



الفصل السادس

تركيب خطوط المواسير والأعمال التكميلية

تشمل عملية إنشاء خطوط مواسير شبكات توزيع مياه الشرب الخطوات التالية:

مقدمة

- ١- حفر خندق المواسير
- ٢- توريد وتركيب خطوط المواسير
- ٣- تنفيذ الوصلات المنزلية
- ٤- تركيب حنفيات الحريق
- ٥- إنشاء غرف المحابس
- ٦- إنشاء العدایات
- ٧- إنشاء الدعامات الخرسانية

وسوف نتناول في فصل لاحق "اختبار واستلام خطوط المواسير" وكذلك غسل وتعقيم خطوط المواسير.

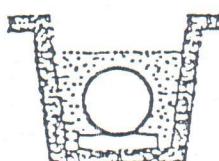
يتم حفر خنادق المواسير حسب الرسومات الهندسية الموضحة بالشكل رقم (٦-١)، بحيث تكون مستقيمة ومنتظمة الانحناء والانحدار، ويوضع ناتج الحفر بعيداً عن حافتي الخندق بمسافة لا تقل عن متر واحد. وإذا استدعت أعمال الحفر قطع طرق المواصلات أو أعمال الرى والصرف أو غيرها، فتؤخذ موافقة الجهات المعنية قبل القيام بذلك.

١ - حفر خندق المواسير

وتشمل أعمال حفر الخندق ما يلى:

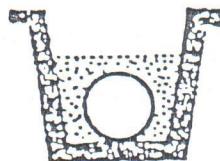
- أ - تحديد عمق الحفر وعرضه
- ب - الحفر
- د - الردم الجزئي
- ج - تسوية قاع الخندق
- هـ - الردم الكلى
- و - تسوية سطح الخندق

مواسير على فرشة مجيبة
مع إعادة الماء بدون دك



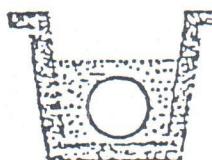
$$a = 0.75$$

مواسير على قاع الخندق
مع إعادة الماء بدون دك



$$a = 1$$

مواسير على قاع الخندق
مع إعادة الماء والدك



$$a = 1.33$$

مواسير على قاع الخندق
بعد تسويته مع إعادة الماء والدك



أبعاد الخندق

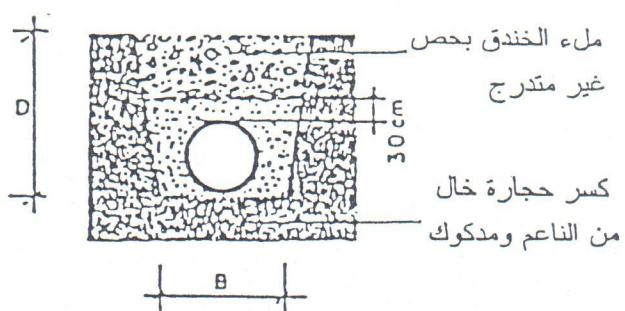
$$a = 1.75$$

Diameter g mm.	Breadth not less than g mm.	Depth not less than 0 (cm)
100	400	100
150	450	110
200	500	115
250	600	120
300	700	130

Diameter g mm.	Breadth not less than g mm.	Depth not less than 0 (cm)
400	800	140
500	900	150
600	1000	160
800	1250	180
1000	1500	200



دك جيد أسفل ومن حول المواسير



شكل رقم (١-٦)
تفاصيل خندق المواسير

أ - تحديد عمق الحفر وعرضه

يُحدد عمق الحفر طبقاً لقطاع خط المواصلات الطولى المبين بالرسومات، على ألا يقل العمق فوق الراسم العلوى للمواصلات عن ١,٠٠، وذلك للأقطار حتى ٢٥٠ مم ولا يقل عن ١,٥٠ م للأقطار حتى ٨٠٠ مم ولا يقل عن ١,٨٠ م للأقطار أكبر من ذلك.

أما عرض الحفر فيكون معدلاً لقطر الماسورة مضافاً إليه ٣٠ سم، وذلك عند قاع الخندق. ويمكن زيادة العرض كلما ارتفعنا لمنسوب سطح الأرض الطبيعي، وذلك لسهولة تركيب المواصلات والقطع والملحقات. ويوضح الجدول رقم (١-٦) متوسطات عرض خندق الحفر للمواصلات.

جدول رقم (١-٦)
متوسط عرض خندق الحفر للمواصلات

عرض الخندق		قطر الماسورة ق(مم)
الحد الأقصى (سم)	الحد الأدنى (سم)	
٧٠	٤٥	حتى ١٠٠
٨٠	٥٠	٢٠٠-١٥٠ من
٩٠	٦٠	٣٠٠-١٥٠ من
٦٠ + ق	٤٠ + ق	٣٠٠ أكبر من

ب - الحفر

يبدأ الحفر بعد توقع حدود الخندق على الطريق، ويتم نزح أى مياه تظهر عند الحفر. كما يتم صلب جوانب الحفر لضمان حسن سير العمل والمحافظة على المبانى المجاورة. كما يتم تسوين ناتج الحفر بالشوارع المرصوفة على جانبي الخندق بعيداً عن الأتربة.

ج - تسوية قاع الخندق

يسوى قاع خندق المواصلات بعناية تامة حتى لا يكون عاملاً على زيادة الإجهادات الواقعية على الماسورة، وذلك على النحو التالي:

١- إذا كانت التربة عادية، تتم تسوية القاع ودمكه طبقاً للمناسيب الموضحة بالرسومات، إذ أن التسوية الجيدة تساعد على ارتكاز بدن الماسورة كلياً على قاع الخندق.

٢- إذا وجدت طبقة صخرية في قاع الخندق، يلزم تعميق الحفر لمسافة من ١٥ إلى ٣٠ سم، وإزالة الصخور ثم الردم والدمك بترابة مناسبة معتمدة، حتى منسوب قاع حفر الخندق.

٣- إذا وجدت طبقة من التربة ضعيفة التحمل في قاع الخندق، فيلزم إزالة هذه التربة والوصول إلى التربة السليمة القادره على تحمل الإجهادات التصميمية، ثم الردم مع الرش والدمك حتى منسوب قاع الخندق التصميمي، بترابة مناسبة.

يتم الردم الجزئي على بدن المواسير باستخدام أتربة ناعمة خالية من الحصى والمواد الغريبة بارتفاع ٣٠ سم، على أن يترك مكان للوصلات (الرأس والذيل)، وينفذ هذا الردم الجزئي قبل بدء اختبار الضغط الهيدروليكي للمواسير بالموقع.

د - الردم الجزئي

بعد إجراء اختبار الضغط الهيدروليكي ونجاحه يتم الردم الكلى على ذلك الجزء من خط المواسير الذي تم اختباره وتبين أنه لم يحدث به أي تسرب للمياه من وصلات المواسير. وتستخدم في الردم الكلى أتربة ناعمة خالية من الحصى والمواد الغريبة حتى سطح الخندق، وبطبقات ارتفاعها ٢٥ سم مع الرش بالماء والدمك بالمندالة، لتكون تامة التماسك.

هـ - الردم الكلى

تتم تسوية سطح الخندق بعد الانتهاء من الردم الكلى على خط المواسير، بحيث يعود إلى نفس منسوبه قبل الحفر. وتنزال كل الأتربة والمخلفات الزائدة أو لا بأول.

و - تسوية سطح الخندق

٤- توريد وتركيب أ - توريد المواصلات:

خطوط المواصلات يتم توريد المواصلات من النوع المناسب لطبيعة التربة وظروف التشغيل من الأنواع السابق عرضها بالتفصيل في الفصل السابق من هذا الكتاب، وتورد المواصلات طبقاً للمواصفات المطلوبة مع مراعاة الآتي:

- * فحص جميع المواصلات والوصلات والقطع الخاصة وغيرها عند وصولها للموقع، ولا يتم الاحتفاظ بالتاليف منها.
- * تراعي الاحتياطات الواجبة في التنزيل والتخزين تبعاً لنوع المواصلات.

ب- تركيب خطوط المواصلات:

تتبع الخطوات التالية لتركيب خطوط المواصلات:

- * يتم تركيب المواصلات بالخندق مع مراعاة الآتي:
 - ارتكاز الماسورة بكامل بدنها على قاع الخندق السابق تسويته حسب المنسوب المبينة بالرسومات، مع فحص المواصلات للتأكد من خلوها من أي تلف أو شروخ تكون قد حدثت أثناء التخزين.
 - خفض منسوب قاع الخندق عند وصلات المواصلات (الرأس والذيل) والقطع الخاصة، وذلك بالقدر المناسب لضمان ارتكاز الماسورة بالكامل على القاع.
 - تنظيف طرف كل ماسورة قبل تركيبها.
- * يتم تحديد موقع الكيغان ودرجة انفراجها.
- * تُعمل دعامات خرسانية عند المنحنى الخارجي للكيغان لسندتها، وكذلك دعامات خرسانية لثبت القطع الخاصة (من مشتركات وكيغان ومساليب وغيرها).
- * تُركب الكيغان والقطع الخاصة بعد اختبارها بالمصنع تحت الضغوط المحددة للمواصفات.

وإذا كانت هذه القطع مصنوعة من الزهر فيتم الحصول عليها من أحد المسابك المعتمدة، وتدهن من الداخل بطبقة من البيتومين (BF4) ومن الخارج بعد ٣ طبقات من البيتومين الأسود البارد أو البيتومين الساخن

على ألا يقل سمك طبقة البيتومين عن ٥،٠ سم. ويورّد مع القطع الخاصة كل ما يلزمها من مسامير وأوشاش كاوتشوك مقوى وصواميل وجاوبيات وغيرها.

* تورّد وتُركب محابس القفل من الطراز ذي السكينة المزدوجة الفلانجات بأقطار حتى ٢٥٠ مم طبقاً للمواصفات البريطانية (أو ما يعادلها)، ويكون عمود المحبس من النوع المزود بجسمة تساعد على رفع وخفض السكينة في حالة الفتح والقفل عند دوران العمود ثابتًا في مكانه. ويتم اختبار المحبس هيدروليكيًا بالمصنع في حالة قفل السكينة على ضغط اختبار ١٠ جو، لبيان مدى إحكام قفل السكينة. كما يتم اختبار الجسم الخارجي للمحبس على ضغط لا يقل عن ١٦ جو للتأكد من خلوه من البخاخة. هذا ويورّد مع كل محبس عمود استطاله بطربوش ومسورة واقية من الزهر (زجاجة) وغطاء بصناديق من الزهر يزن ١٥ كجم على الأقل يصلح للتثبيت على قاعدة من الخرسانة العادية، ويورّد لكل محبس مفتاح لفتح الغطاء والمحبس وجميع ما يلزم من مسامير وورد وخلافه.

* إذا توقف العمل في الخط لأى سبب، يُقفل الخط مؤقتاً بطبة مناسبة، وذلك لمنع دخول المياه الجوفية أو السطحية أو أي مواد أخرى تلوث الخط من الداخل.

* على الفور بعد إنتهاء الأعمال المذكورة أعلاه يتم إعداد رسومات خط المواسير كما تم تنفيذها (As built drawings)، وذلك للاستعانة بها (فيما بعد) في معرفة كافة التفاصيل التي تتعلق بالخط والقطع الخاصة والمحابس.

تستخدم مأخذ التوصيلات المنزلية (الوصلات المنزلية) في تغذية العقارات ويتم توصيلها بمواسير التغذية عن طريق ثقب ماسورة التغذية بقطر مناسب لقطر المأخذ المطلوب، وذلك للوصلات ذات القطر حتى ٥٠ مم (٢ بوصة). ويركب مشترك على ماسورة التغذية ومحبس قفل على وصلة التغذية

٣- تنفيذ الوصلات المنزلية

(المأخذ) وذلك للوصلات التي يزيد قطرها عن ٥٠ مم (٢ بوصة).
ويركب عند نهاية كل وصلة العداد المناسب لقياس الاستهلاك.

ويوضح الشكل رقم (٢-٦) وصلة منزلية (بريزة مياه)، بينما يوضح
الشكل رقم (٣-٦) وصلة مياه فرعية (منزلية).

أما الصمامات الصغيرة المركبة على مواسير التوزيع داخل المدينة فتوضع
في صناديق صغيرة من الزهر عبارة عن أسطوانة تتزلق داخل أخرى
(Telescopic Pipes) ترتكز الأسطوانة السفلية على الماسورة المركبة عليها
الصمام وتمتد الأسطوانة العليا لتصل إلى سطح الأرض على أن تغطي
بغطاء من الحديد. وفي هذه الحالة يتم تشغيل الصمام بواسطة عامود حديدي
خاص يمتد داخل الأسطوانة إلى رأس الصمام. وكما هو موضح بالشكل رقم
(٤-٦).

