم (٢-٤)

ويفرض السرعة $V = 1.13$ m/s.

$$\therefore 1.13 = 0.355 \times 145 \times 1.8^{0.63}\ (H/L)^{0.54}$$

$$\therefore H = 0.04\%$$

وهى تساوى الفاقد عند تطبيق معادلة كول بروك

حالة التصميم فى المستقبل : -

ينفذ خط أخر بقطر ١٨٠٠ مم ليفى بالاحتياجات المستقبلية :

$Q_{des} = 6821 / 2 = 3.4105\ m^3/s.$

$V = Q/A = 3.4105 / (\pi D^2/4) = 3.4105/(\pi \times 1.8^2/4)$

$= 1.34\ m/s.$

بتطبيق معادلة هازن ويليامز :

تعين قيمة $C = 145$ للمواسير الخرسانية جدول رقم (٢-٤)

ويفرض السرعة $V = 1.34\ m/s$

$\therefore 1.34 = 0.355 \times 145 \times 1.8^{0.63} (H/L)^{0.54}$

$\therefore H = 0.06\%$

وهو يساوى الفاقد عند تطبيق معادلة كول بروك

مثال رقم (٢)

مطلوب حساب التصرف التصميمى ثم التصميم الهيدروليكى لمجمع مياه صرف صحى يخدم مدينة تعدادها الحالى ٥٠٠ر٠٠٠ نسمة والخط يخدم فترة زمنية مقدارها ٣٠ سنة . ومن المتوقع أن تكون بالمدينة انشطة صناعية وتجارية .

من المثال رقم (١)

$Q_{av.\ cons.}$ (present) = 1736 l/s.

$Q_{av.\ cons}$ (future) = 4232 l/s.

$Q_{av.\ sewage}$ (present) = $0.8 \times Q_{av.\ cons}$

$= 0.8 \times 1736 = 1389$ l/s.

$Q_{des} = 6821 / 2 = 3.4105\ m^3/s.$

$V = Q/A = 3.4105 / (\pi D^2/4) = 3.4105/(\pi \times 1.8^2/4)$

$= 1.34\ m/s.$

بتطبيق معادلة هازن ويليامز :

تعين قيمة $C = 145$ للمواسير الخرسانية جدول رقم (٢-٤)

ويفرض السرعة $V = 1.34\ m/s$

$\therefore 1.34 = 0.355 \times 145 \times 1.8^{0.63} (H/L)^{0.54}$

$\therefore H = 0.06\%$

وهو يساوى الفاقد عند تطبيق معادلة كول بروك

مثال رقم (٢)

مطلوب حساب التصرف التصميمى ثم التصميم الهيدروليكى لمجمع مياه صرف صحى يخدم مدينة تعدادها الحالى ٥٠٠ر٠٠٠ نسمة والخط يخدم فترة زمنية مقدارها ٣٠ سنة . ومن المتوقع أن تكون بالمدينة انشطة صناعية وتجارية .

من المثال رقم (١)

$Q_{av.\ cons.}$ (present) = 1736 l/s.

$Q_{av.\ cons}$ (future) = 4232 l/s.

$Q_{av.\ sewage}$ (present) = $0.8 \times Q_{av.\ cons}$

$= 0.8 \times 1736 = 1389$ l/s.

$Q_{min.\ D.W.F.}$ (present) = 0.2 x $(500)^{(1/6)}$ x 1389 = 783 l/s.

$Q_{max.\ D\ W.F.}$ (present) = {1 + 14 /(4+$\sqrt{500}$)} x 1389

= 2127 l/s.

$Q_{min.\ D.W.F.}$ (future) = 0.2 x $(1124)^{(1/6)}$ x 3386 = 2184 l/s.

$Q_{max.\ D.W.F.}$ (future) = {1 + 14 /(4+$\sqrt{1124}$)} x 3386

= 4649 l/s.

تصميم خط مواسير الانحدار :

يوجد ثلاث حالات للتصميم :

الحالة الأولى : - يصمم الخط ولا يؤخذ فى الاعتبار كمية مياه الرشح وكمية مياه الامطار (حالة التصرف الجاف فى تربة لايوجد بها مياه جوفية) .

∴ يفرض ان ثلثى الماسورة مملوء.

منحنيات التصميم الهيدروليكى $Q_{des}/Q_{full} = 0.8$ ∴ $d/D = 2/3$

(منحنى التصرف والسرعة للمواسير غير المملوءة)

∴ Q_{full} = 1.25 x 4649 = 5811.25 l/s

الماسورة خرسانة مسلحة :

من جدول رقم (٢-٢) $K_s = 0.06$ mm

بفرض $Q = A \times V$, $V = 1.5$ m/s.

$5811.25 = (\pi D^2/4) \times 1.5$ (m/s)

بفرض $D = 2500$ mm

من جدول رقم (٢-٢) $K_s = 0.06$ mm

نستنتج الاتى :

$$S = 0.35\ m/100m = 3.5m/1000m$$

منحنى التصرف والسرعة للمواسير غير المملوءة

$$V_f = 1.2\ m/s \quad , \quad V/V_f = 1.12$$

$$\therefore\ V = 1.2 \times 1.12 = 1.344\ m/s < 1.5m/s.$$

حيث :

V_f : السرعة والماسورة مملوءة

الحالة الثانية : -

يصمم الخط ويؤخذ فى الاعتبار كمية مياه الرشح (حالة التصرف الجاف ووجود (Q_{inf}) مياه رشح)

حساب كمية مياه الرشح (Q_{inf}) : -

$$Q_{inf\ (1)} = 95\ (m^3/day / 1km\ of\ pipe\ line) \times 5\ km$$

$$= 475\ m/day = 5.5\ l/s$$

$$Q_{inf\ (2)} = 0.46\ (m^3/day/1\ cm\ of\ diam. / 1km\ of\ pipe\ line) \times 5\ km$$

$$= 0.46 \times 250 \times 1 \times 5 = 6.7\ l/s$$

ويؤخذ الأكبر فى القيمة : - $Q_{inf} = 6.7\ \ l/s$

ويصمم الخط على التصرف الآتى : -

$$Q_{des} = Q_{max.\ D.W.F} + Q_{inf}$$

$$= 4649 + 6.6 = 4654.6\ \ l/s$$

يصمم الخط على كون هذا التصرف تصرف جاف أى يراعى الآتى :

١- أن ثلثى الماسوره مملوء

٢- أن لاتقل السرعة عن ٦ر٠ م/ث

الحالة الثالثة : -

يصمم الخط ويؤخذ فى الاعتبار كمية مياه الامطار ويسمى التصرف فى هذه الحالة التصرف الممطر

$$Q_{des} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf}\ \text{(إن وجدت)} + Q_{rain}$$

حساب كمية مياه الامطار : - أنظر الفصل الأول

$$Q_{rain} = C\ i\ A$$

$$t_c = L/(60V_f) + t_e$$

$$= (5000\ m / 0.75\ m/s) + 180\ sec$$

$$= 114\ minute$$

$$i = 1000/(114 + 20) = 7.46\ mm/hour$$

$$Q_{rain} = 0.8 \times 7.46\ mm/hour \times 200{,}000\ m^2$$

$$= 332\ l/s$$

وذلك بأفتراض الآتى

$C = 0.8$ من جدول رقم (١١-٧)

طول خط المواسير ٥ كم ، عرض الشارع يساوى ٤٠ متر . فتكون المساحة المخدومة مساوية الطول فى العرض .

$$\text{Area served} = 5000 \times 40 = 200{,}000\ m^2$$

$$Q_{des} = Q_{max.\ D.W.F.} + Q_{inf} + Q_{rain}$$

$$= 4649 + 6.7 + 332 = 4987.7\ l/s$$

تصميم الخط فى المستقبل : -

$$Q_{full} = 5811\ l/s$$

$$Q_{des} = 4987.7\ l/s$$

$S = 0.0035$ m/m

$D = 2500$ mm

من منحنيات التصميم الهيدروليكى (ملحق رقم ٢)

$\therefore K_s = 0.06$ mm

$V_{full} = 1.2$ m/s

$Q_{des}/Q_{full} = 4987.7/5811 = 0.86 \quad V/V_f = 1.15$

$V = 1.15 \times 1.2 = 1.38$ m/s < 1.5 m/s (safe)

الحالة الرابعة :

حالة ادنى تصرف جاف .

$Q_{des} = Q_{min.\ D.W.F.}$

$= 783$ l/s

$Q_{min.\ D.W.F.}/Q_{full} = 783 / 5811 = 0.135$

منحنى السرعة والتصرف للمواسير غير المملوءة (ملحق رقم ٢)

$V/V_{full} = 0.70$, $V_{full} = 1.2$ m/s

$\therefore V = 0.7 \times 1.2 = 0.84$ m/s

> 0.6 m/s (safe)

خط مواسير خرسانه مسلحة قطر ٢٥٠٠ مم يفى بالاحتياجات المستقبلية وكذلك بالاحتياجات الحالية ويكون الخط بميل ٠٫٠٠٣٥ م/م

مثال ٣

المطلوب دراسة وتصميم البلوك الخرسانية لكوع درجة انحناءة (θ) ٩٠° مركب على خط مياه قطر داخلى ٢٥٠ مم وضغط اختبار فى الموقع ١ر٥ جوى وعمق محور الخط ١ر٥ متر من سطح الأرض وخواص التربة المحيطة كما يلى:

الكثافة (γ) = ١ر٨ طن / م^3

زاوية الاحتكاك الداخلى (φ) = ٣٠° ولا توجد مياه جوفية

١- حساب قوى الدفع (F_T)

الضغط الداخلى $P = 1.5\ b = 15\ t/m^2$

القطر الداخلى $D = 0.25\ m$

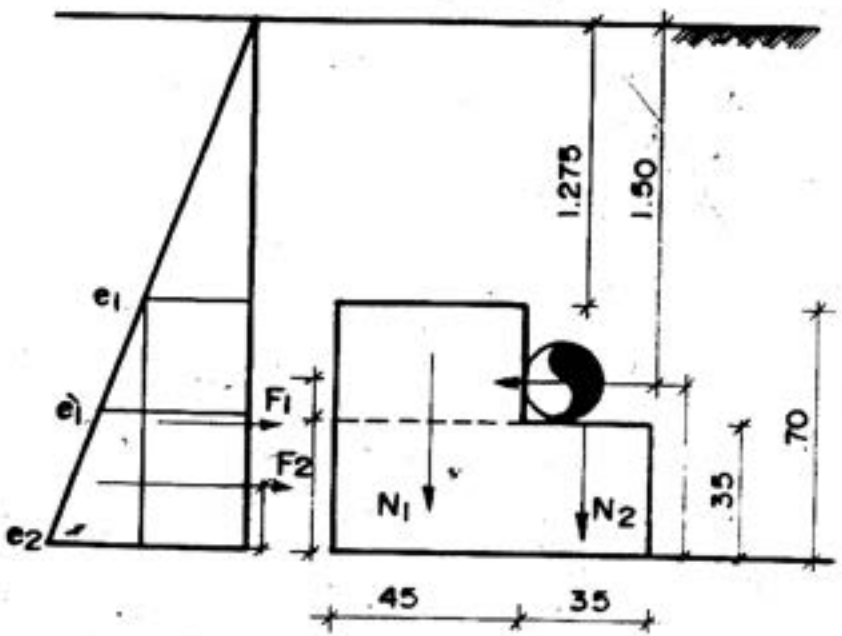
$\theta = 90^0$

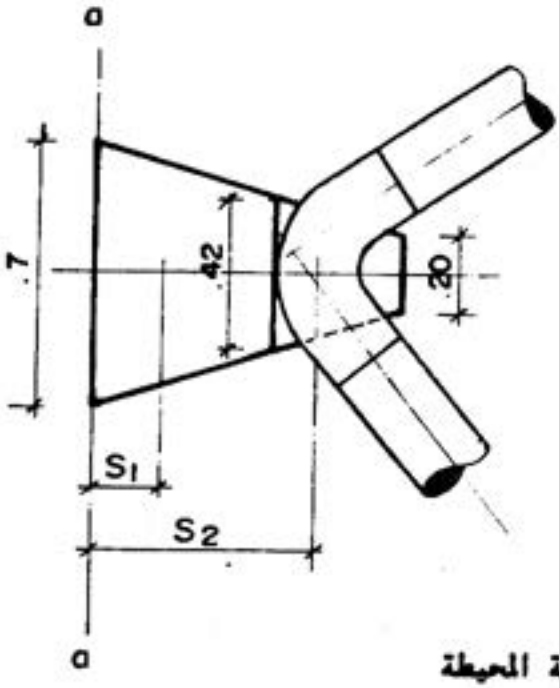
$F_T = 2P\ (\pi D^2/4)\ \sin(\theta/2)$

$= 2 \times 15 \times \{\pi (0.25)^2/4\}\ \sin(90/2)$

$= 1.04\ ton$

٢ - تصميم ابعاد الكتلة الخرسانية





٣- خواص التربة المحيطة

$K_p = \tan^2(45 + \theta/2)$

$= \tan^2(45 + 30/2) = 3.0$

$e = \gamma K_p \ h$

$e_1 = 1.8 \times 3 \times 1.275 = 6.885 \ t/m^2$

$e`_1 = 1.8 \times 3 \times 1.625 = 8.79 \ t/m^2$

$e_2 = 1.8 \times 3 \times 1.975 = 10.665 \ t/m^2$

ضغط التربة (F)

$F_1 = 6.885 \times 0.7 \times 0.7 = 3.37 \ ton$

$F_2 = (1/2) \times (10.665 - 6.885) \times 0.7 \times 0.7 = 0.926 \ ton$

٤- دراسة اتزان الكتلة الخرسانية .

$N_1 = (0.42 \times 0.7 / 2) \times 0.45 \times 0.7 \times (2.4 \ t/m^3)$

$= 0.42 \ ton$

$N_2 = \{(0.42 + 0.2) / 2\} \times 0.35 \times 0.35 \times (2.4\ t/m^3 = 0.09\ ton$

$S_1 = (0.45/3) \times \{0.7 + (2 \times 0.42)\}/(0.7 + 0.42) = 0.206\ m$

$S_2 = (0.35/3) \times \{0.42 + (2 \times 0.2)\}/(0.42 + 0.2) + 0.45 = 0.60\ m$

٥- دراسة الاتزان حول ابعد نقطة (a)

عزم الدوران (M_{ot})

$$M_{ot} = F_T \times l$$
$$= 1.04 \times 0.475 = 0.49\ m.t.$$

عزم الاتزان (M_{st})

$$M_{st} = N_1 S_1 + N_2 S_2 + F_1 l_1 + F_2 l_2$$
$$= 0.42 \times 0.206 + 0.09 \times 0.60 + 3.37 \times (0.7 / 2) + 0.926 \times (0.7 / 3)$$
$$= 1.5\ m.t.$$

معامل الامان (F.S) = عزم الاتزان / عزم الدوران

$$= F.S = M_{st} / M_{ot} = 1.5 / 0.49 = 3.06 > 1 \quad \text{safe}$$

٦- دراسة الانزلاق

قوى الانزلاق $(F_{sl.})$

$$F_{sl.} = F_T = 1.04\ ton$$

قوى ضغط التربه (F_p)

$$F_p = F_1 + F_2$$
$$= 3.37 + 0.92\text{ت} \quad 4.3\ ton$$

قوى الاحتكاك (F_f)

$$F_f = (N_1 + N_2) \tan \varphi$$
$$= (0.42 + 0.09) \tan 30 = 0.294\ ton$$

قوى الاتزان F_{st} = قوى ضغط التربة F_p + قوى الاحتكاك F_f

$$F_{st} = F_p + F_f$$

$$= 4.3 + 0.294 = 4.594 \text{ ton}$$

معامل الامان = قوى الاتزان / قوي الانزلاق

$$F.S = F_{st} / F_{sl} = 4.594 / 1.04 = 4.417 > 1 \qquad \text{safe}$$

٧- دراسة الاجهادات الداخلية للكتلة الخرسانية

محصلة العزم (M) حول قطاع 1 - 1

$$M = 1.04 \times 0.25/2 - \{(e_1 \times 0.35 \times 0.70) \times 0.35/2$$

$$+ 1/2 \times (e_1' - e_1) \times 0.35 \times 0.7 \times 0.35/3\}$$

$$M = 1.04 \times 0.25/2 - \{(6.885 \times 0.35 \times 0.70) \times 0.35/2$$

$$+ 1/2x\ (8.79 - 6.885)\ x0.35x0.7x0.35/3\} = 0.19 \text{ m.t.}$$

الاجهادات فى الخرسانة F_t ، F_c

$$F_t = F_c = M.Y / I$$

$$= \{(0.19 \times 12) / (0.70 \times 0.45^3)\} \times (0.45/2) = 8.042 \text{ t/m}^2$$

مثال ٤

حساب الاحمال وتصميم الاساس لماسورة من الفخار وأخرى من GRP قطر ١ر٠٠ متر موضوعه في خندق عرضه ١ر٦ متر فى منتصف الطريق . وبياناتها كما يلى :

عمق الراسم العلوى للماسورة ٥ر٠٠ متر . التربه المحيطة ومادة الردم رملية كثافتها ١ر٨ طن / م٣ وزاوية احتكاك ٣٠ وسمك مادة الرصف ٢٠ سم وكثافتها ٢ر٢ طن / م٣ وعرض الطريق ٨ر٠ متر . يمر عليها سياره وزن العجله ١٠ر٠٠٠ باوند (٤٥٣٥ر٩١ كجم)

أولا : - الماسورة الفخار (ماسورة - صلبة)

حساب الاحمال من وزن التربة

$$W = C\, w\, B^2$$

$w = 1.8\ t/m^3 = 1800\ kg/m^3$

$B = 1.6\ m$

$C = \{1 - e^{-2K\mu'(H/B)}\}/(2K\mu')$

$K = (1 - \sin 30)/(1 + \sin 30) = 0.333$

$\mu' = \tan 30 = 0.577$

$C = \{1 - e^{-2 \times 0.33 \times 0.577 (5.0/1.6)}\}/(2 \times 0.333 \times 0.577) = 1.82$

$W = 1.82 \times 1800 \times 1.6^2 = 8382.697\ kg/m$

حساب الاحمال من وزن الاسفلت

$$W = C_c\, P\, F\, B_c$$

$B_c = 1.10\ m$

$P = 2.20 \times 0.2 = 0.44\ t/m^2 = 440.0\ kg/m^2$

$F = 1.5$ من الجدول رقم (٤-٣)

ومن جدول رقم (٤-٤)

عرض الطريق = ٨ر- متر (D)

طول الطريق ممتد (M)

$D / 2H = 8 / (2x5) = 0.8$

$M / 2H = 5.0$ تؤخذ

$C_s = 0.740$

$W = 0.740 \times 440 \times 1.50 \times 1.10$

$= 537.24\ kg/m^`$

حساب الأحمال من وزن المركبة

$W = C_s \times P \times F / L$

تؤخذ (L) = ٩ر٠

$L = 0.90\ m$

$F = 1.5$ معامل الصدم من جدول رقم (٤-٣)

$P = 4535.9\ kg$

من جدول رقم (٤-٤)

$B_c / 2H = 1.1 / (2x5.2) = 0.105$

$L / 2H = 0.9 / (2x5.2) = 0.086$

$C_v = 0.019$

$W = 0.019 \times (4535.9 \times 1.5) / 0.9 = 143.64\ kg/m$

مجموع الاحمال على المأمورة = ١٤٣ر٦٤ + ٥٣٧ر٢٧ + ٨٣٨٢ر٦٩ = ٩٠٦٣ر٦ كجم / م٠

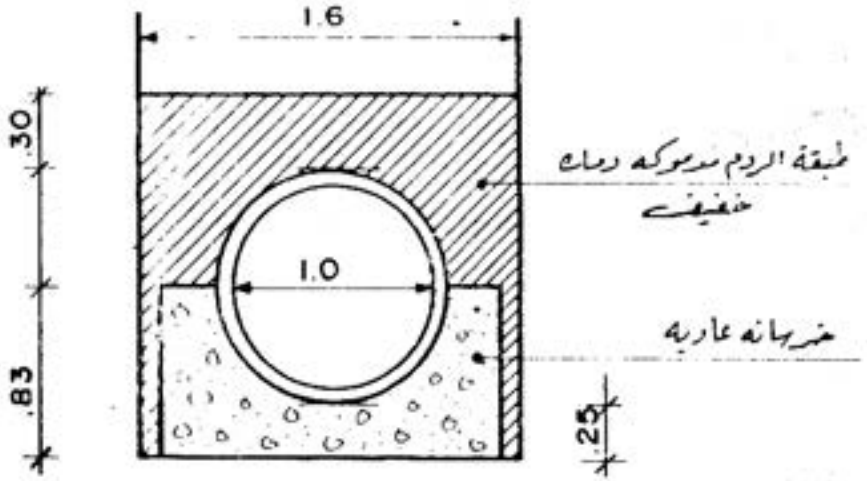
من المواصفات القياسية للمواسير الفخار (أو من كتالوج الشركة المنتجة أو من نتائج الاختبارات المعملية)

الحمل الآمن لقطر ١٠٠٠ ملم = ٤٠ كيلو نيوتن / متر طولى

= ٤٠٠٠ كجم / م .ط

معامل التحميل = ٩٠٦٣.٦ / ٤٠٠٠ = ٢.٢

وبالرجوع إلى الفصل رقم (٤) نجد أن درجة الاساس (ب) هى المقابلة لمعامل تحميل = ٢ر٢.



ثانيا : ماسورة من مادة الـ GRP (ماسورة مرنة)

حساب الاحمال من وزن التربه

$$W = C\, w\, B\, B_c$$

$w = 1800$ kg/m3

$B = 1.6$ m

$B_c = 1.0$ m

$$C = \{1 - e^{-2K\mu' (H/B)}\}/(2K\mu')$$

$K = (1 - \sin 30) / (1 + \sin 30) = 0.333$

$\mu' = \tan 30 = 0.577$

$C = \{1- e^{-2 \times 0.333 \times 0.577 (5.0/1.6)}\}/(2 \times 0.333 \times 0.577) = 1.82$

$W = 1.82 \times 1800 \times 1.6 \times 1.0 = 5241.6 \text{ kg / m}$

حساب الاحمال من وزن الاسفلت

$$W = C_s P F B_c$$

$B_c = 1.0 \text{ m}$

$P = 2.20 \times 0.2 = 0.44 \text{ t/m}^2 = 440.0 \text{ kg / m}^2$

$F = 1.5$ من الجدول رقم (٤-٣)

من جدول رقم (٤-٤)

عرض الطريق = ٨ر- متر (D)

طول الطريق ممتد (M)

$D / 2H = 8 / (2 \times 5) = 0.8$

$M / 2H >> 5.0$

$C_s = 0.740$ تؤخذ

$W = 0.740 \times 440 \times 1.50 \times 1.0$

$= 488.4 \text{ kg/m}$

حساب الأحمال من وزن المركبة

$$W = C_s \times P \times F / L$$

نؤخذ (L) = ٩ر٠

$L = 0.90$ m

$F = 1.5$ معامل الصدم من جدول رقم (٤-٣)

$P = 4535.9$ kg

من جدول رقم (٤-٤)