الصندوق السطحي

٤ - تركيب حنفيات هناك نوعان من حنفيات مكافحة الحرائق: حنفية مكافحة الحرائق الأرضية،
مكافحة الحرائق وحنفية مكافحة الحرائق الرئيسية.

حنفية مكافحة الحرائق الأرضية:

يبلغ قطر خروج هذه الحنفية ٦٣ مم (٢.٥ بوصة) وتركب داخل غرفة
خاصة بها في الرصيف، بحيث يكون منسوب سطح غطائها مساوياً لمنسوب
سطح الرصيف. ويجب تركيب محبس على وصلة حنفية الحرائق، يتم قفله
فقط عند استبدال أو صيانة الحنفية.

ويبيّن الشكل رقم (٥-٦) قطاعاً رأسياً في وصلة حنفية حرائق أرضية.

حنفية مكافحة الحرائق الرئيسية:

ترتفع هذه الحنفية ارتفاعاً رأسياً عن سطح الأرض بمقدار ٩٠ سم ولها
مخرج رئيسي أو مخرجين فرعيين، وتتميز بأن مخارجها أفقية. ويلزم طلاء
هذه الحنفية باللون الأحمر وحمايتها من جهة الشارع بسياج من مواسير

معدنية، على ألا يشكل هذا السياج عائقاً عند تركيب الخراطيم بمخارج الحنفية ويكون اتصالها بالخط الرئيسي مثل حنفية حريق الأرضية.

ويبيّن الشكل رقم (٦-٦) قطاعاً رأسياً في وصلة حنفية حريق رأسية.

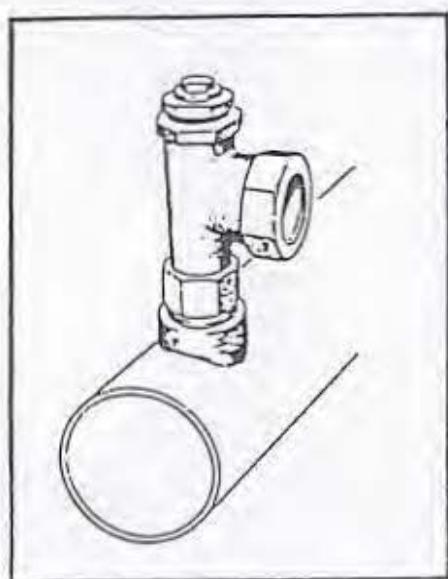
توضع حنفيات الحريق في شبكة المواصلات على مسافات تتوقف على العوامل الآتية:

- ١ الضغط الموجود في شبكة المواصلات.
- ٢ احتمالات حدوث الحرائق.
- ٣ قيمة الممتلكات في المنطقة والمراد حمايتها ضد الحريق.
- ٤ نوع المواد المستعملة في المباني ومدى مقاومتها للحرائق.
- ٥ استعمالات المنطقة تحت الدراسة هي منطقة سكنية أو صناعية أو تجارية.

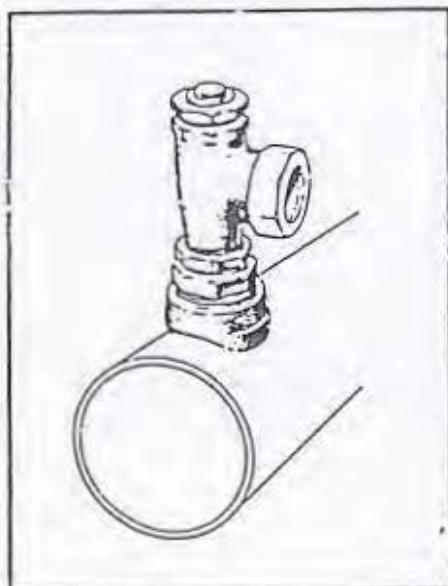
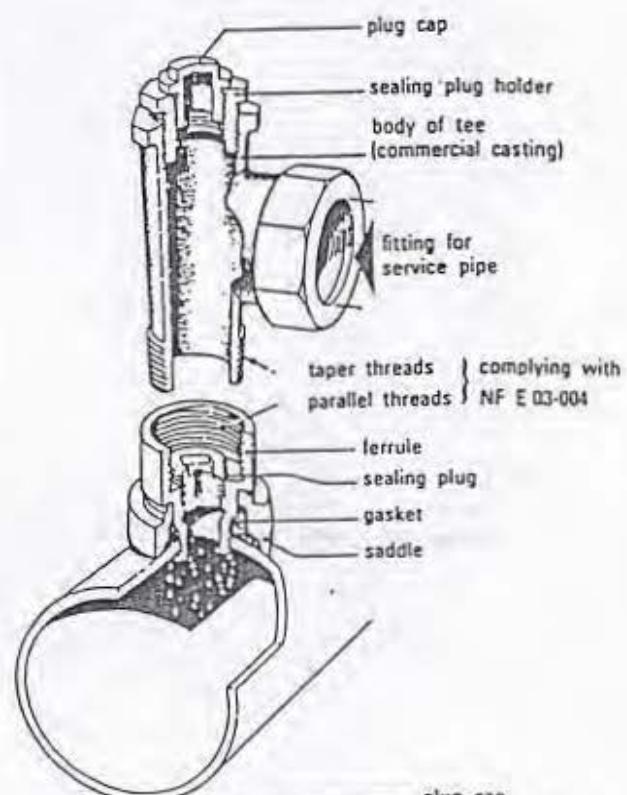
ويوصى دائمًا بألا تتجاوز المسافات بين حنفيات الحريق والمسافات الآتية:

المناطق الصناعية والتجارية العالية القيمة	٥٠ - ٧٠ متر
المناطق السكنية المتلاصقة المبنية	٩٠ - ٧٠ متر
المناطق ذات المساكن المنفصلة (فيلات)	١٥٠ - ٩٠ متر

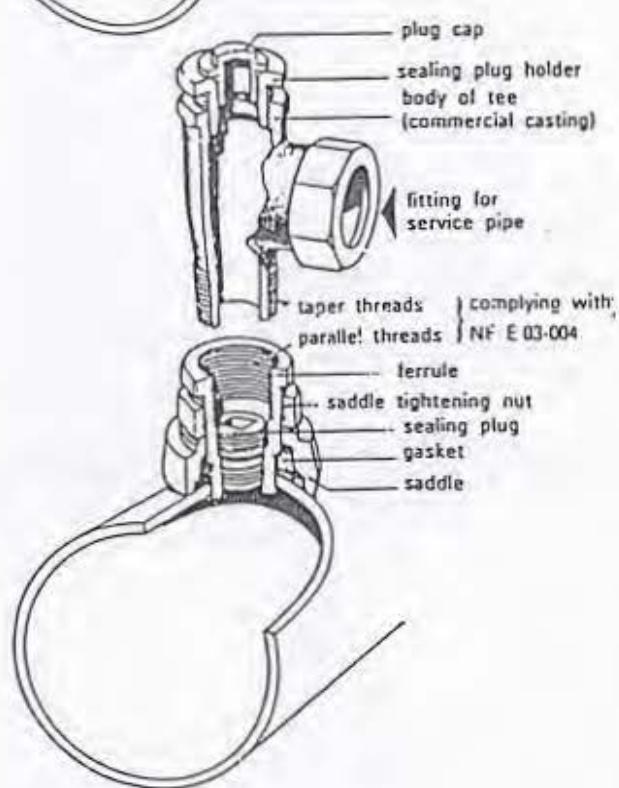
ويجب ألا يقل قطر الماسورة التي ترتكب عليها حنفية الحريق عن ستة بوصات كما أنه يرتكب على كل صمام ثلاثة خراطيم وهو أقل عدد من الخراطيم يلزم لمقاومة أي حريق - على ألا يقل تصرف كل خرطوم عن عشرين لتر في الثانية.