$B_c / 2H = 1.0 / (2x5.2) = 0.096$

$L / 2H = 0.9 / (2x5.2) = 0.086$

$C_s = 0.019$

$W = 0.019 \times (4535.9 \times 1.5) / 0.9 = 143.64$ kg/m`

مجموع الاحمال على الماسورة = ١٤٣ر٦٤ + ٤٨٨ر٤ + ٥٢٤١ر٦ = ٥٨٧٣ر٦ كجم/ م ط

$\Delta X = D_e \times (K W_c r^3) / (EI + 0.61E`r^3)$

$D_e = 1.38$

من جدول رقم (٤-٧) (عند θ = صفر) $K = 0.110$

$W_c = 5873.16$ kg / m`

$r = 0.5$ m

$P_s = 0.63$ kg / cm^2

$EI = 0.149 \times 0.63 \times 0.5^3$

$= 1.173$ kg / cm

يؤخذ أنبعاج يساوى ٥٪ من قطر الماسورة

$\Delta X = 5/100 \times 1.0 = 0.05$ m

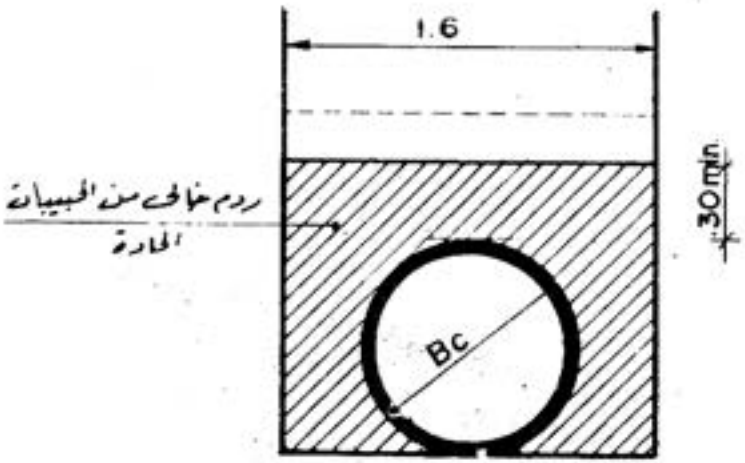
$0.05 = 1.38 \times (0.110 \times 5873.16 \times 0.5^{-3}) /$

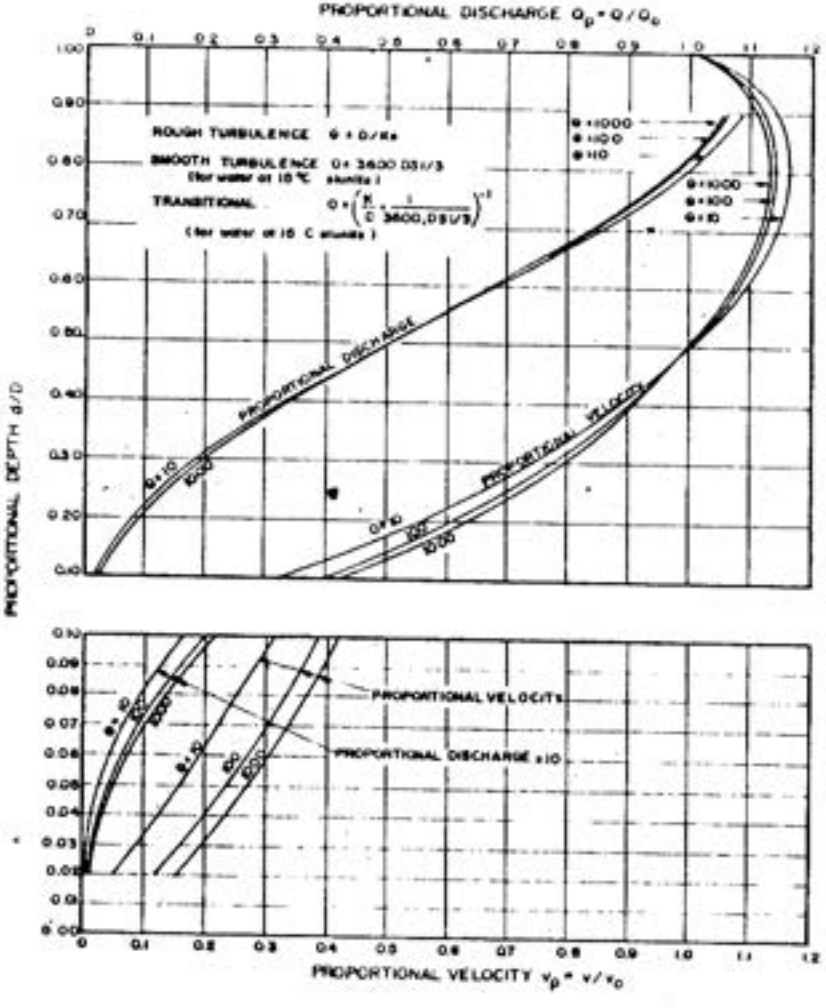
$(1.17 + 0.61 \times E` \times 0.5^3)$

$E` = 292156.6 \text{ kg /m}^2$

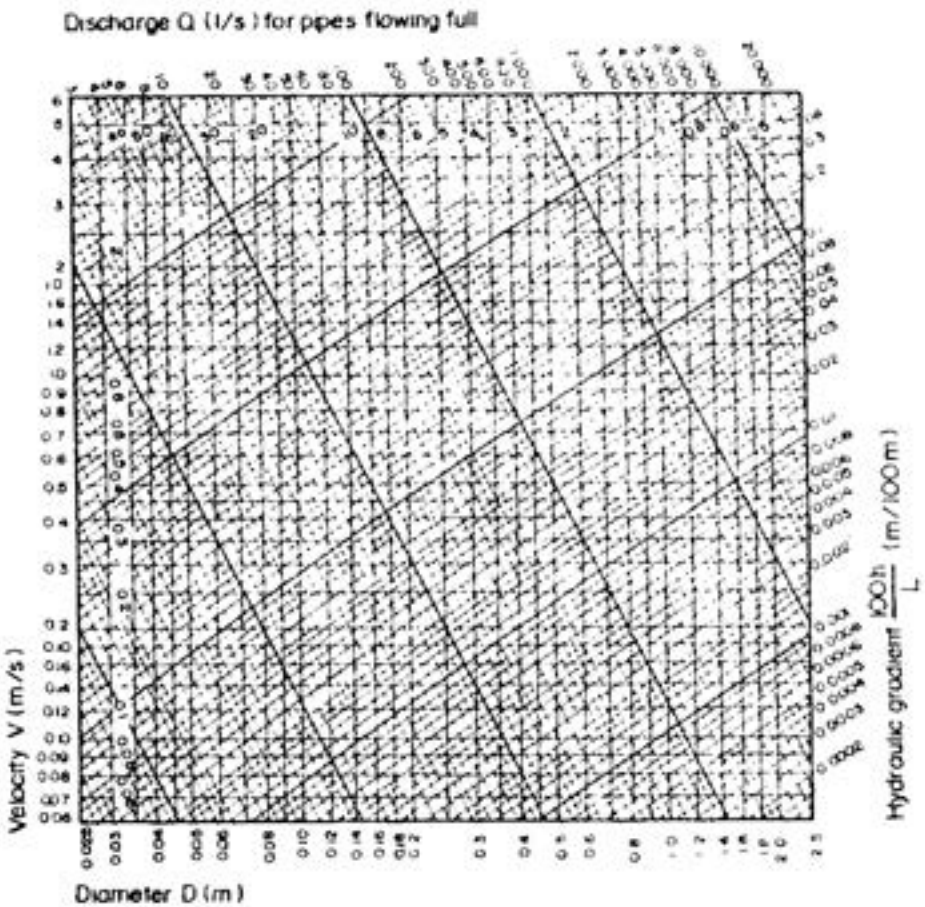
$= 29.22 \text{ kg / cm}^2$

بالرجوع إلى جدول رقم ٤-٨ يتم وضع الماسورة فى خندق . ويردم عليها برمل ناعم مدموك لدرجة ٨٠ ٪ بمقياس بروكتور .

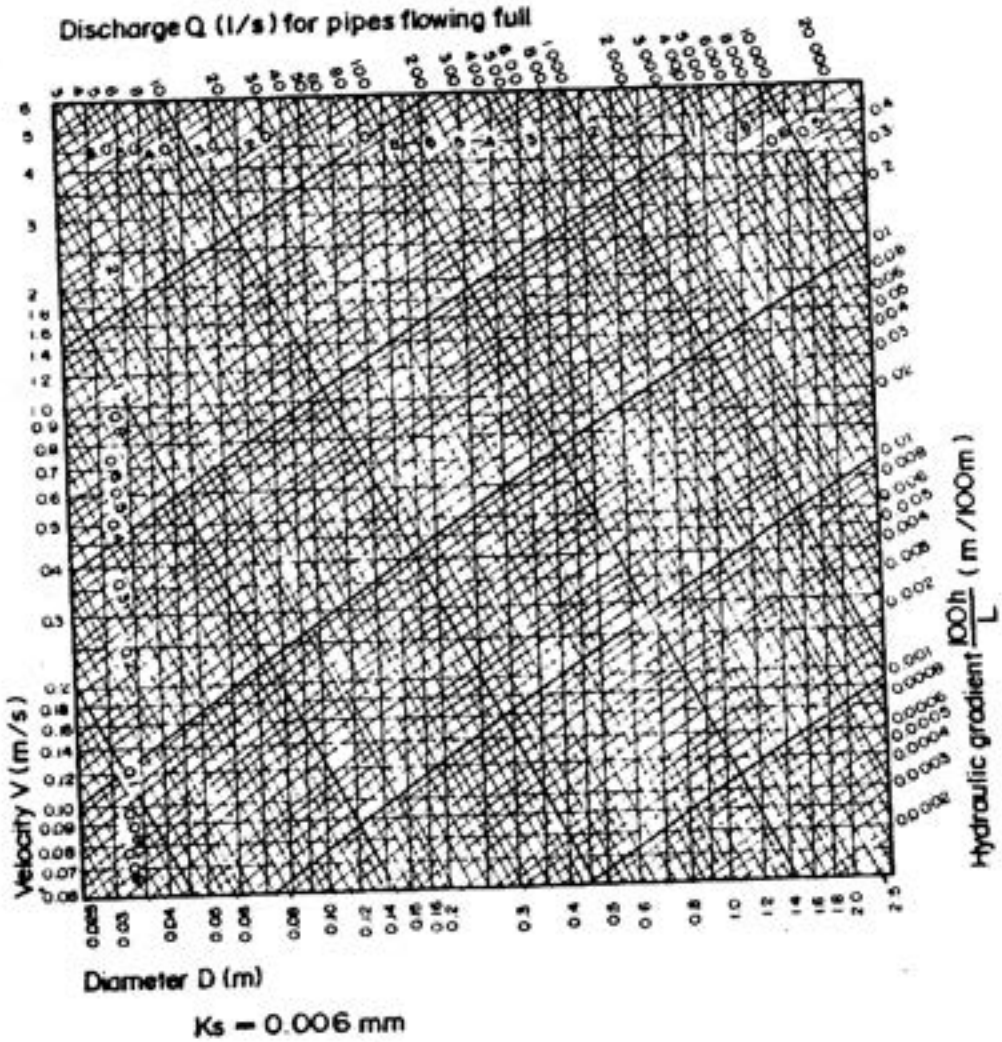


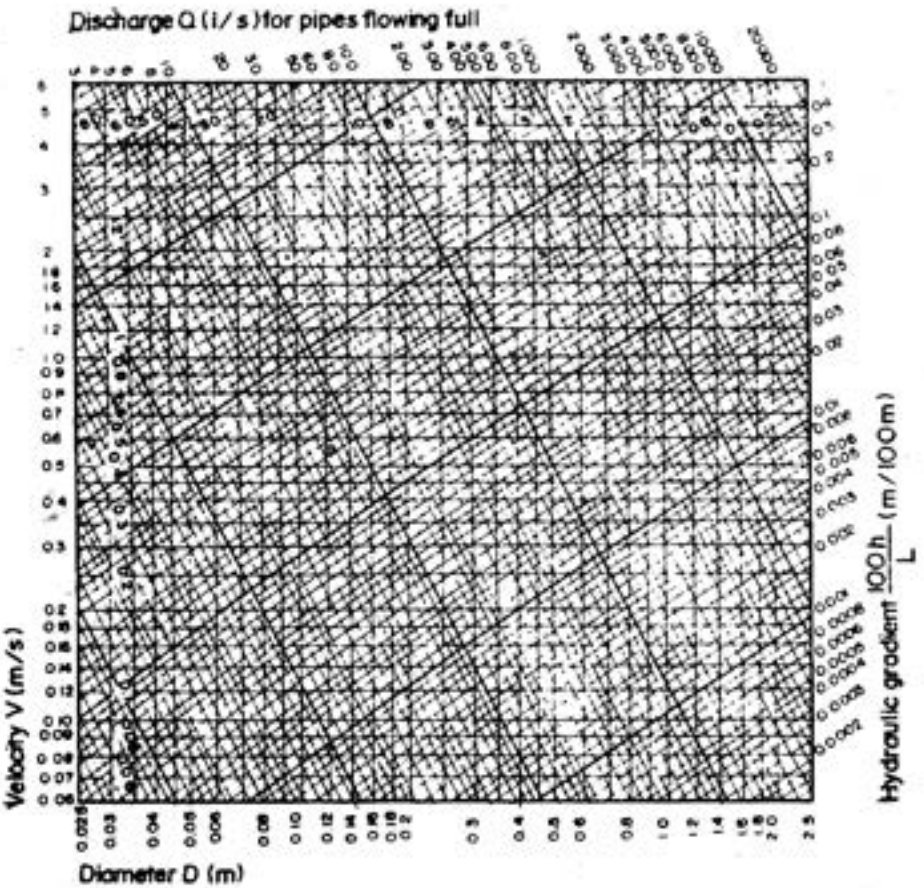


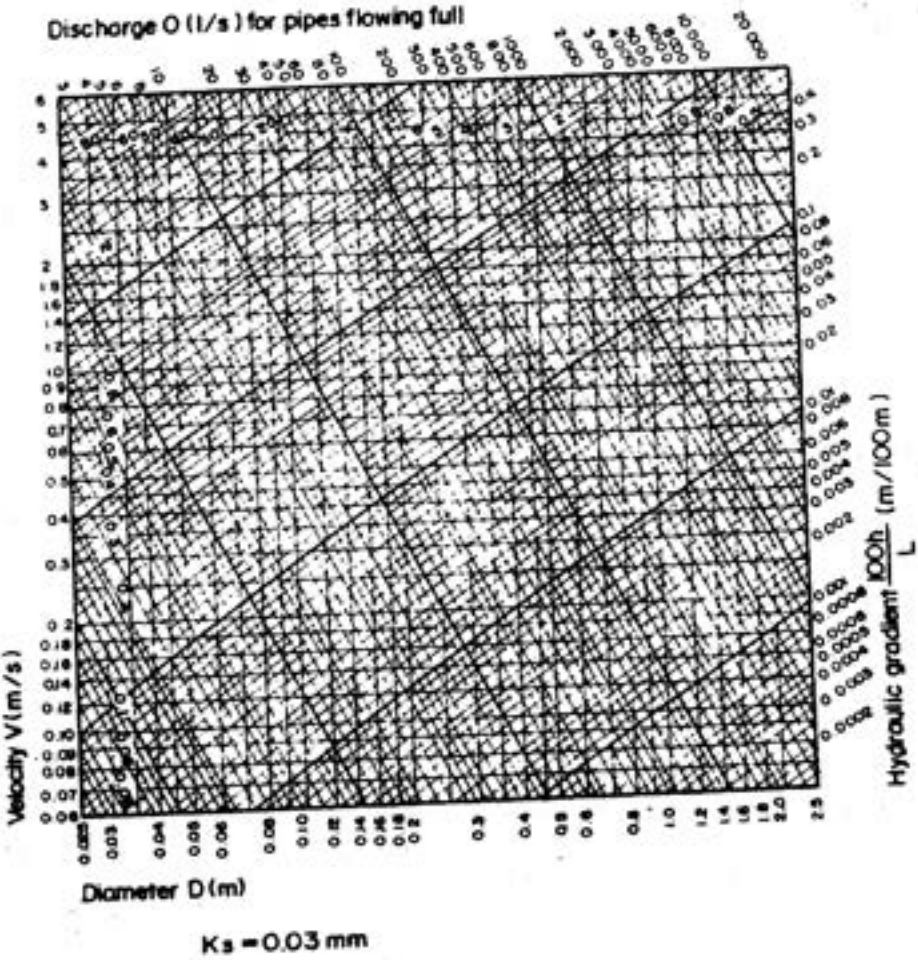
Proportional velocity and discharge in part-full circular sections

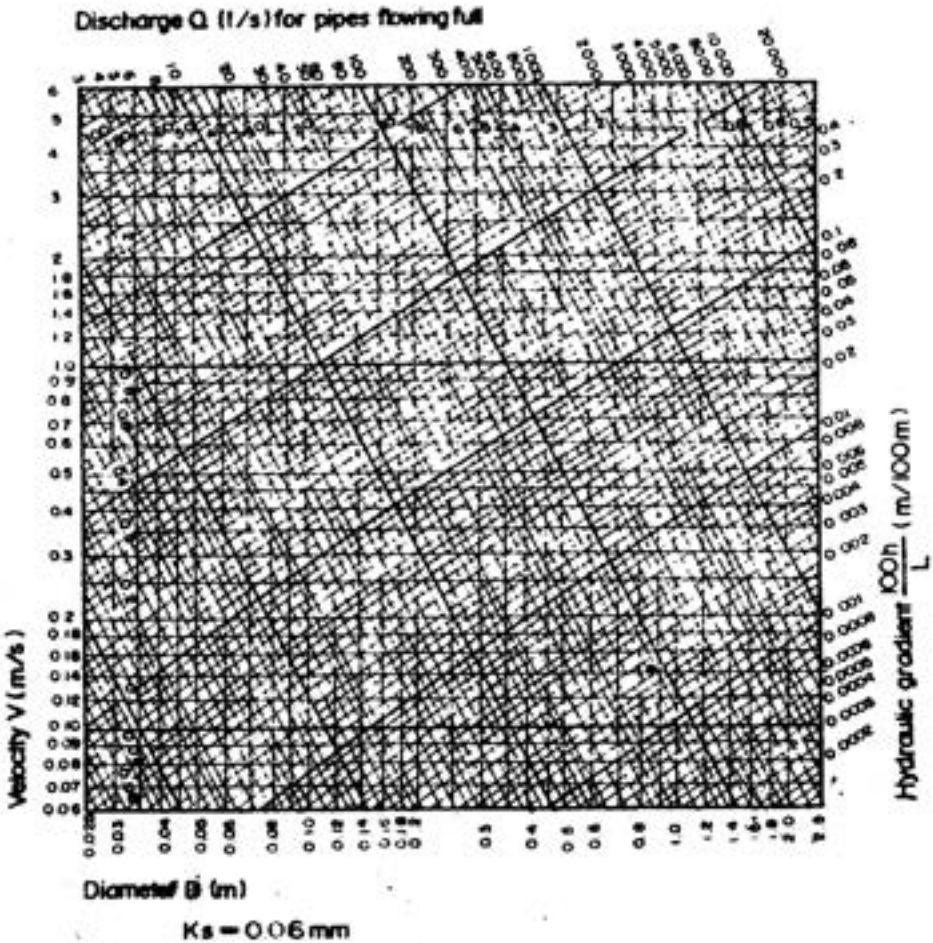

Discharge Q (l/s) for pipes flowing full
Velocity V (m/s)
Hydraulic gradient $\frac{100h}{L}$ (m/100m)
Diameter D (m)

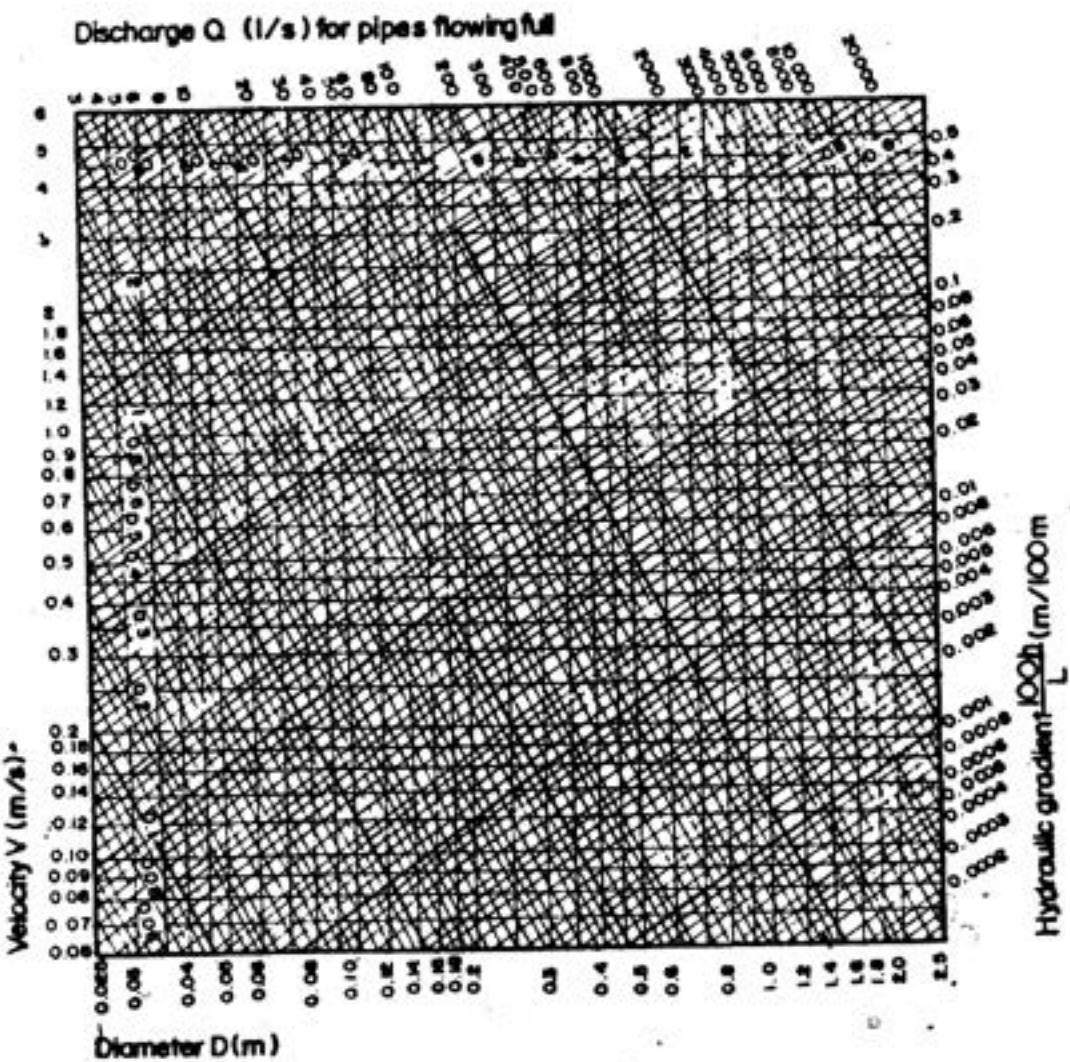
Ks = 0.003 mm


Discharge Q (l/s) for pipes flowing full
Velocity V (m/s)
Hydraulic gradient 100h/L (m/100m)
Diameter D (m)
Ks = 0.006 mm

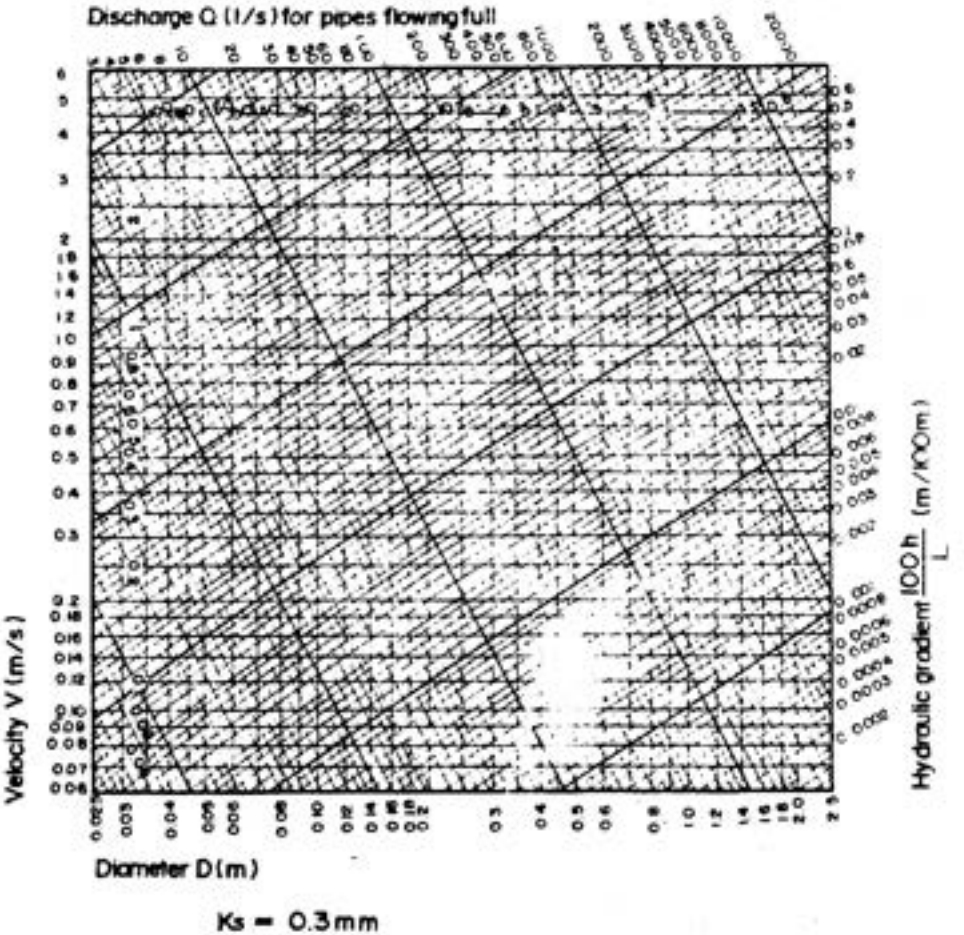

Discharge Q (l/s) for pipes flowing full
Velocity V (m/s)
Diameter D (m)
Hydraulic gradient 100h/L (m/100m)
Ks = 0.015 mm