TYPE E 20

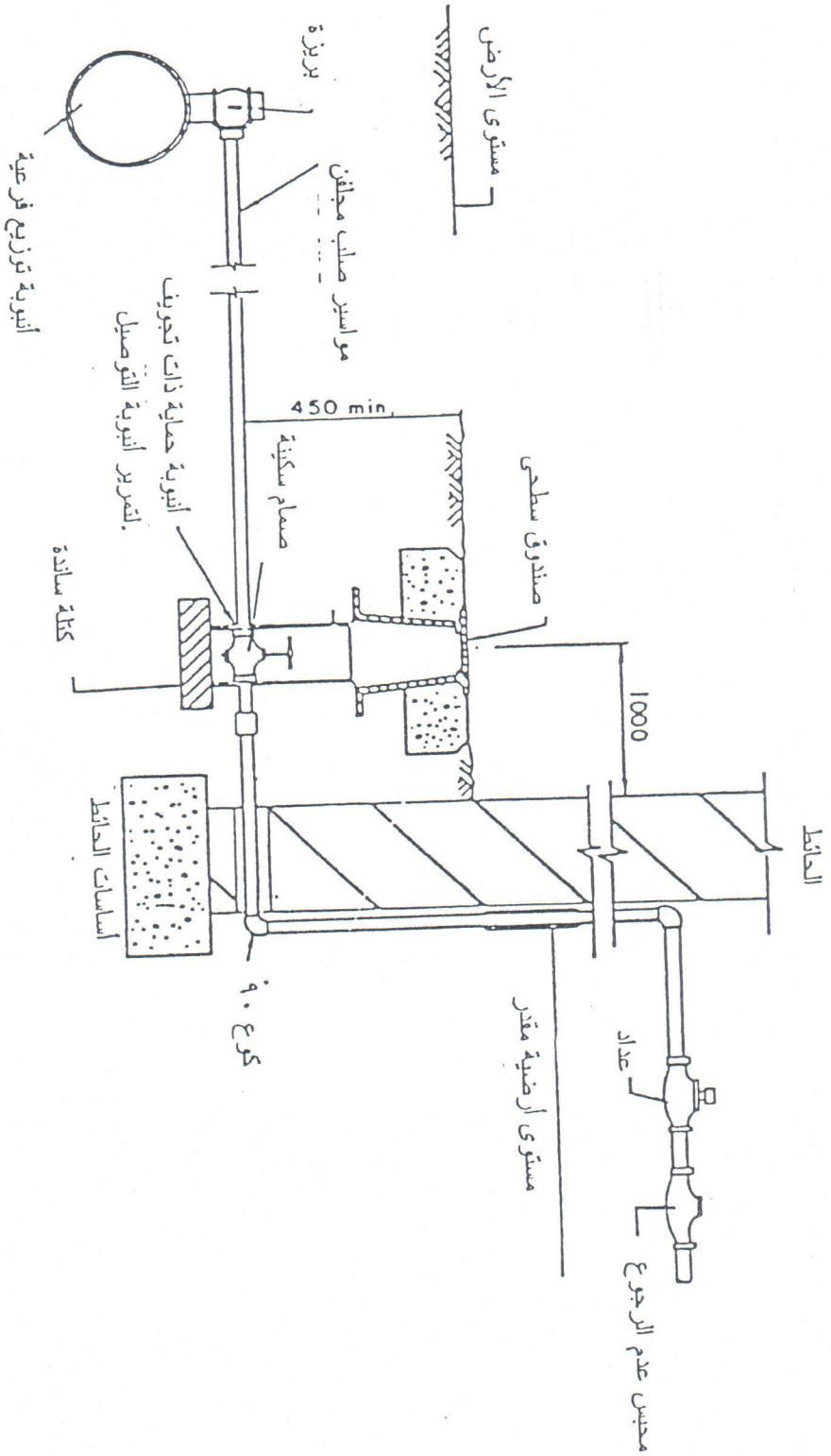


TYPE E 25

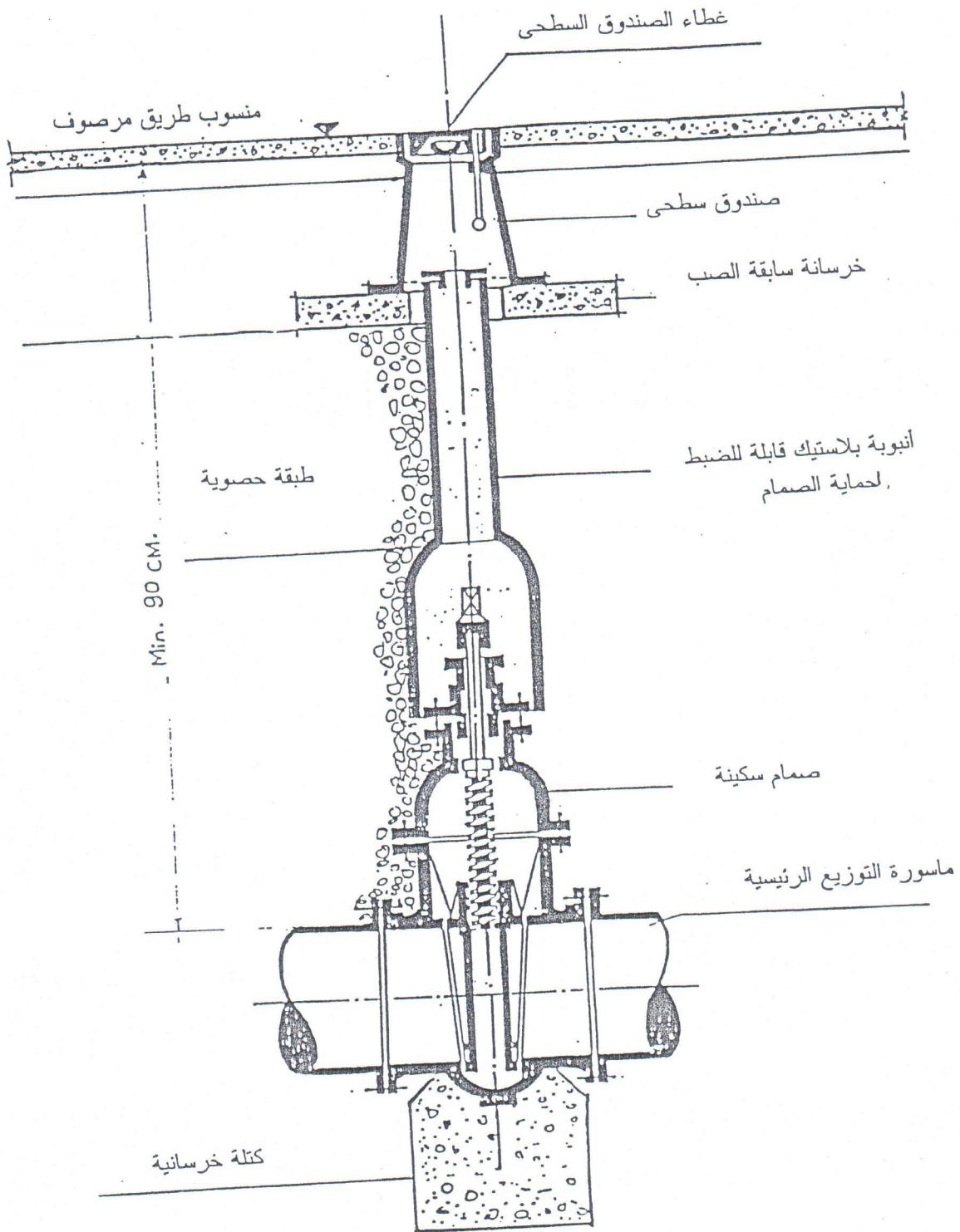


(٢-٦) شكل رقم

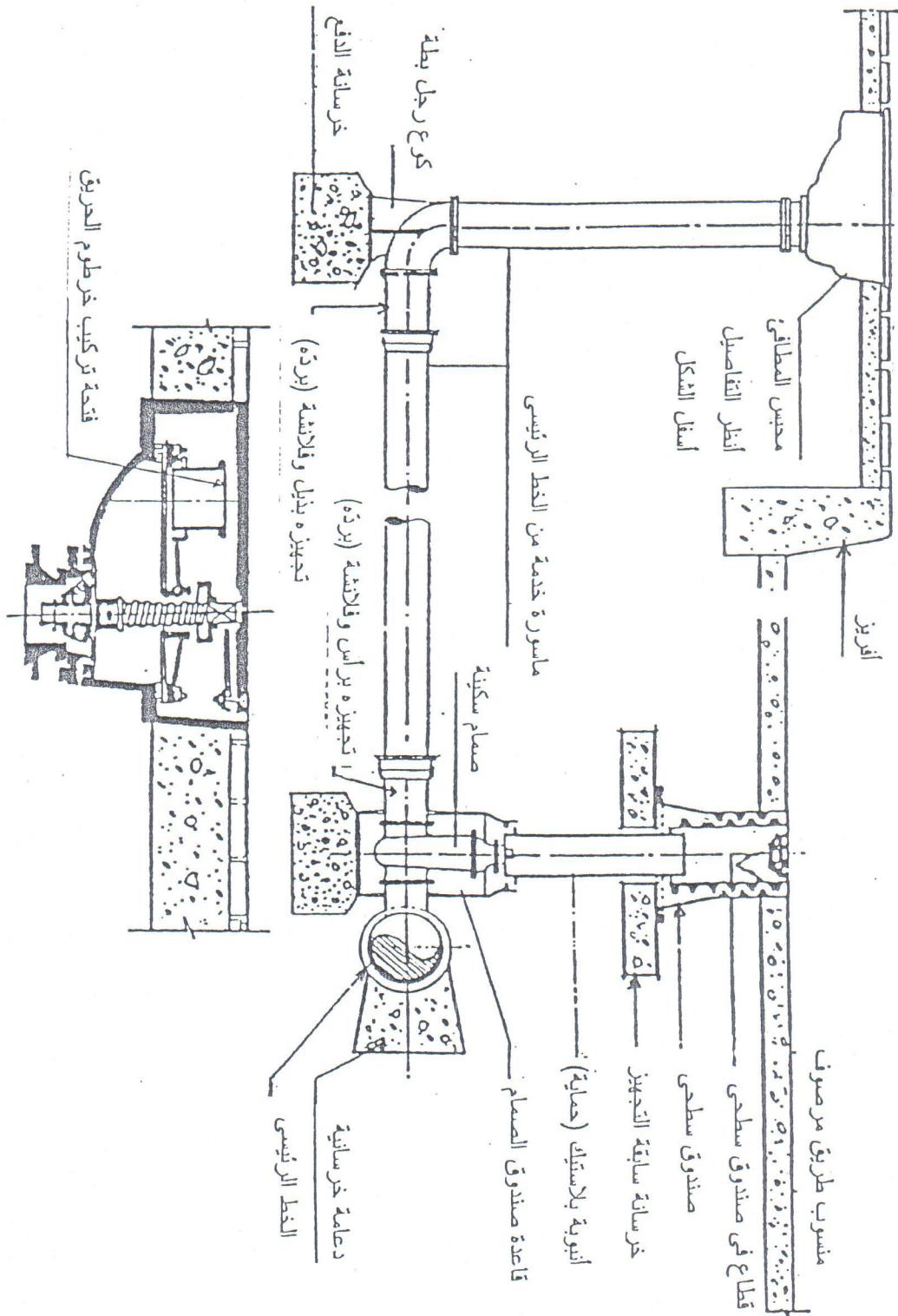
تفاصيل وصلة منزليّة (بريزَة مياه)



شكل رقم (٦-٣)
وصلة مياه فرعية (منزليّة)

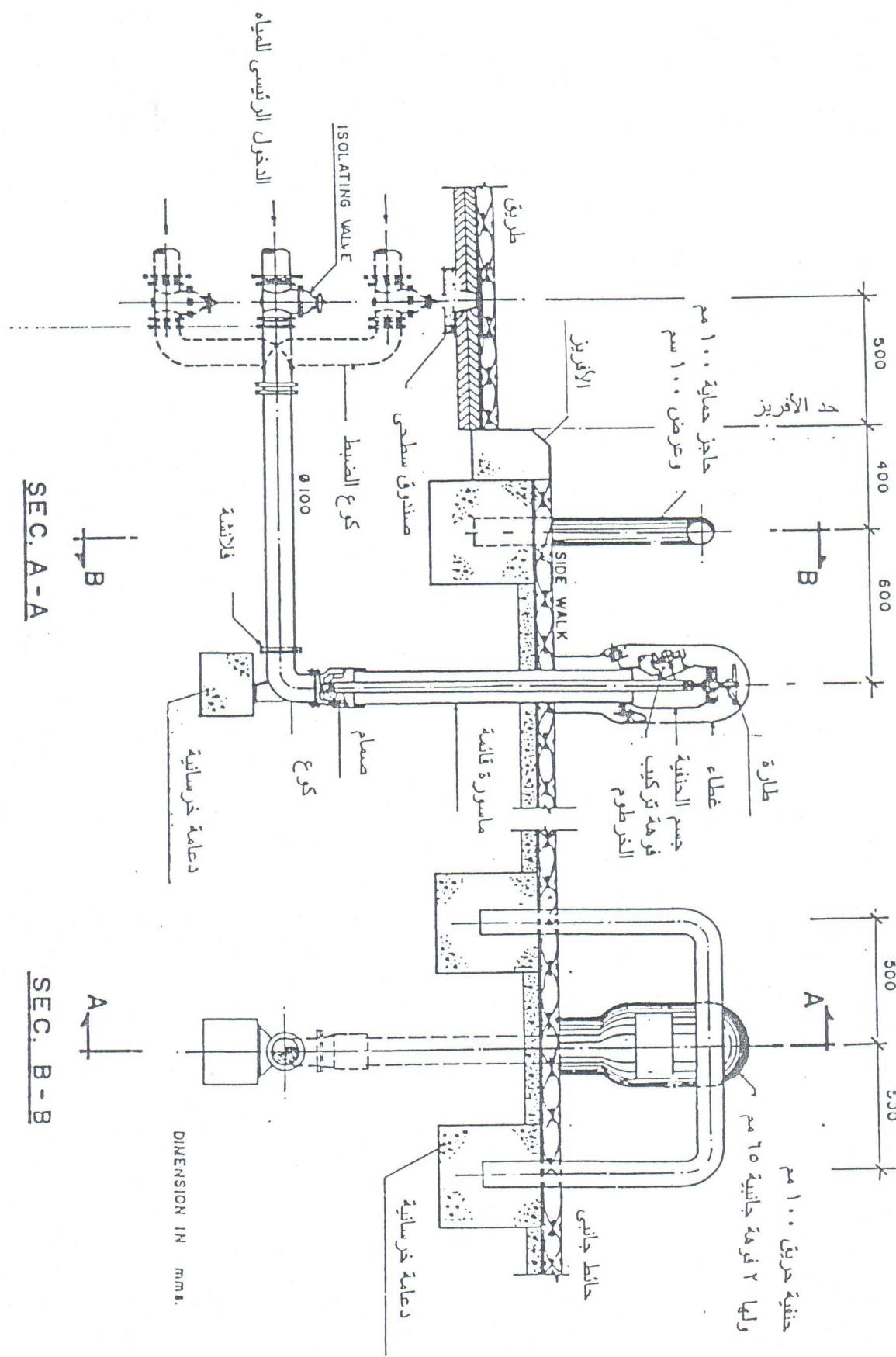


شكل رقم (٤-٦)
الصناديق السطحى

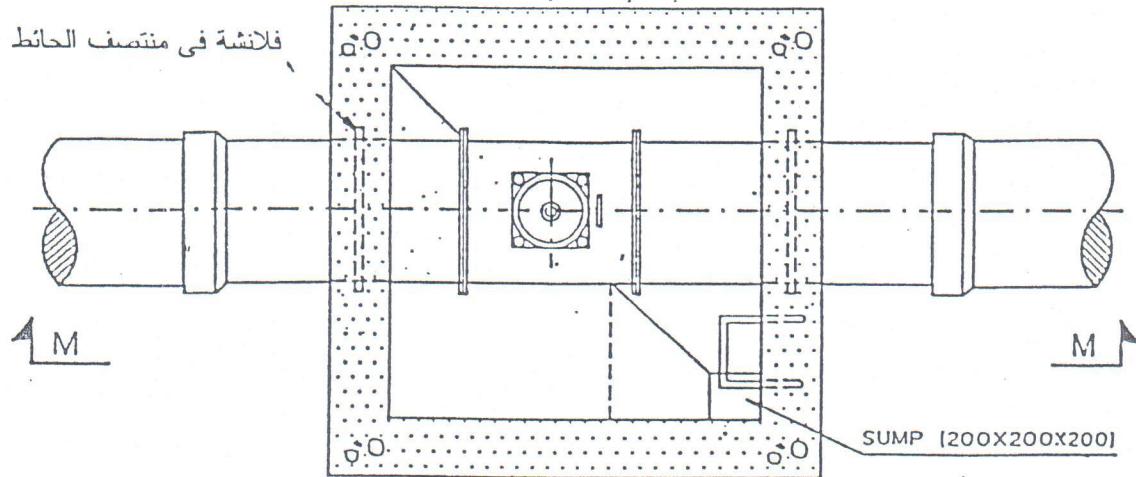


شكل رقم (٦-٥)

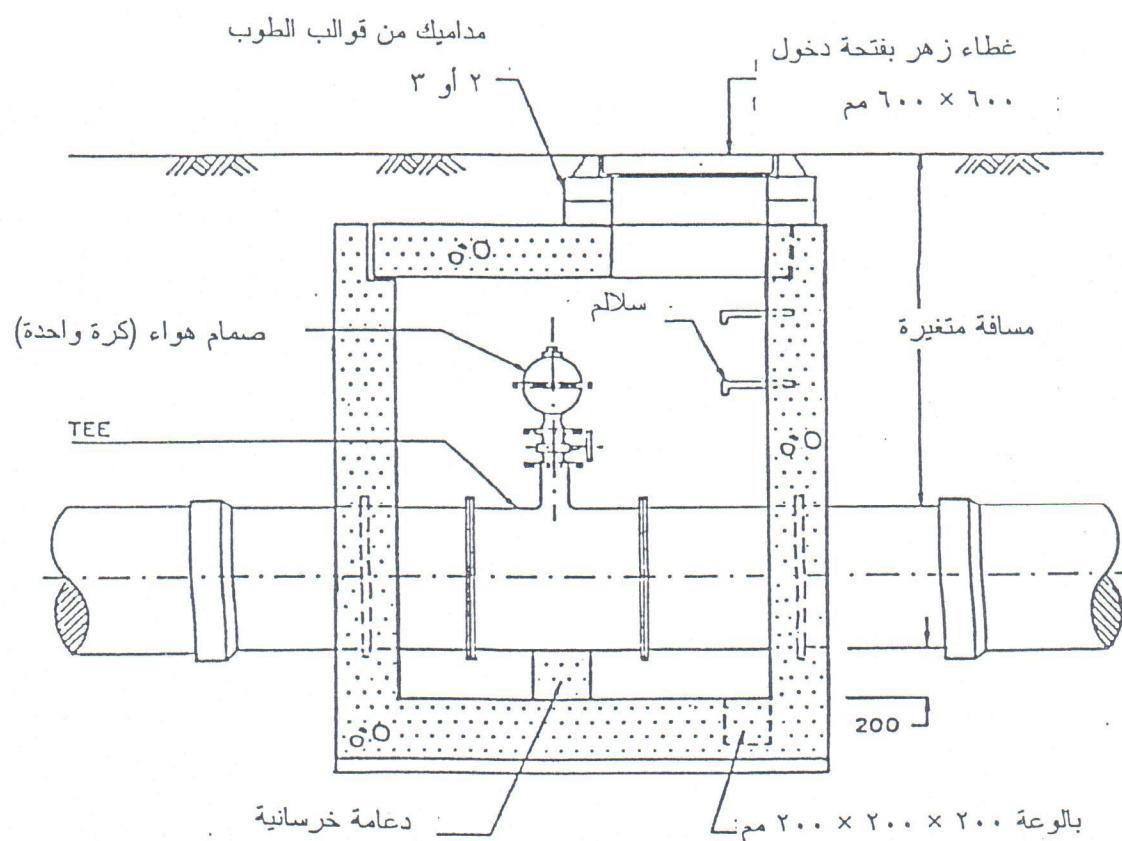
قطاع رأسى فى وصلة حنفيه حريق افقية (ارضية)



شكل رقم (٦-٦)
قطاع رأسى فى وصلة حنفية حريق رئيسية

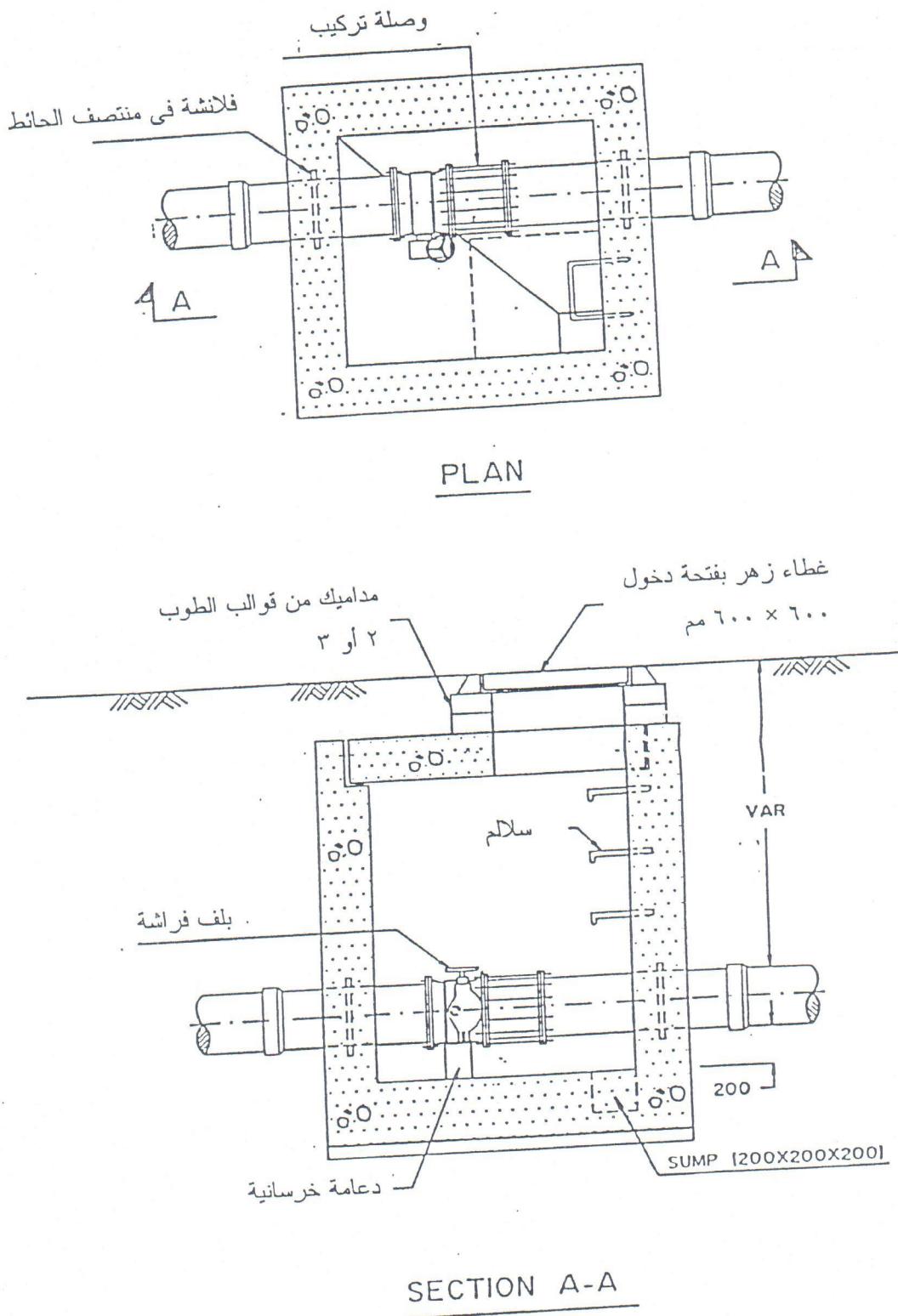


PLAN

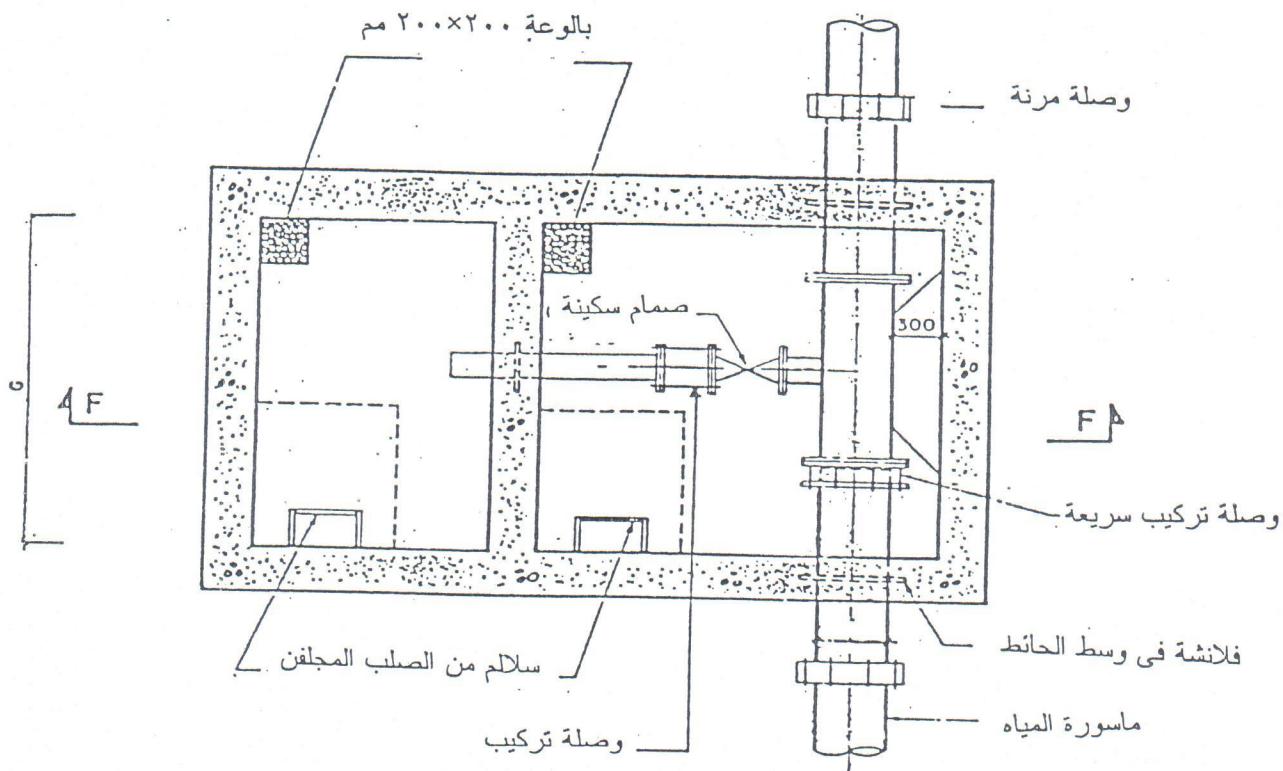


SECTION M-M

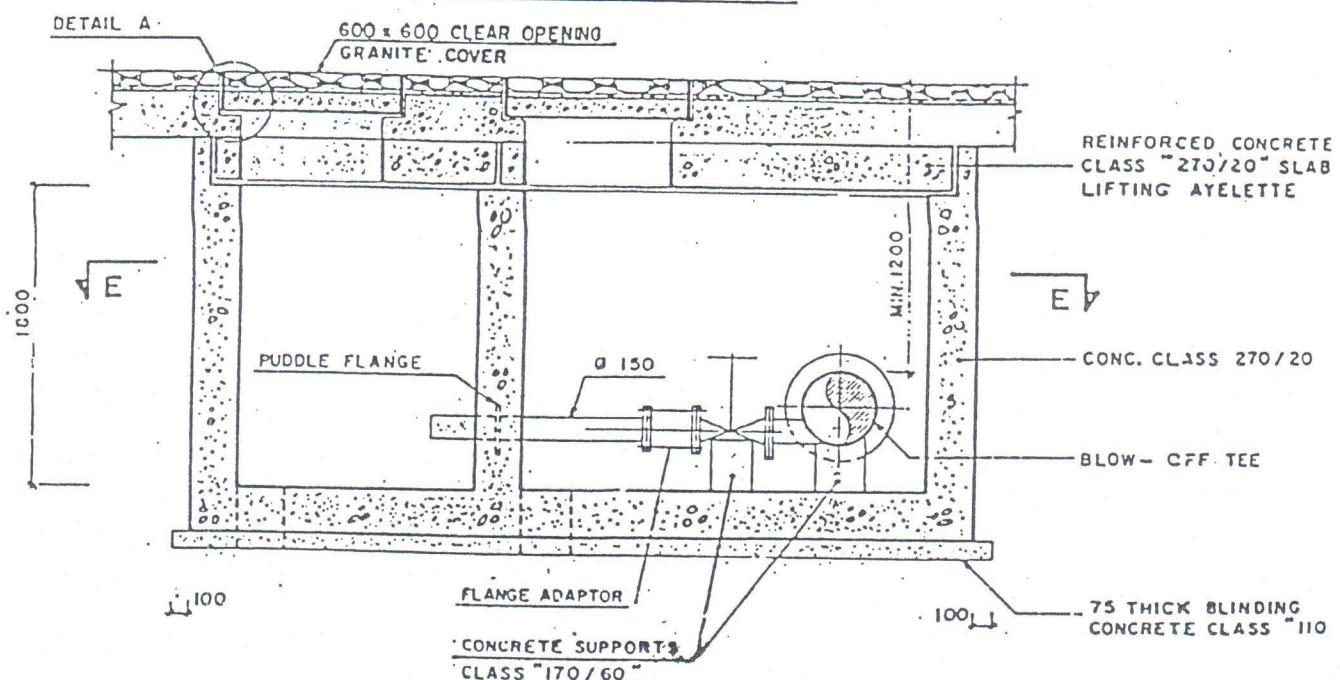
شكل رقم (٧-٦)
تفاصيل غرفة محبس هواء



شكل رقم (٨-٦)
تفاصيل غرفة محبس حاجز



SECTIONAL PLAN E-E



SECTION F-F

شكل رقم (٩-٦)