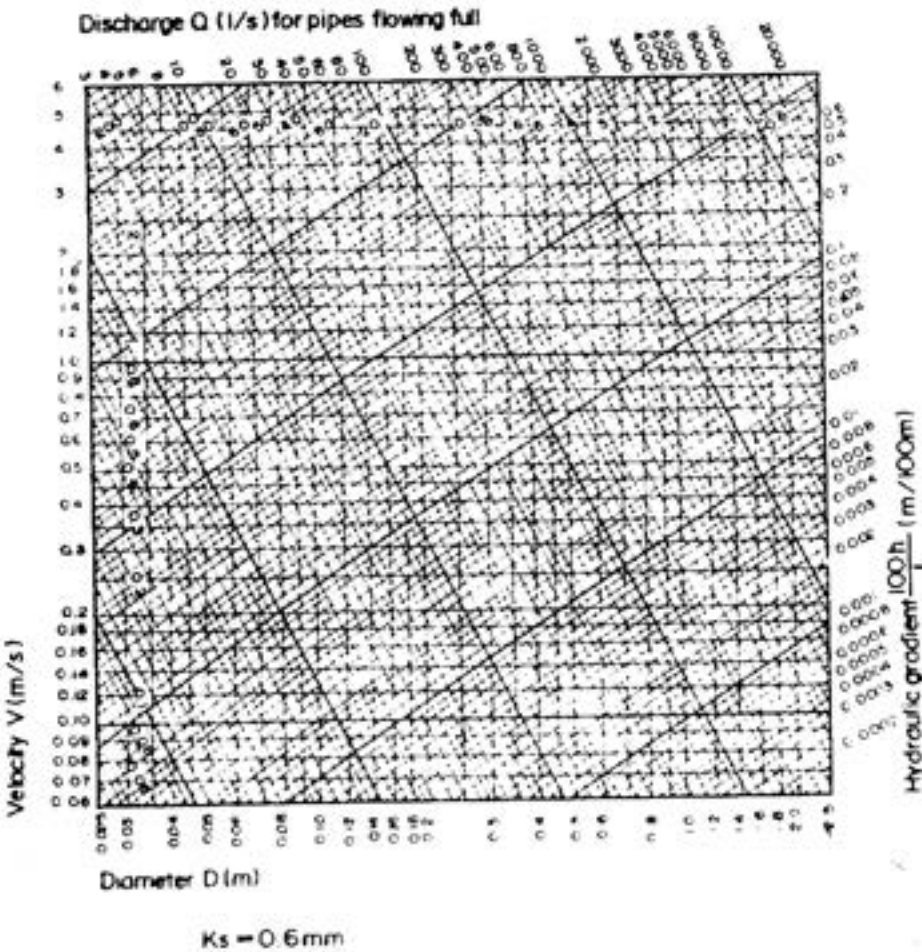

Discharge Q (l/s) for pipes flowing full
Velocity V (m/s)
Hydraulic gradient 100h/L (m/100m)
Diameter D (m)
Ks = 0.03 mm

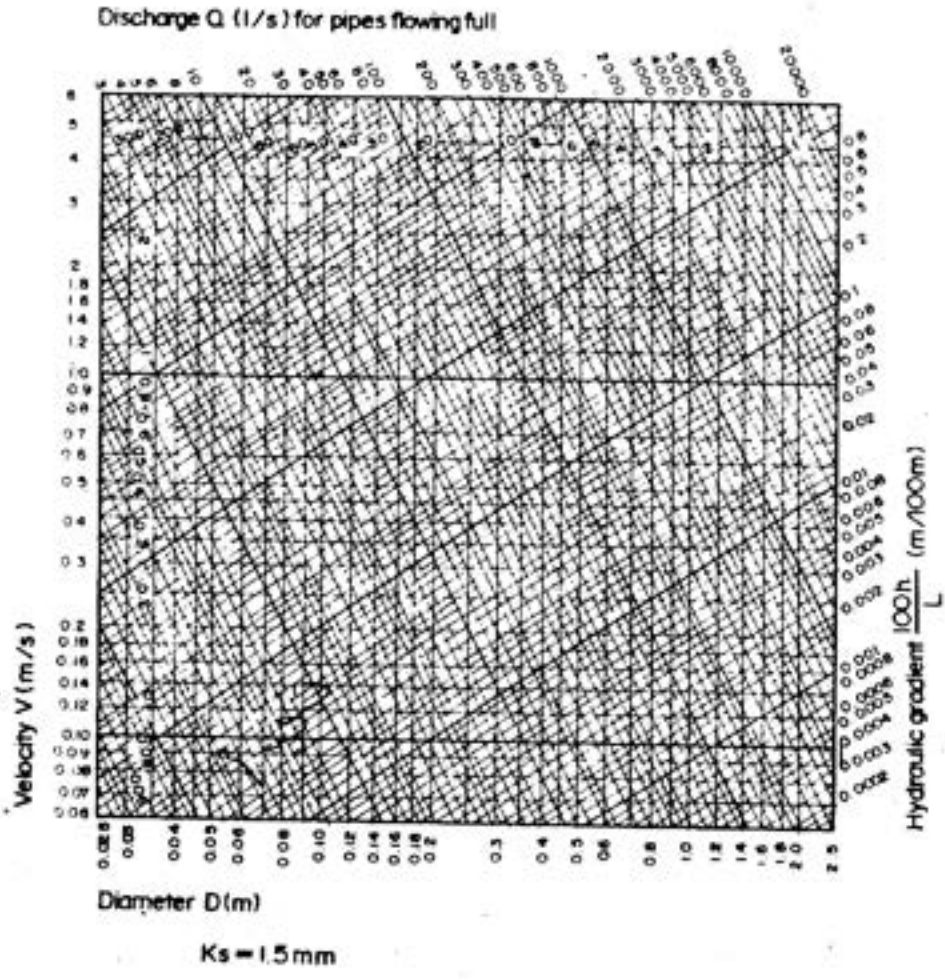

Discharge Q (l/s) for pipes flowing full
Velocity V (m/s)
Hydraulic gradient $\frac{100h}{L}$ (m/100m)
Diameter D (m)
Ks = 0.06 mm

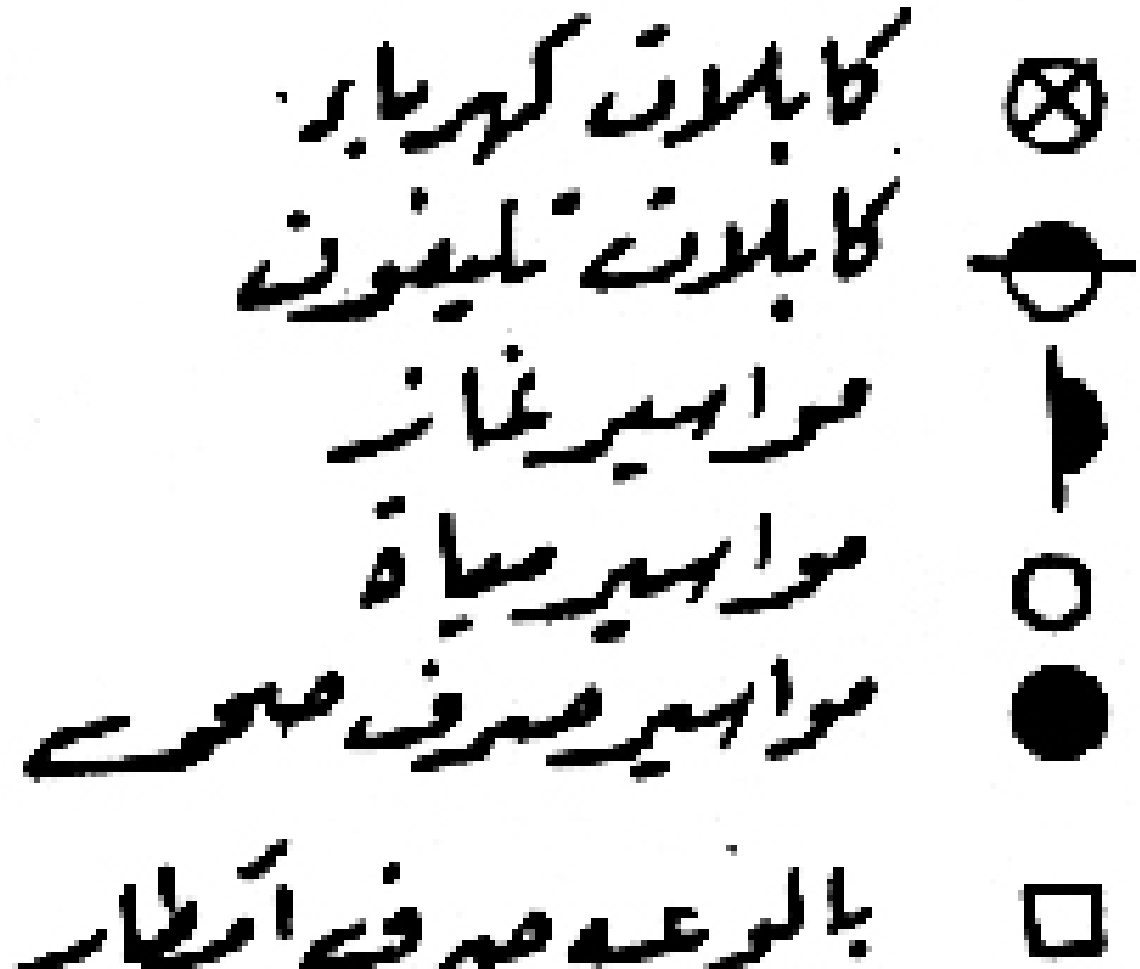

Discharge Q (l/s) for pipes flowing full
Velocity V (m/s)
Hydraulic gradient 100h/L (m/100m
Diameter D(m)

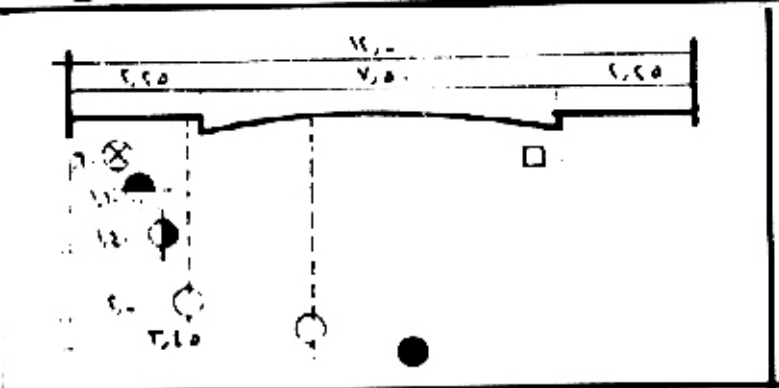
Ks = 0.15 mm

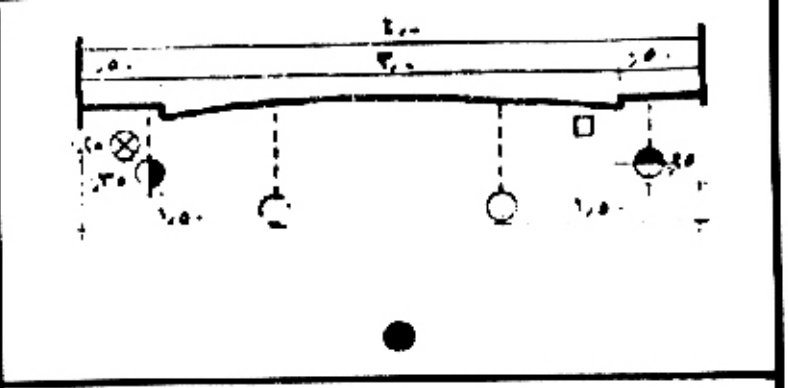

Discharge Q (l/s) for pipes flowing full
Velocity V (m/s)
Hydraulic gradient 100 h / L (m/KOm)
Diameter D (m)
Ks = 0.3mm

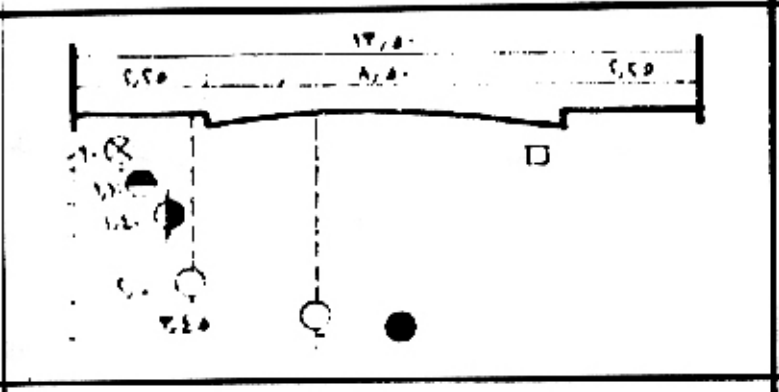

Discharge Q (l/s) for pipes flowing full
Velocity V (m/s)
Hydraulic gradient 100h/L (m/100m)
Diameter D (m)
Ks = 0.6mm

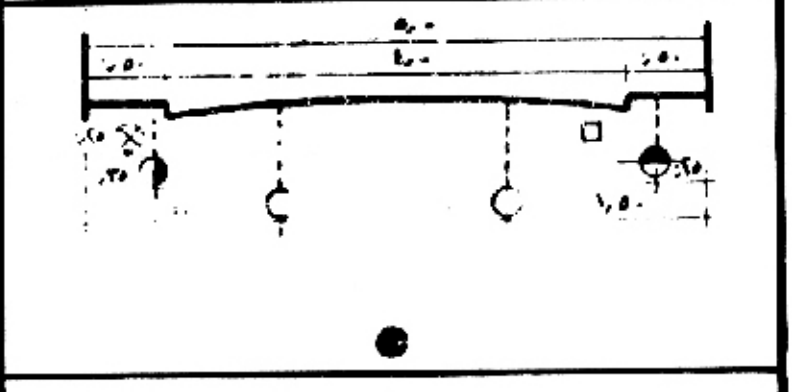

Discharge Q (l/s) for pipes flowing full
Velocity V (m/s)
Hydraulic gradient 100h/L (m/100m)
Diameter D(m)
Ks = 1.5mm

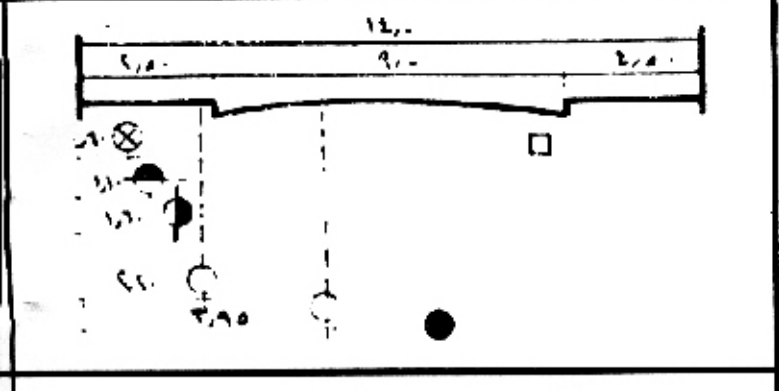

کابلات کہربا ئی
کابلات تلیفون
مواسیر غاز
مواسیر میاہ
مواسیر صرف صحی
بالوعہ صرف امطار