تفاصيل غرفة محبس غسيل

- ٦ - إنشاء العدایات**
- العدایة هي المنشأ الصناعي الذي يلزم تنفيذه لتمرير وحماية مواسير المياه والصرف الصحى عند تقاطعها مع الطرق الرئيسية أو المجارى المائية أو خطوط السكك الحديدية، وذلك بتمرير الماسورة داخل فاروخ ليتحمل عن الماسورة الإجهادات التي تنشأ عن أحمال المرور أو تأثير المياه الجوفية أو التيارات الكهربائية الشاردة أو أية أحمال أخرى ديناميكية أو استاتيكية.
 - يتم تعدية المواسير أسفل أو خلال هذه الموانع طبقاً للرسومات التصميمية المعدة للتنفيذ وبشروط ومواصفات الجهة المالكة مع ضرورة تواجد أحد مهندسيها للاشتراك في الإشراف على التنفيذ طوال مراحله.
 - يراعى في جميع أنواع العدایات أن يكون اتصال المواسير ببعضها بواسطة فلانشات لسهولة أعمال الصيانة المستقبلية وبالأطوال المناسبة.
 - في عدایات المجارى المائية غير الملاحية يتم تحمل المواسير على دعامات (خوازيق).
 - تصنع العدایات من مواسير من الصلب تلف ثم تلجم باللحام الكهربائي طولياً وعرضياً بحيث تكون مطابقة للمواصفات البريطانية (أو ما يعادلها)، وبسمك لا يقل عن السمك الموضح بالجدول رقم (٢-٦)، أو تكون من النوع الملحوم حلزونياً حسب المواصفات المعتمدة، وتكون كل المواسير من النوع ذي الفلانشات المتحركة.
 - وبعد أن يتم اختبار المواسير هيدروليكيًا في المصنع (على ضغط ٢٥ جوى). تُبطن من الداخل بطريقة اللف المركزي بالبيوتومين (BF4)، بسمك لا يقل عن ١٠٠ مم، أو بالأسمنت طبقاً للمواصفات المعتمدة.

جدول رقم (٢-٦)
كشف بيان أسماك المواسير الصلب

السمك (مم)	القطر الخارجي (مم)	القطر الاسمى (مم)
٣,٥	١١٤,٣	١٠٠
٤,٥	١٦٨,٣	١٥٠
٥,٠	٢١٩,٠	٢٠٠
٥,٠	٢٧٣,٠	٢٥٠

- كما تغطى المواسير من الخارج ميكانيكيا بطبقتين من الصوف الزجاجي المشبع بالبيتومين، بسمك لا يقل عن ٥,٠٠ مم وتغطى فلانشات المواسير بدهانها بطبقتين من البيتومين الساخن (BF4).

- وتعمل القطع الخاصة من كيغان وتيهات وقطع اتصال ومساليب وأى قطع أخرى من الصلب، بالأسماك والأوزان المبينة بالمواصفات البريطانية (أو ما يعادلها)، وتتبع مواصفات المواسير المستعملة، وتغطى القطع الخاصة والوصلات من الداخل والخارج طبقا لما هو موضح بمواصفات المواسير، ويجب أن تخرط جميع الأوشاش لهذه القطع وتتقب طبقا للمواصفات سالفة الذكر.

أنواع العدایات

1 - عدایات السکك الحدیدیۃ:
 تتكون العدایة من مواسير الصلب المذکورة عالیہ للمواصفات البريطانية (أو ما يعادلها)، ومجطاۃ بطبقتين من الصوف الزجاجي المشبع بالبيتومين بسمك لا يقل عن ٥,٠٠ مم، ومن أحسن نوع وتكون بوصلات ذات أوشاش متحركة، وتوضع الماسورة داخل ماسورة واقیة من الخرسانة المسلحة بقطر يعادل ضعف قطر ماسورة المياه (المارة داخل العدایة)، وبحيث لا يقل عن ٥٠,٠ سم ولا يزيد عن ١,٠ متر. وتنصم هذه الماسورة الواقیة لتحمل

حركة المرور حسب مواصفات مصلحة السكك الحديدية. وترتَّز ماسورة المياه داخل الماسورة الواقية على كراسي من الخرسانة المسلحة، طبقاً للرسومات التفصيلية المعتمدة للعداية بمقاييس رسم (١٠:١) موضحاً عليها مقاساتها.

٢ - عدایة الطرق :

ت تكون العداية من مواسير الصلب السابق ذكرها والمطابقة للمواصفات البريطانية (أو ما يعادلها). والفئة بالметр الطولى للمواسير الصلب تشمل توريدتها وتركيبها، وكذا توريد وتركيب المواسير الواقية من الخرسانة المسلحة بالقطر المطلوب وجميع المواد اللازمة من مواد اتصال وأوشاش كاوتشوك وصواميل وورد وخلافه وترميم الدهانات أو الطبقات الواقية إذا أصيبت بأى تلف وكل ما يلزم للتثبيت ودهان الأجزاء المعدنية وخلافه والحرف والردم ونزع المياه والاختبار والصلب وكل ما يلزم للمحافظة على سلامة الطريق، وذلك طبقاً للرسومات التفصيلية المعتمدة للعداية (بمقاييس رسم ١٠:١)، وعلى المقاول عند تنفيذ هذه العدائيات الاتصال بالجهات المختصة، واتباع جميع التعليمات التي تصدر إليه من هيئة الطرق والتي تتضمن سلامة الطريق وحركة المرور.

٣ - عدایة المجارى غير الملاحية :

ت تكون العداية من مواسير الصلب السابق ذكرها والمطابقة للمواصفات البريطانية (أو ما يعادلها) بوصلات ذات أوشاش متحركة ومغطاه بطبقتين من الصوف الزجاجي المشبع بالبيتومين من أحسن نوع، وتثبت العداية عند نهايتها بكل من الخرسانة، وبلح (ولد) لكل عدایة بوش بالسمك المناسب حسب مواصفات العقد ليركب عليه صمام الهواء. وعلى المقاول تقديم رسومات تفصيلية لكل عدایة (بمقاييس رسم ١٠:١) لاعتمادها.

كما ترتَّز العداية على قوائم من مواسير الحديد المجلفن قطر ٢٠٠ مم، تثبت بقاع المجرى بواسطة براريم من الزهر وتصب خرسانة داخل الماسورة بنسبة ٢٥٠ كجم أسمنت: ٤،٠ متر مكعب رمل: ٨،٠ متر مكعب زلط، وذلك

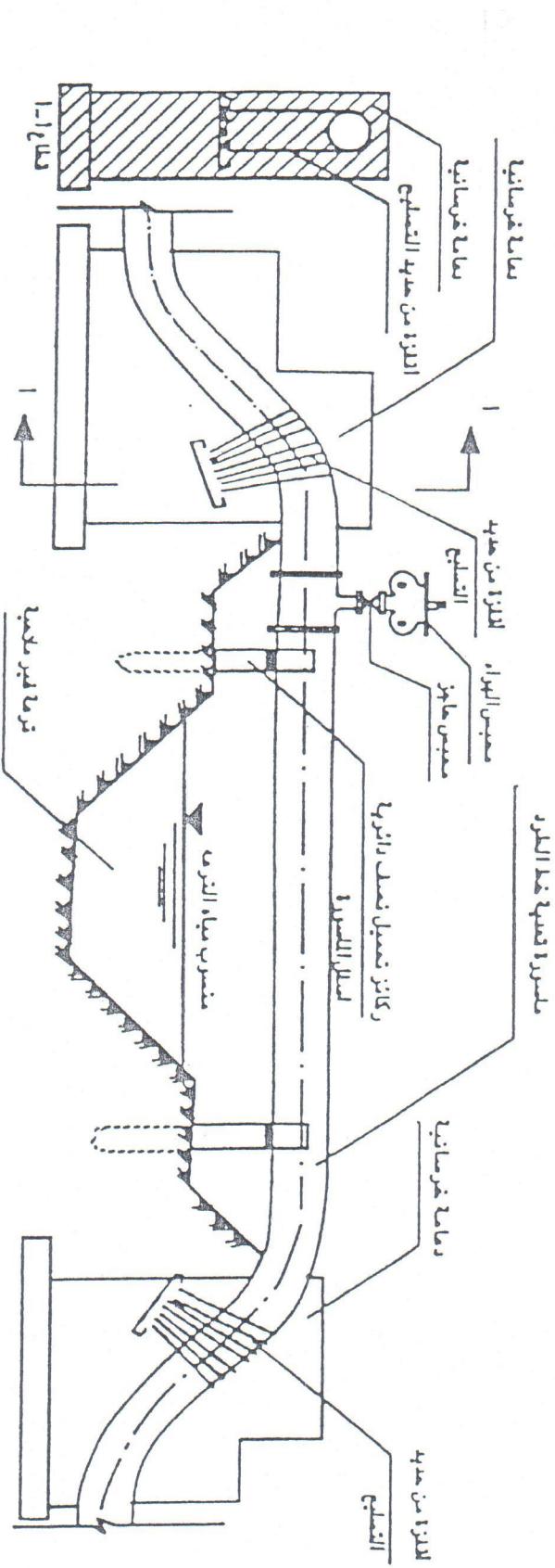
بعد وضع زاوية حديد (٧ سم) بطول الماسورة القائمة تثبت بها زوايا على شكل هلال، حسب الرسومات لترتكز عليها ماسورة التغذية. ويجب أن تكون هذه الماسورة من قطعة واحدة بين كل حاملين، ويركب على محبس الهواء صندوق صاج.

ويوضح الشكلان رقمـا (١٠-٦)، (١١-٦) أمثلة لتعدية خط مواسير رئيسية لترعة غير ملاحية، وكذلك تعدية خطوط أسفل السكك الحديدية.