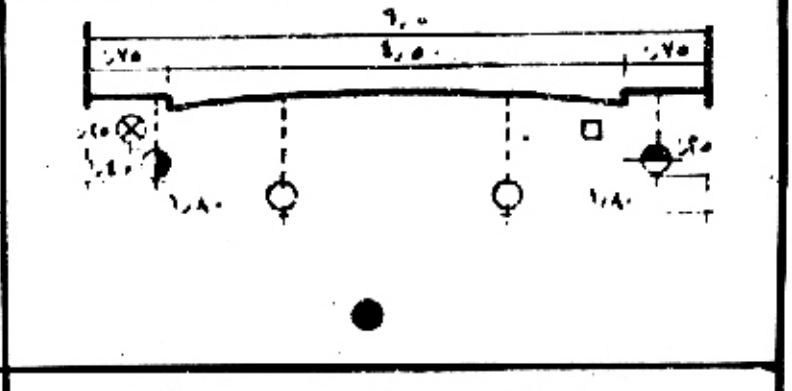


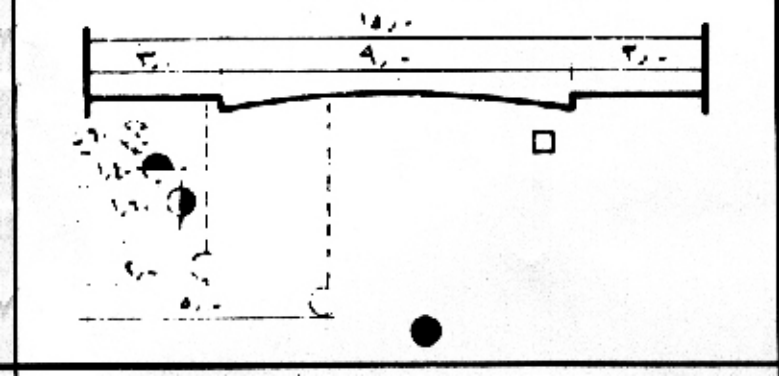


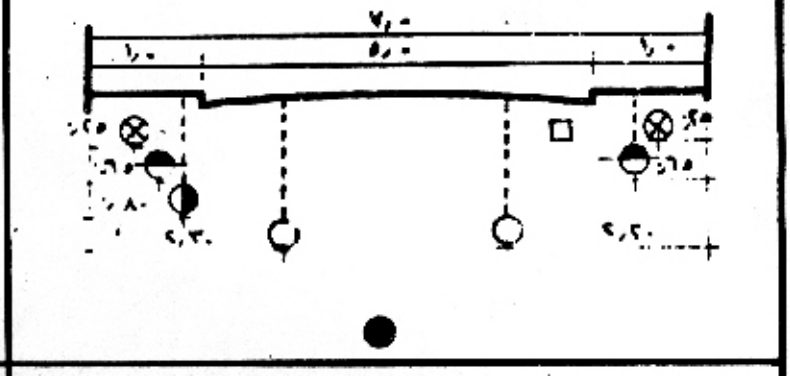


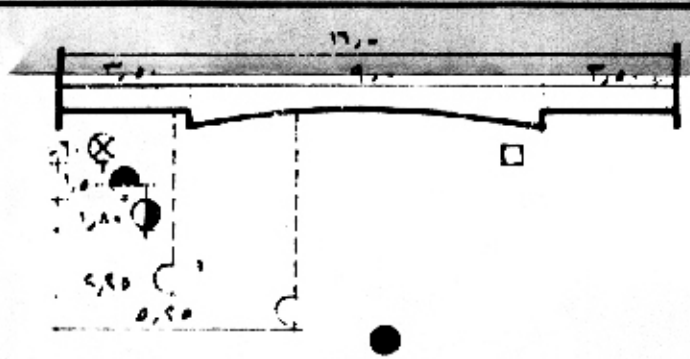


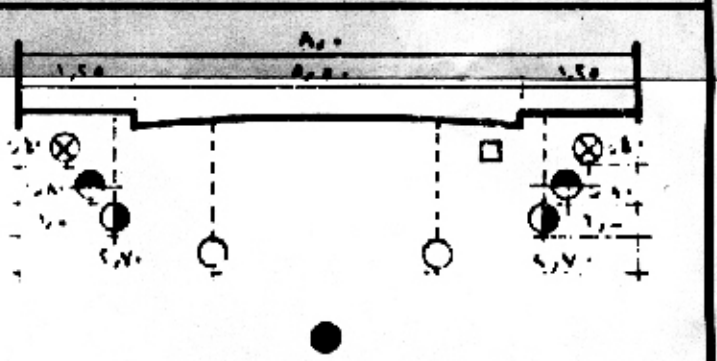


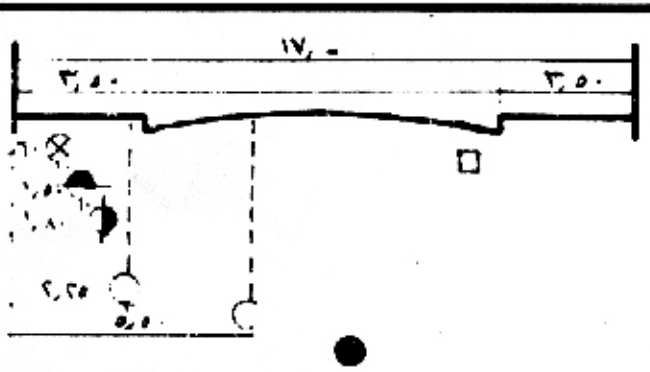


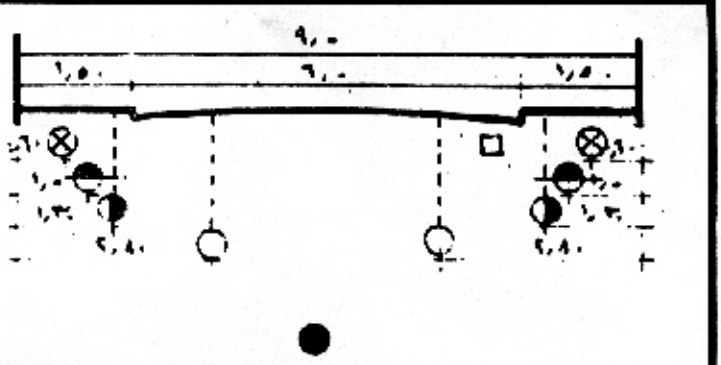


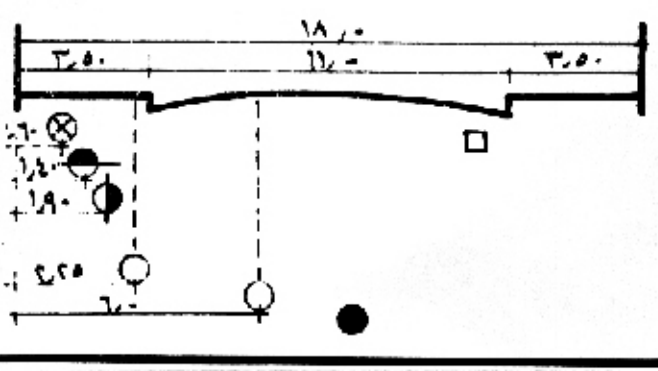


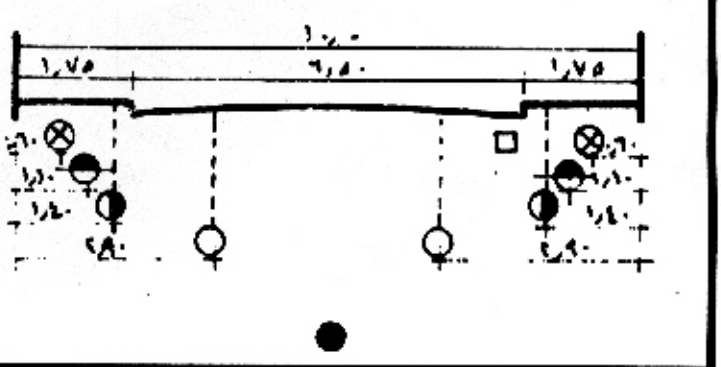

١٦,٠
٣,٥٠
٩,٠٠
٣,٥٠
١,٨٠
٢,٢٥
٥,٢٥

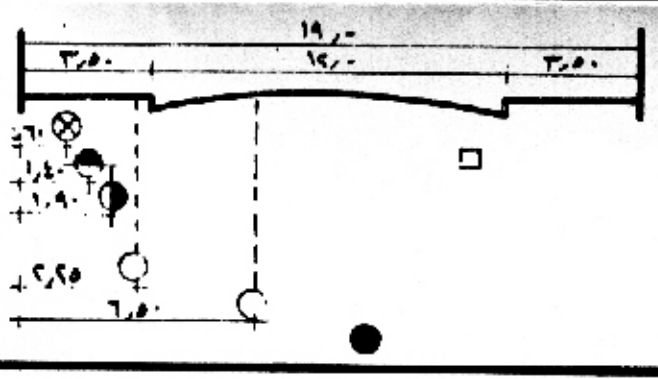

٨,٠٠
١,٥٠
٥,٠٠
١,٥٠
٢,٧٠
٢,٧٠

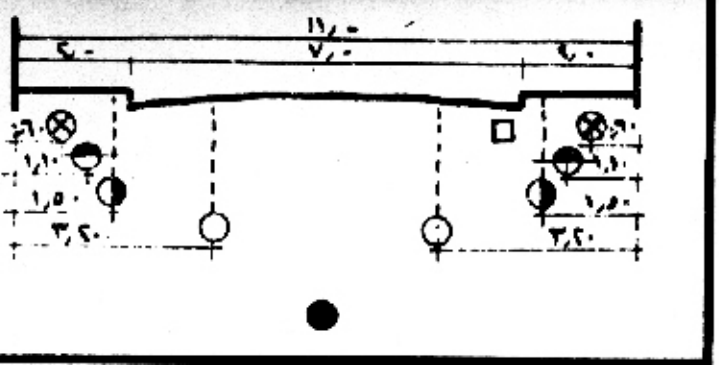

١٧,٠
٣,٥٠
٣,٥٠
٢,٢٥
٥,٠

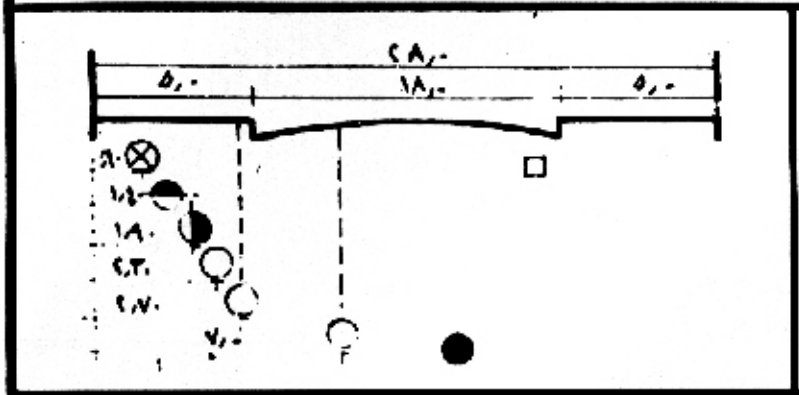

٩,٠
١,٥٠
٦,٠
١,٥٠
٢,٤٠
٢,٤٠

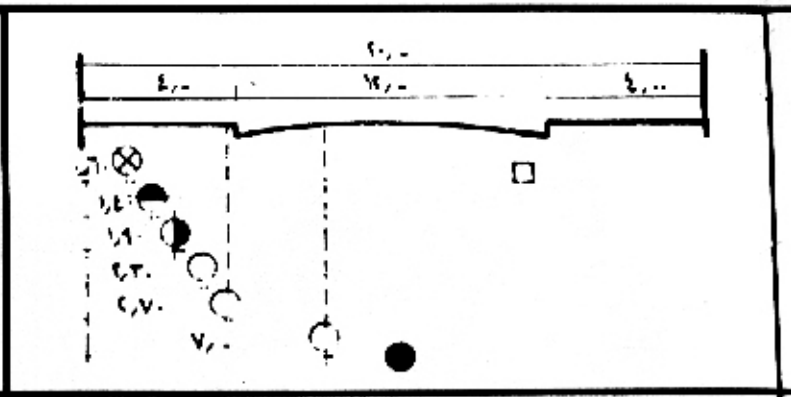

١٨,٠
٣,٥٠
١١,٠
٣,٥٠
١,٩٠
٢,٢٥
٦,٠

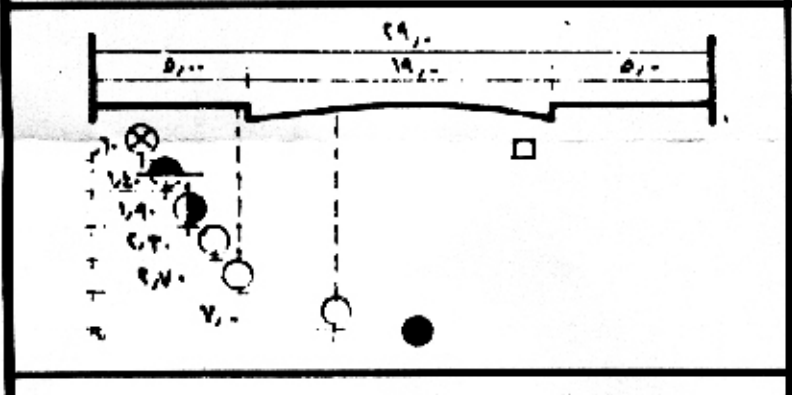

١٠,٠
١,٧٥
٦,٥٠
١,٧٥
٢,٨٠
٢,٩٠

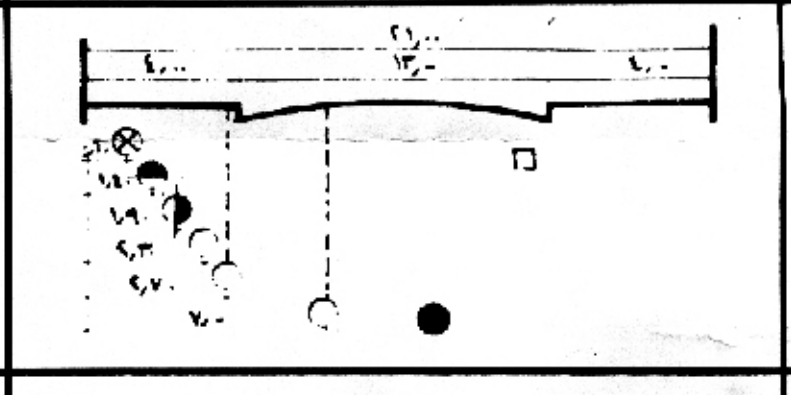

١٩,٠
٣,٥٠
١٢,٠
٣,٥٠
١,٩٠
٢,٢٥
٦,٥٠

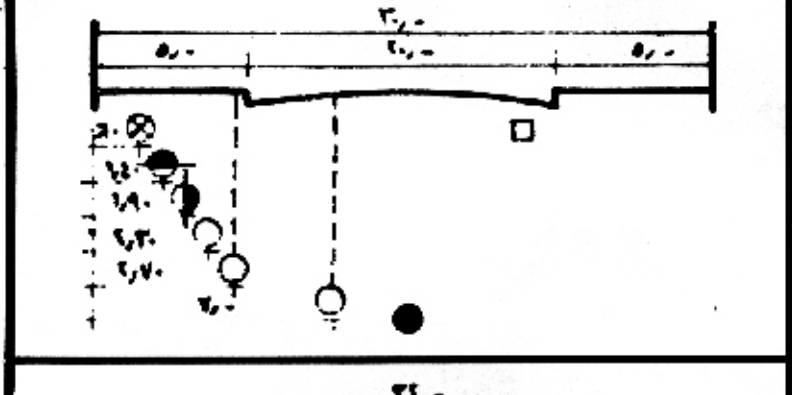

١١,٠
٢,٠
٧,٠
٢,٠
١,٥٠
٣,٢٠
٣,٢٠

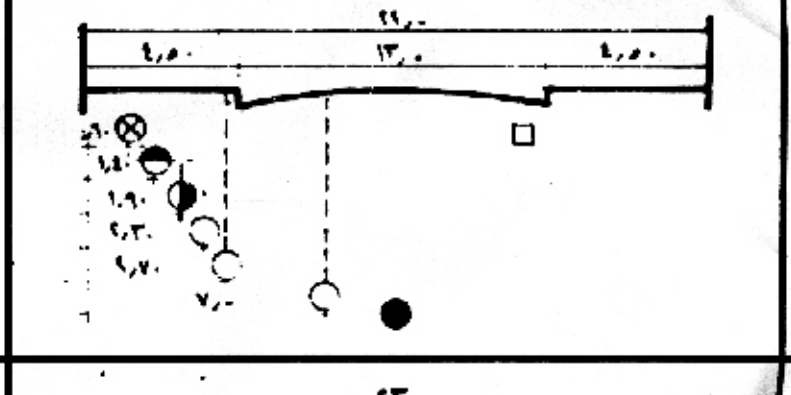

٢٨,٠
٥,٠
١٨,٠
٥,٠
١٨٠
٢,٣٠
٢,٧٠
٧,٠

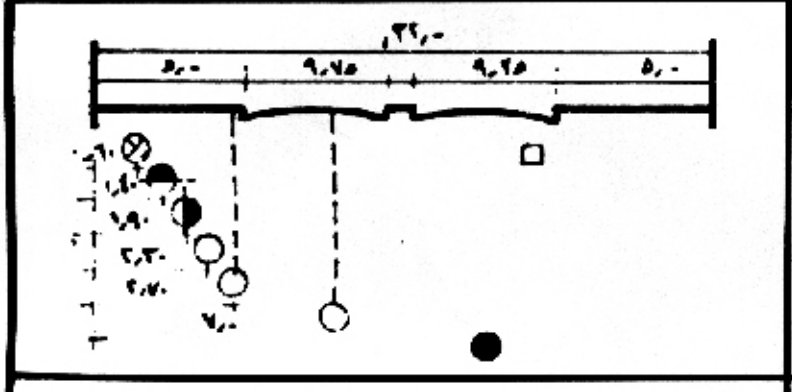

٢٠,٠
٤,٠
١٢,٠
٤,٠
١٨٠
٢,٣٠
٢,٧٠
٧,٠

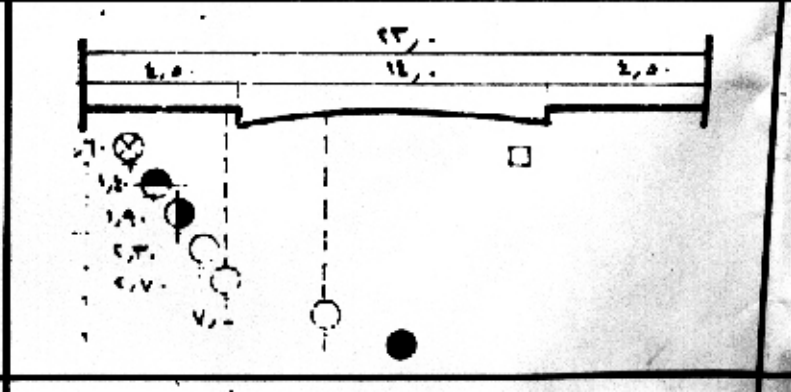

٢٩,٠
٥,٠
١٩,٠
٥,٠
١٩٠
٢,٣٠
٢,٧٠
٧,٠

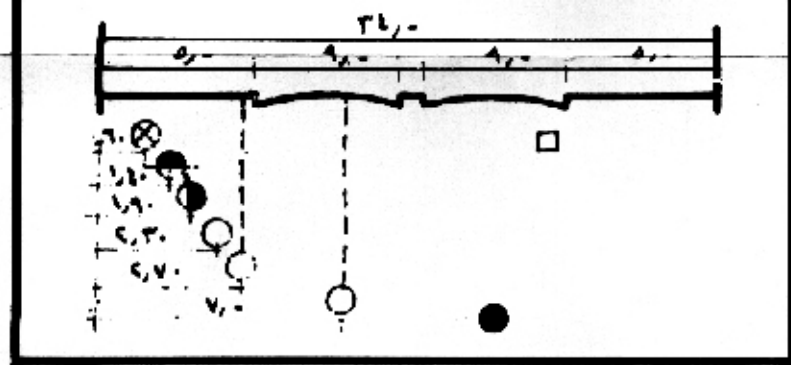

٢١,٠
٤,٠
١٣,٠
٤,٠
١٩٠
٢,٣٠
٢,٧٠
٧,٠

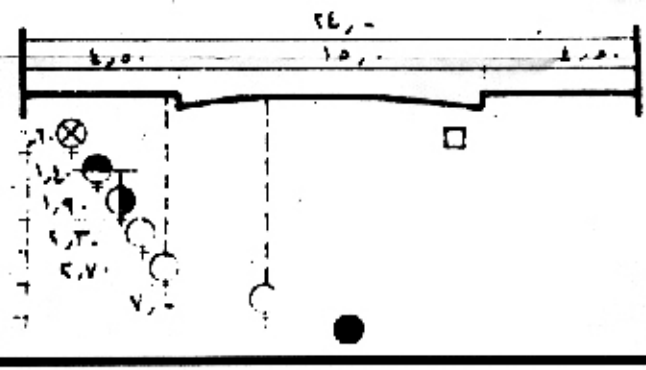

٣٠,٠
٥,٠
٢٠,٠
٥,٠
١٩٠
٢,٣٠
٢,٧٠
٧,٠

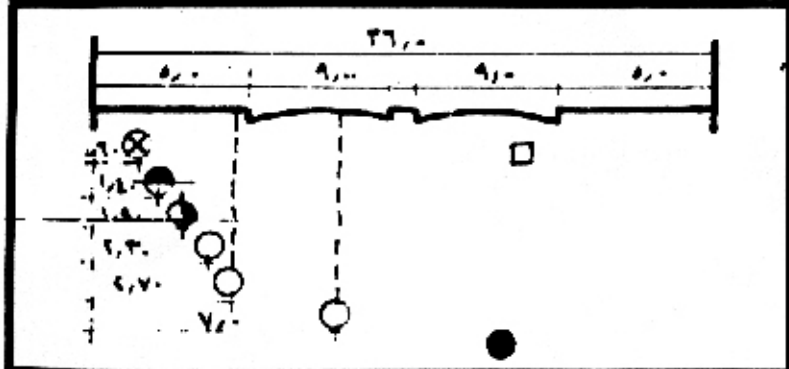

٢٢,٠
٤,٥٠
١٣,٠
٤,٥٠
١٩٠
٢,٣٠
٢,٧٠
٧,٠

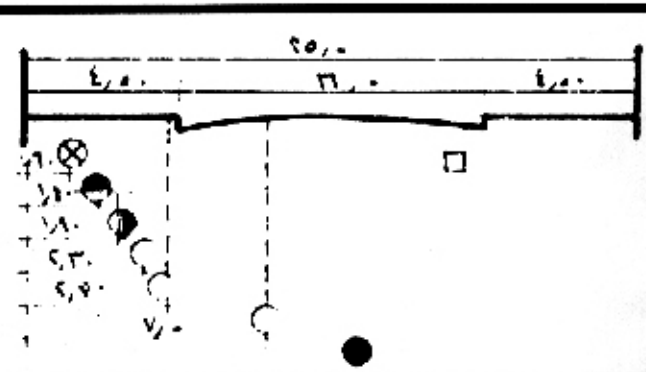

٣٢,٠
٥,٠
٩,٧٥
٩,٢٥
٥,٠
١٩٠
٢,٣٠
٢,٧٠
٧,٠

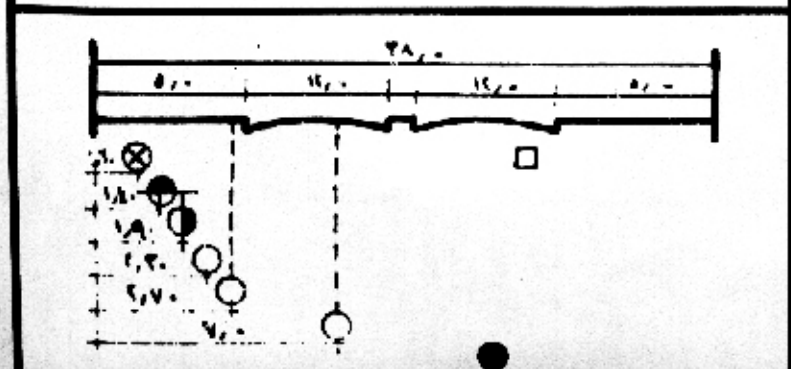

٢٣,٠
٤,٥٠
١٤,٠
٤,٥٠
١٩٠
٢,٣٠
٢,٧٠
٧,٠

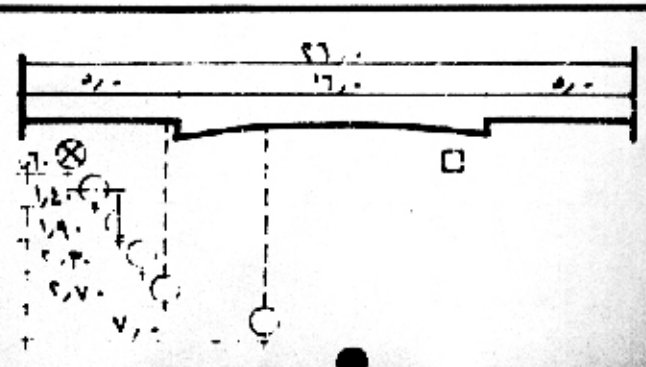


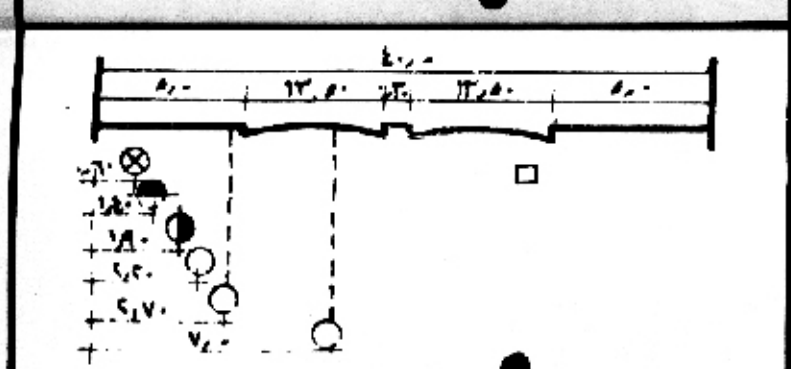


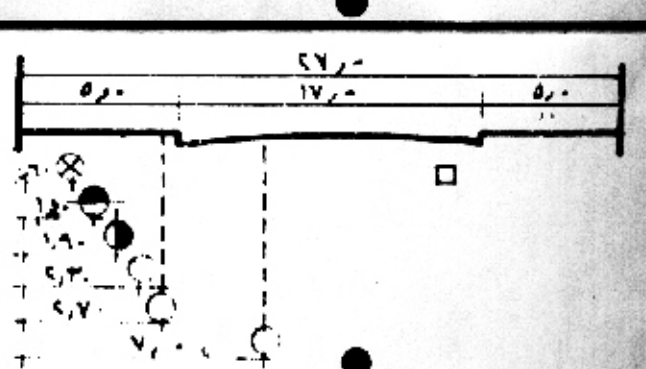




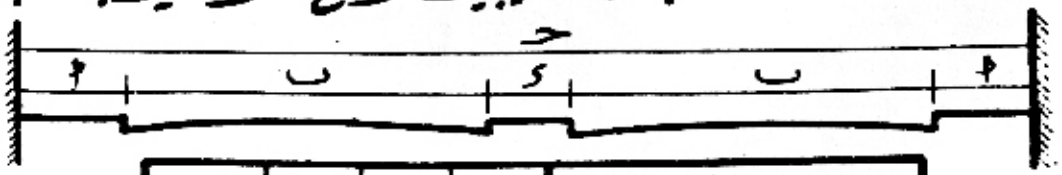




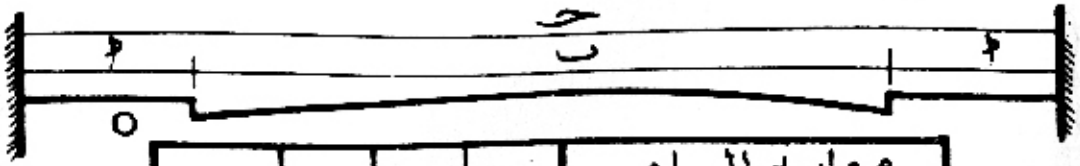




جدول يبين موقع المواسير بالنسبة للشوارع بمختلف العروض