٧ - الدعامات الخرسانية

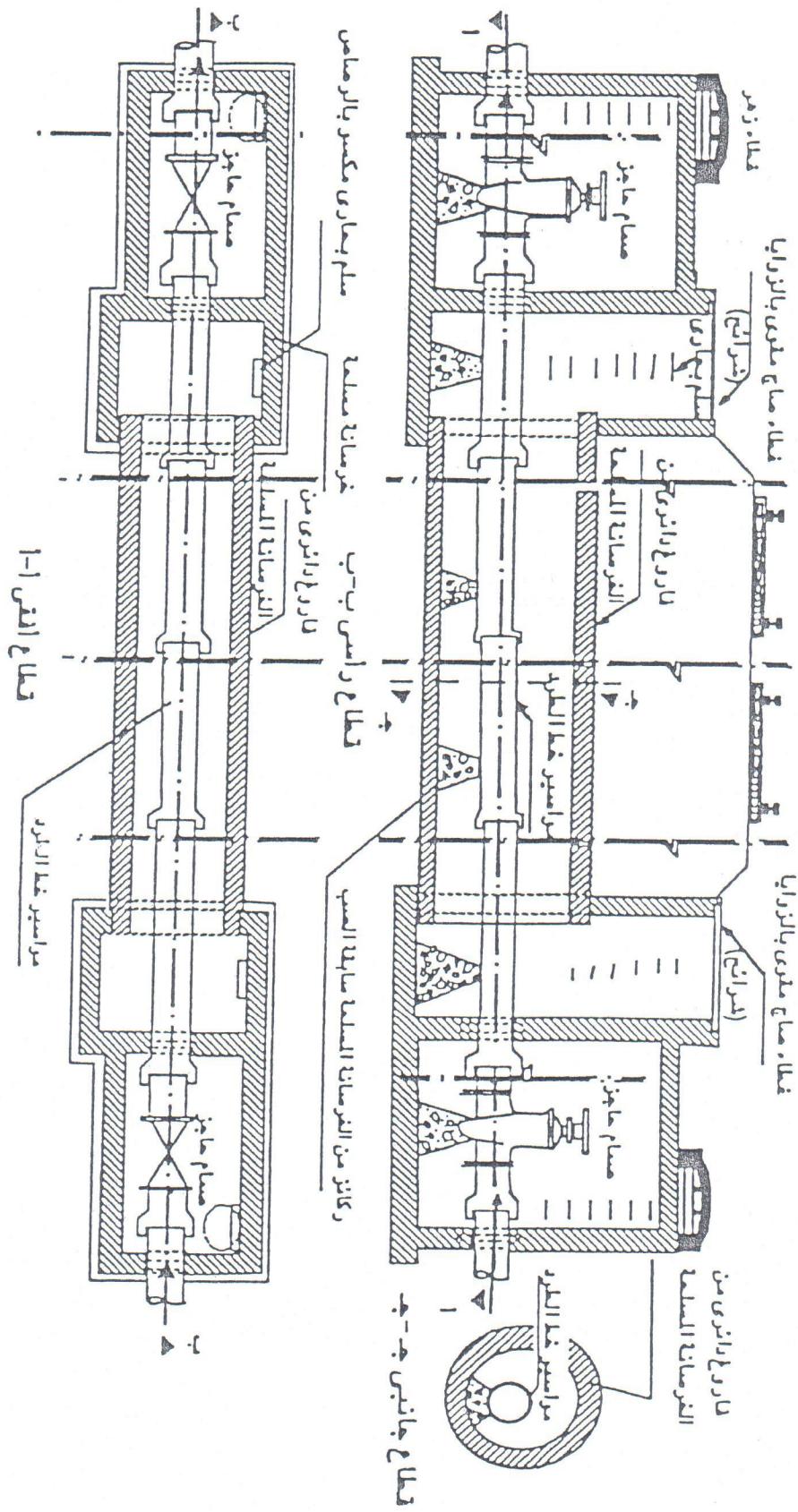
- يتطلب تنفيذ الدعامات الخرسانية مراعاة ما يلى:
- يتوافق تصميم الدعامة الخرسانية مع مدى تحمل التربة فى الموقع المطلوب، ويتناسب مع قطر الكوع، ويسترشد فى ذلك الجدول رقم (٣-٦) لأبعاد الدعامات الخرسانية خلف الأكواخ.
- يتم إعطاء الدعامة الوزن الكافى للتغلب على القوى المؤثرة فى حالة ضعف التربة.
- يجب عدم ترك فراغ بين التربة وبين الدعامة الخرسانية، مع مراعاة صب خرسانة الدعامة مباشرة على التربة حسب التصميم.
- يجب صب الدعامة الخرسانية بدون توقف أو فاصل صب.

ويبين الشكل رقم (١٢-٦) أماكن وضع الدعامات الخرسانية على القطع الخاصة فى شبكة المواسير. وسوف نوضح فى الفصل السابع القوى والاجهادات والضغط الذى تتعرض لها المواسير والقطع الخاصة بالتفصيل.



شکل رقم (۱-۰۱)

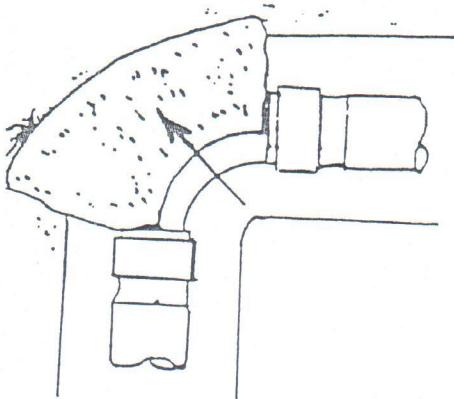
تعديلية خط مواسير رئيسية لترعة غير ملاديبة



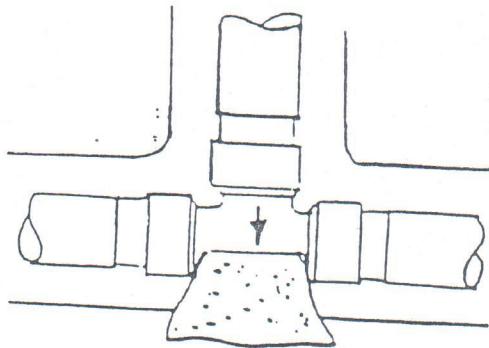
نقطة خط مواسير رئيسية أسفل السدك الحديدية

جدول رقم (٣-٦)
مقاسات الدعامات الخرسانية خلف الأكواح

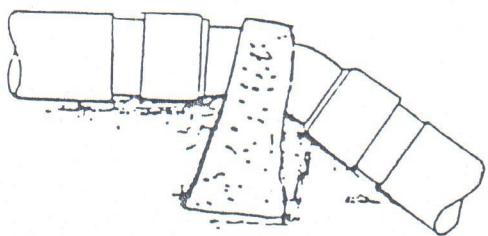
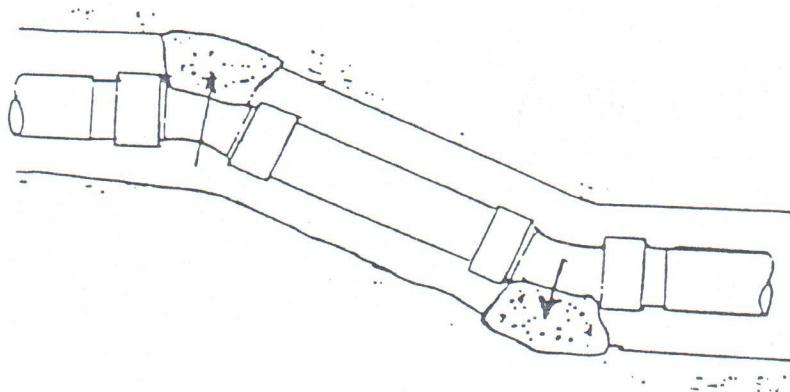
و (سم)	ه (سم)	د (سم)	ج (سم)	ب (سم)	أ (سم)	زاوية الكوع (درجة)	القطر م
٩٠	٤٠	٩٠	٦٠	٢٠	١٨٠	٩٠,٠٠	٦٠
٩٠	٤٠	٩٠	٦٠	٢٠	١٤٠	٤٥,٠٠	
٩٠	٤٠	٩٠	٦٠	٢٠	١٤٠	٢٣,٥٠	
٩٠	٤٠	٩٠	٦٠	٢٠	١٠٠	١١,٢٥	
٨٠	٤٠	٧٠	٦٠	٢٠	١٠٠	٩٠,٠٠	٥٠
٨٠	٤٠	٧٠	٦٠	٢٠	١٢٠	٤٥,٠٠	٤٠
٨٠	٤٠	٧٠	٦٠	٢٠	١٠٠	٢٢,٥٠	
٨٠	٤٠	٧٠	٦٠	٢٠	٨٠	١١,٢٥	
٧٠	٤٠	٦٠	٦٠	٢٠	١٣٠	٩٠,٠٠	٣٥
٧٠	٤٠	٦٠	٦٠	٢٠	١٠٠	٤٥,٠٠	٣٠
٦٠	٤٠	٦٠	٦٠	٢٠	٨٠	٢٢,٥٠	٢٥
٦٠	٤٠	٦٠	٦٠	٢٠	٧٠	١١,٢٥	
٦٠	٤٠	٦٠	٦٠	٢٠	١١٠	٩٠,٠٠	٢٠
٦٠	٤٠	٦٠	٦٠	٢٠	٨٠	٤٥,٠٠	١٥
٦٠	٤٠	٦٠	٦٠	٢٠	٧٠	٢٢,٥٠	
٥٠	٤٠	٦٠	٦٠	٢٠	٧٠	١١,٢٥	



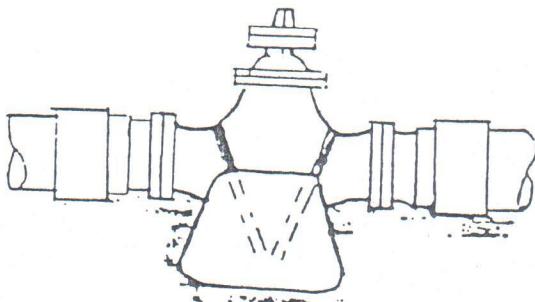
دعامة خرسانية خلف الكوع



دعامة خرسانية خلف المشترك



دعامة خرسانية لکوع رأس



دعامة خرسانية أسفل قاعدة المحبس

شكل رقم (١٢-٦)

أماكن وضع الدعامات الخرسانية على القطع الخاصة في شبكة المواصلات

الفصل السابع

الضغوط والإجهادات في المواتير

الفصل السابع

الضغط والإجهادات في المواسير

مقدمة

تعرض جدران مواسير شبكات توزيع المياه للإجهادات نتيجة لقوى الآتية المؤثرة عليها:

- ١ - الإجهاد نتيجة للضغط الداخلية (Internal pressure) بسبب سير الماء فيها تحت ضغط لا يقل عن ٢٥ متر في أقصى نقطة في الشبكة.
- ٢ - ضغوط نتيجة تغير في اتجاه سير الماء (Change in direction) نتيجة لانحناء في تحطيط الشبكة.
- ٣ - ضغط المطرقة المائية (Water hammer) وهو الضغط الناتج عن غلق صمامات بسرعة أو فجأة.
- ٤ - ضغط نتيجة تعرض المواسير للتغير في درجات الحرارة (Temperature stresses)

١ - **الإجهاد نتيجة** وهذا يسبب تعرض جدران المواسير للشد (Tension stresses) شكل رقم (١-٧) الذي يمكن تقديره بالمعادلة:

$$(1-7) \quad S = \frac{dP}{2t} = \frac{rP}{t}$$

للماء

حيث:

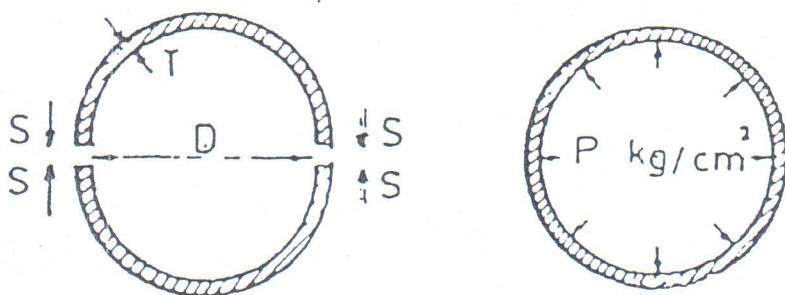
قوية الشد في جدار الماسورة (كيلو جرام / سم^٢) = S

قطر الماسورة بالسنتيمتر = d

الضغط الداخلي للماء (كيلو جرام / سم^٢) = P

سمك جدار الماسورة بالسنتيمتر = t

نصف قطر الماسورة بالسنتيمتر = r



شكل رقم (١-٧)

الإجهاد نتيجة الضغط الداخلي للمياه

٢ - الإجهاد نتيجة وهذا ينقسم إلى إجهاد نتيجة الضغط الداخلي للماء شكل رقم (٢-٧) وإجهاد نتيجة القوة الطاردة المركزية (Centrifugal force) بسبب سير الماء في الماسورة المنحنية (شكل رقم ٣-٧)، ويقدر الإجهاد نتيجة الضغط الداخلي للماء بالمعادلة:

$$(2-7) \quad P_1 = 2 F_1 \sin \frac{\theta}{2}$$

$$\cos^2 \frac{\theta}{2} + \sin^2 \frac{\theta}{2} = 1 \quad \text{ولما كانت:}$$

$$\cos \theta = \cos^2 \frac{\theta}{2} - \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

$$\therefore P_1 = F_1 \sqrt{2(1 - \cos \varphi)}$$

$$F_1 = \frac{\pi d^2}{4} P$$

كما يقدر الضغط نتيجة القوة الطاردة المركزية بالمعادلة الآتية:

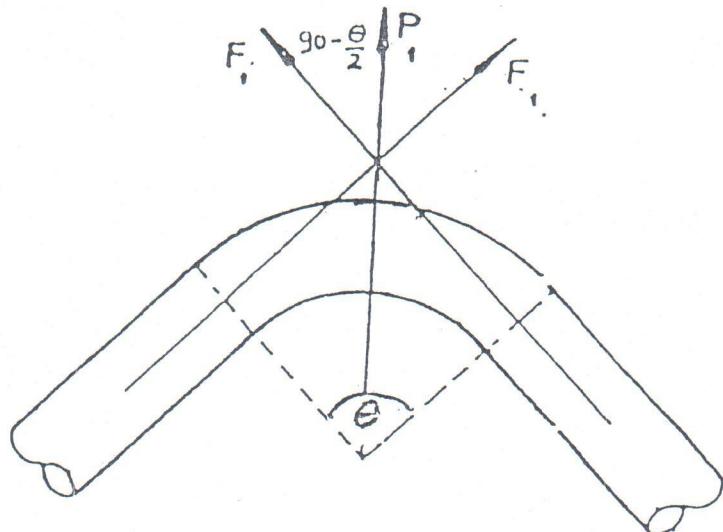
$$(3-7) \quad P_2 = 2 M V^2 \sin \frac{\theta}{2}$$

حيث:

$P_1 = P_2$ محصلة الضغط على نوع (منحنى) الماسورة نتيجة الضغط الداخلي للماء فقط

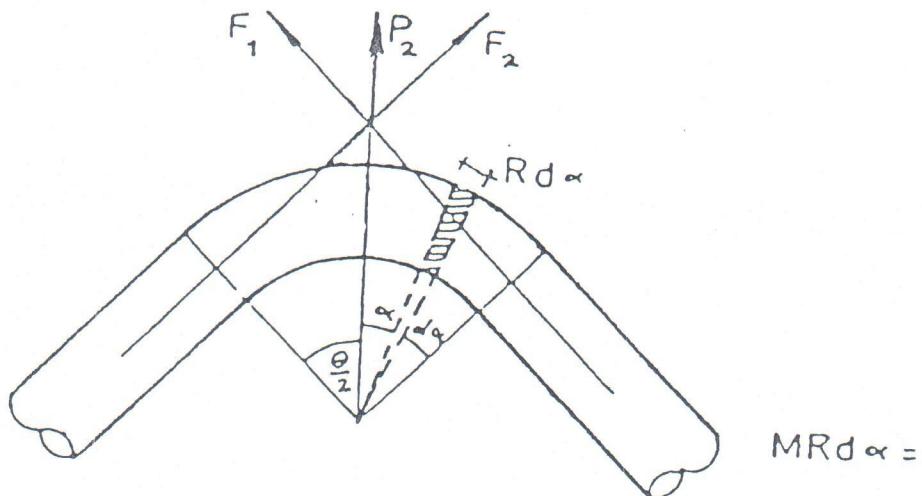
$F_1 = P_1$ الضغط الكلى الداخلى على مقطع الماسورة
 $P = P_1$ الضغط الداخلى للماء في الماسورة

- زاوية انحناء الماسورة $\theta = \theta$
 قطر الماسورة $d = d$
 سرعة سير المياه في الماسورة $V = V$
 كثافة الماء المتحركة / الثانية $M = M$
 محصلة الضغط على كوع (منحنى) الماسورة نتيجة حركة المياه $P_2 = P_2$
 سرعة V في الماسورة



شكل رقم (٢-٧)

الضغط نتيجة التغير في اتجاه الماسورة

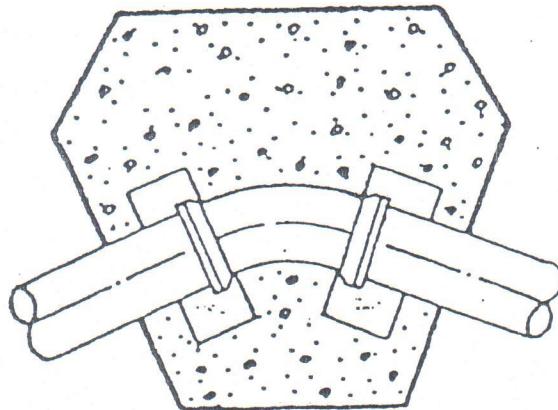


شكل رقم (٣-٧)

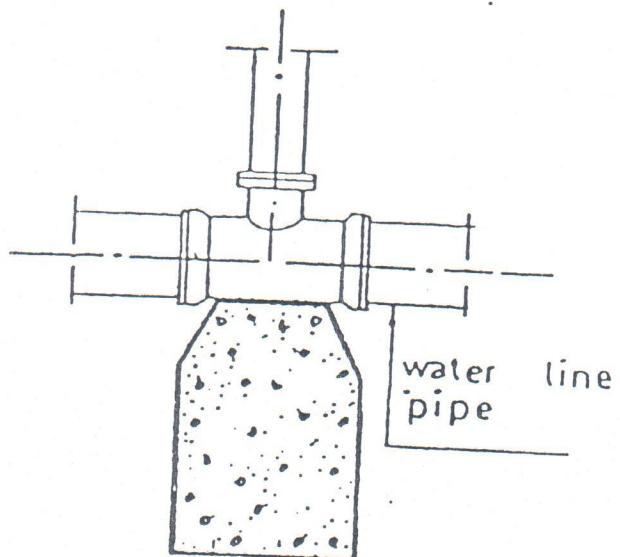
الضغط نتيجة القوة الطاردة المركزية

وبذلك يكون الضغط الكلى على المنحنى والذى قد يسبب حركة الكوع من مكانه $P_1 + P_2$ ، هذا الضغط يجب أن يقاوم بصب خرسانة حول الكوع تسمى الداعمة الخرسانية كما فى الشكل رقم (٤-٧) كما يحسن أن تصب الخرسانة حول الوصلات والمسلوب فى شبكة الموارسir لنفس الغرض كما فى الشكلان رقمان (٥-٧)، (٦-٧).

كما أن القوة الطاردة المركزية تسبب قوة شد على طرفي الكوع $MV^2 = F_2$ ولذلك يجب أن تصميم الوصلة بين الكوع والمسورة لتحمل هذا الشد بالإضافة إلى الضغط $P = \frac{\sum d^2}{4} \cdot P$ الناتج من تعرض الماء لضغط ثابت قدره P كيلو جرام / السنتيمتر المربع دون أن يتأثر لحام الوصلة. ويبين الشكل رقم (٧-٧) أنواع القوى المؤثرة على القطع الخاصة للشبكة وأماكن وضع الدعامات الخرسانية المناسبة لمقاومتها والتغلب عليها.

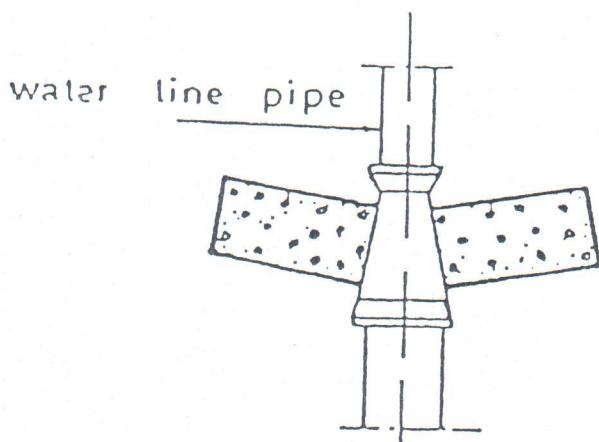


شكل رقم (٤-٧)
داعمة خرسانية حول الكوع



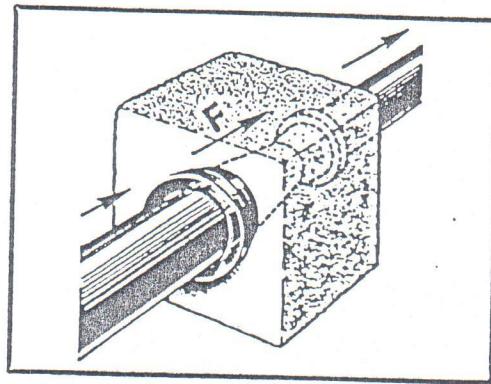
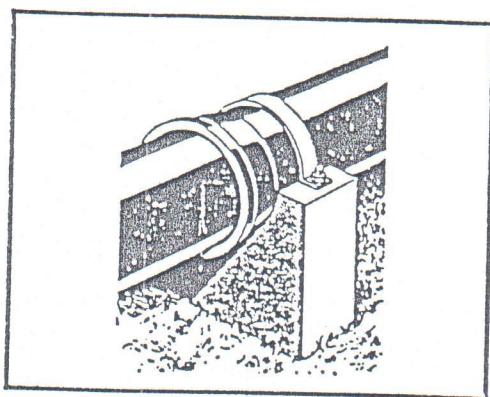
شكل رقم (٥-٧)

دعامة خرسانية للمشتراك

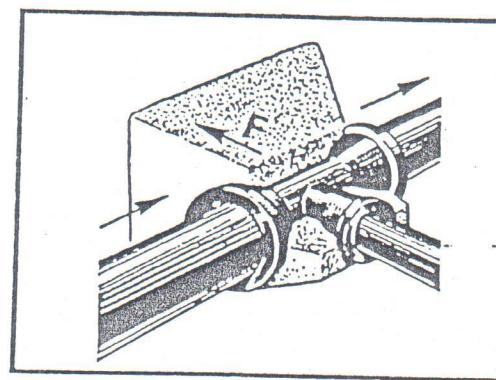
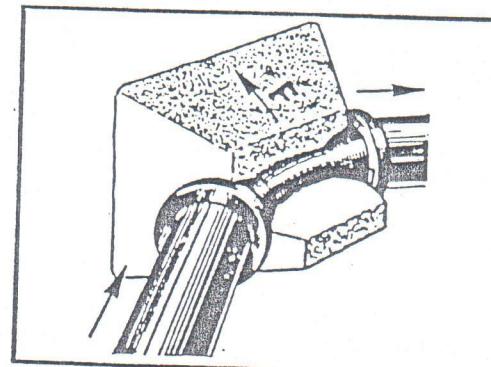


شكل رقم (٦-٧)

دعامة خرسانية للمسلوب



DN	Tees and end caps	Thrust F in daN			
		1/4 bend	1/8 bend	1/16 bend	1/32 bend
60	47	68	38	18	9
65	53	75	40	21	10
80	75	107	58	29	15
100	109	155	84	43	21
125	163	230	125	63	32
150	227	321	174	89	44
200	387	547	298	151	76
250	590	834	451	230	116
300	835	1180	639	328	164
350	1122	—	859	438	220
400	1445	—	1106	564	283
450	1809	—	1385	706	355
500	2223	—	1701	867	438
600	3167	—	2324	1238	621
700	4278	—	3274	1669	839
800	5568	—	4262	2173	1092
900	7014	—	5358	2737	1375
1000	8625	—	6602	3368	1691
1100	10405	—	7964	4060	2040
1200	12370	—	9468	4827	2425
1400	16787	—	12848	6550	3291
1500	19236	—	14723	7508	3771
1600	21851	—	16724	8528	4284
1800	27612	—	21133	10773	5413



شكل رقم (٧-٧)

أماكن وضع الدعامات الخرسانية للتغلب على القوى المؤثرة على القطع الخاصة

وهذا الضغط ينبع من انخفاض مفاجئ في سرعة سير المياه، نتيجة لغلق الصمام غلقاً مفاجئاً أو بسرعة كبيرة، إذ عند حدوث هذا الغلق تتولد موجة من التضاغط تسير بعكس اتجاه سير المياه وبسرعة V_w تقدر بالمعادلة الآتية:

$$(4-7) \quad V_w = 4665 \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{Kd}{Et}}}$$

أما النهاية العظمى للزيادة في الضغط داخل الماسورة وقدره "P" فإنه يقدر من المعادلة:

$$P = \frac{V \times W \times V_w}{144 g}$$

$$(5-7) \quad = \frac{4665}{144 g} \cdot vW \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{Kd}{Et}}}$$

حيث:

سرعة موجة التضاغط داخل الماسورة $= V_w$

وزن وحدة حجم الماء $= W$

معامل مرنة مادة الماسورة $= E$

معامل المرنة الحجمي للسائل $= K$

قطر الماسورة $= d$

سمك جدار الماسورة $= t$

عجلة الجاذبية الأرضية $= g$

سرعة الماء في الماسورة $= v$

والزيادة الفعلية في الضغط قد لا تصل إلى النهاية العظمى كما هي محسوبة بالمعادلة السابقة، ويتوقف هذا على الزمن الذي تستغرقه عملية غلق الصمام. فإذا كانت المسافة بين الصمام ونقطة تفريغ الضغط (Point of relief) هي L

٣ - ضغط المطرقة

المائية

فأنه لكي تتعرض الماسورة للنهاية العظمى للضغط نتيجة للمطرقة المائية فإن غلق الصمام (Time of valve closure) يجب أن يساوى أو يقل عن الزمن الحرج T_C كما يتضح في المعادلة:

$$(٦-٧) \quad T_C = \frac{2L}{V_w}$$

أما إذا زاد الزمن الذي يستغرقه قفل الصمام عن الزمن الحرج فإن الضغط الفعلى للمطرقة المائية يقل عن النهاية العظمى المذكورة في المعادلة السابقة

$$\frac{T_C}{T_a}$$

حيث:

$$\text{الزمن الحرج لغلق الصمام} = T_C$$

$$\text{الزمن الفعلى لغلق الصمام} = T_a$$

ويبين الجدول الآتي رقم (١-٧) قيمة K/E لمختلف مواد المواسير.