ح	ط	ب	ك	مواسير المياه الابعاد بالمتر الطولي	
				شارع	رصيف
٢٠,-	٤,-	١٢,-	-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٢١,-	٤,-	١٣,-	-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٢٢,-	٤,٥٠	١٣,-	-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٢٣,-	٤,٥٠	١٤,-	-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٢٤,-	٤,٥٠	١٥,-	-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٢٥,-	٤,٥٠	١٦,-	-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٢٦,-	٥,-	١٦,-	-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٢٧,-	٥,-	١٧,-	-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٢٨,-	٥,-	١٨,-	-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٢٩,-	٥,-	١٩,-	-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٣٠,-	٥,-	٢٠,-	-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٣٣,-	٥,-	٩,٧٥	٢,٥٠	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٣٤,-	٥,-	٩,-	٦,-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٣٦,-	٥,-	٩,-	٨,-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٣٨,-	٥,-	١٢,-	٤,-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-
٤٠,-	٥,-	١٣,٥	٣,-	٢,٣٠ ٢,٧٠	٧,-



ح	ط	ب	ك	مواسير المياه الابعاد بالمتر الطولي	
				شارع	رصيف
٤,-	٠,٥٠	٣,٠	-	١,٥٠	-
٥,-	٠,٥٠	٤,٠	-	١,٥٠	-
٦,-	٠,٧٥	٤,٥٠	-	١,٨٠	-
٧,-	١,-	٥,-	-	٢,٣٠	-
٨,-	١,٢٥	٥,٥٠	-	٢,٧٠	-
٩,-	١,٥٠	٦,-	-	٢,٨٠	-
١٠,-	١,٧٥	٦,٥٠	-	٢,٩٠	-
١١,-	٢,-	٧,-	-	٣,٢٠	٩,-
١٢,-	٢,٢٥	٧,٥٠	-	٣,٤٥	٢,-
١٣,-	٢,٢٥	٨,٥٠	-	٣,٤٥	٢,-
١٤,-	٢,٥٠	٩,٠٠	-	٣,٩٥	٢,٢٠
١٥,-	٣,٠٠	٩,-	-	٥,-	٢,٢٠
١٦,-	٣,٥٠	٩,-	-	٥,٢٥	٢,٢٠
١٧,-	٣,٥٠	١٠,-	-	٥,٥٠	٢,٢٥
١٨,-	٣,٥٠	١١,-	-	٦,-	٢,٢٥
١٩,-	٣,٥٠	١٢,-	-	٦,٥٠	٢,٢٥

ملاحظات :

١- يتم تنفيذ بالوعة صرف مياه الأمطار بجانب الرصيف على مسافات لا تقل عن ٢٠٠ متر بين الواحدة والأخرى .

٢- يفضل تنفيذ خطوط مواسير الانحدار بمنتصف الطريق وكذلك أسفل مواسير المياه عند تقاطعها مع خطوط الانحدار وطبقاً للقطاعات التصميمية .