جدول رقم (١-٧)

معامل مرونة السائل بالنسبة لمعامل مرونة الماسورة

K/E	المادة
0.01	مواسير الصلب
0.02	مواسير حديد زهر
0.1	مواسير خرسانية
0.2	مواسير خشبية

٤ - **الضغط نتيجة** وهذه ليست من الأهمية كغيرها من الضغوط نظراً لأن الغالبية العظمى من اختلاف درجات المواسير توضع تحت سطح الأرض، حيث تبعد عن التغيرات الجوية في الحرارة درجات الحرارة. إلا أنه في بعض الأحوال مثل المواسير المؤدية إلى

الخزانات العالية فإن هذه الموسير تكون مكسوفة ومعرضة لهذه التغيرات ويقدر الإجهاد في الموسير نتيجة التغير في درجة الحرارة بالمعادلة:

$$(7-7) \quad S = E t C$$

حيث:

الإجهاد في الماسورة لاختلاف درجة الحرارة = S

معامل مرنة مادة الماسورة = E

الاختلاف في درجات الحرارة = t

معامل التمدد لمادة الماسورة = C

الفصل الثامن

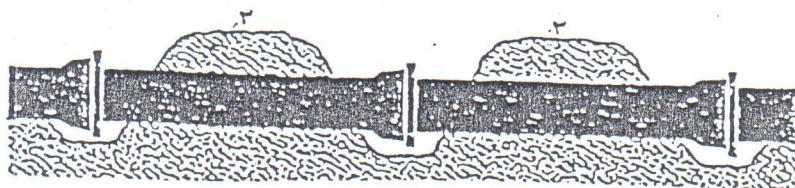
اختبار وغسل وتعقيم خطوط المواصلات

الفصل الثامن

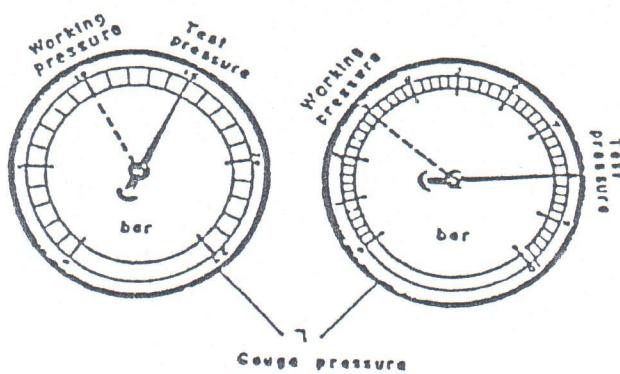
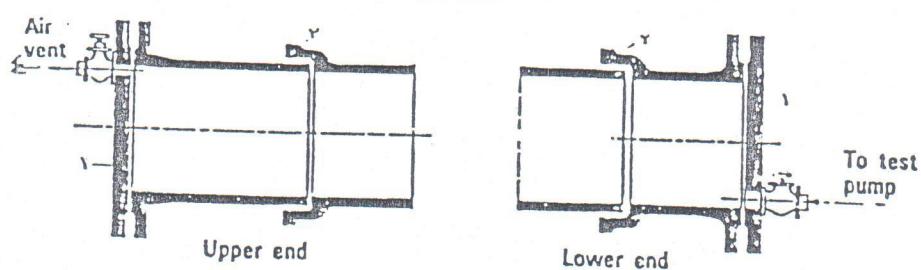
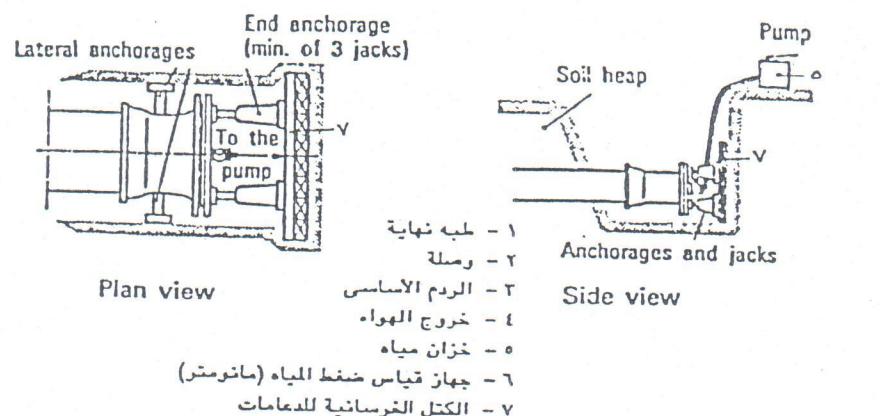
اختبار وغسل وتعقيم خطوط المواصلات

- بعد الانتهاء من إنشاء خط المواصلات يتم اختباره على النحو التالي:
- يتم اختبار الخط على أجزاء، يتراوح طول الجزء الواحد منها بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ متر، أو حسب ما يرى المهندس المسؤول عن التنفيذ.
 - ويختبر الجزء تحت ضغط يساوى ١,٥ مرة ضغط التشغيل، وذلك للتأكد من سلامة الخط وقدرته على تحمل ضغط التشغيل. ومن الضروري معايرة جهاز قياس الضغط قبل بدء التجربة.
 - يلزم عمل دعامات خرسانية قوية خلف بداية ونهاية الجزء المطلوب اختباره وذلك لمقاومة القوى الناشئة عن ضغط الاختبار. فمثلاً إذا كان ضغط الاختبار ٩ جو (٩ كجم/سم^٢) فإنه يعادل ٩٠ طن/م^٢، وإذا كانت التجربة تتم لخط قطر ٣٠٠ مم فإن مساحة المقطع المختبر عند الطبة = ٠,٠٧ م^٢، وبذلك تكون القوى الناشئة عن الضغط = ٩٠ طن/م^٢ × ٠,٠٧ = ٦,٣ طن.
 - يلاحظ أنه يتم تركيب قطعة اتصال (برده) ذات رأس وفلانشة عند نهاية الخط من ناحية الذيل، وقطعة أخرى ذات رأس وفلانشة عند نهاية الخط من الناحية الأخرى، وذلك حتى يمكن تركيب طبات التجربة عند كل منها باستخدام المسامير والجوانات المبططة.
 - يجب قبل بدء الاختبار مراعاة الردم الجزئي على المواصل حتى لا تتحرك من مكانها أثناء الاختبار. كما يلزم أن تكون جميع المصادر الخرسانية الموجودة بمسار الخط قد تم صبها قبل الاختبار بفترة كافية.

- يتم فتح محابس تصريف الهواء ثم البدء في ملء الخط بالمياه النظيفة بدون ضغط ب معدل مناسب يعادل معدل خروج الهواء، لحين التأكد من تمام خروج الهواء (يتم التأكد من ذلك بتدفق المياه من محابس تصريف الهواء)، ثم تقلل هذه المحابس.
 - بعد ضمان ملء الخط بالمياه وضمان خروج الهواء يتم المرور على مسار الخط وملاحظة جميع توصيلات المواسير (الرؤوس - الفلانشات - الجيبولات) المكشوفة والتأكد من عدم تسرب المياه منها.
 - عند الوصول إلى ضغط التشغيل وثبات عداد الضغط مدة من الزمن والتأكد من خروج جميع الهواء المحبوس، يتم رفع الضغط تدريجياً إلى ضغط الاختبار مع إعادة المرور على جميع الوصلات المكشوفة وغرف المحابس. وفي حالة اكتشاف أي عيب يتم إصلاحه فوراً ويجرى الاختبار من جديد.
 - عند الوصول إلى ضغط الاختبار المطلوب يتم فصل الخط عن طلمبة الاختبار (باستخدام المحبس المخصص لذلك) وتركه معزولاً تحت ضغط الاختبار لمدة ساعة.
 - تعتبر التجربة ناجحة إذا لم ينخفض الضغط خلال هذه المدة بأكثر من ٥٠ كجم/سم^٢.
- ويوضح الشكل رقم (١-٨)، (٢-٨) الطريقة الهيدروليكيّة لاختبار خطوط مواسير المياه السابق شرحها. بينما يعرض الشكل رقم (٣-٨) خطوات الاختبار المائي لخطوط المواسير.

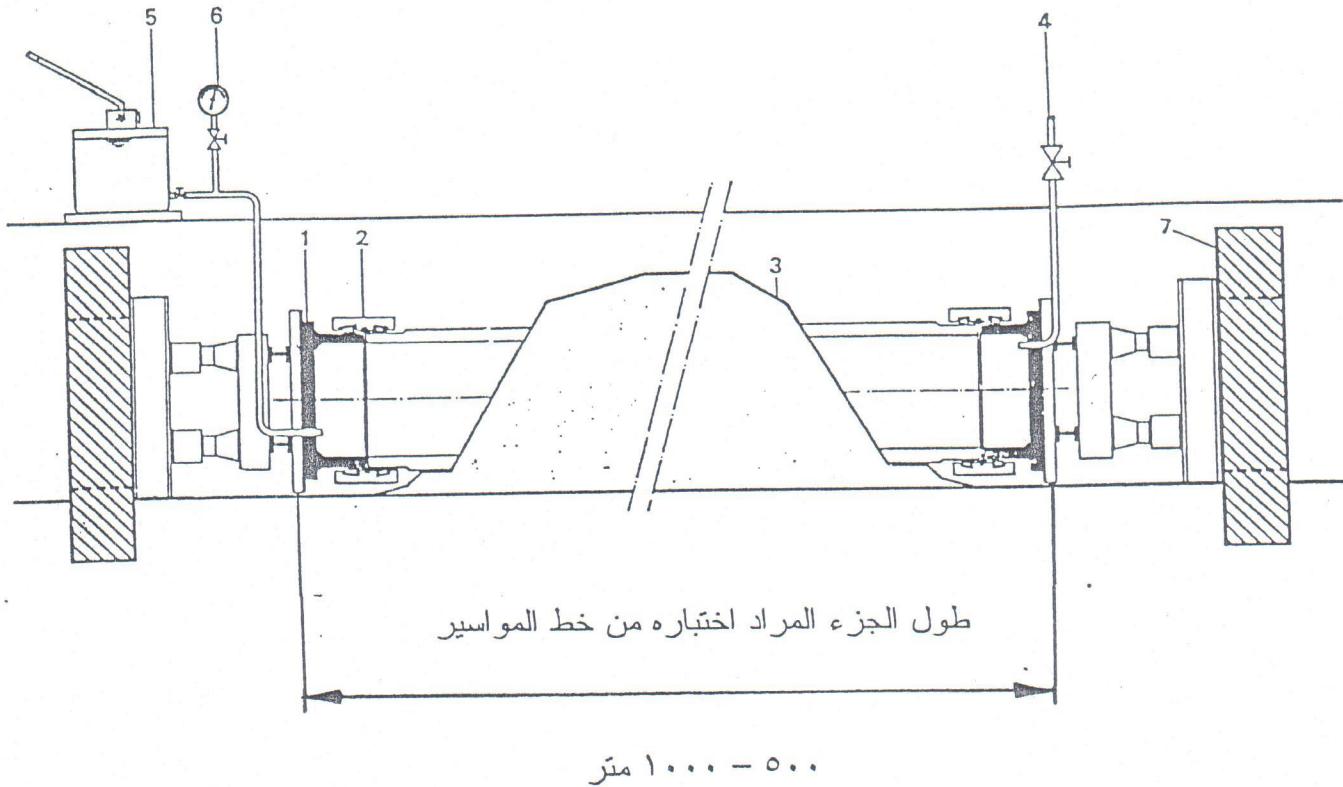


REFILLING TRENCH BEFORE TESTING THE PIPELINES



شكل رقم (١-٨)

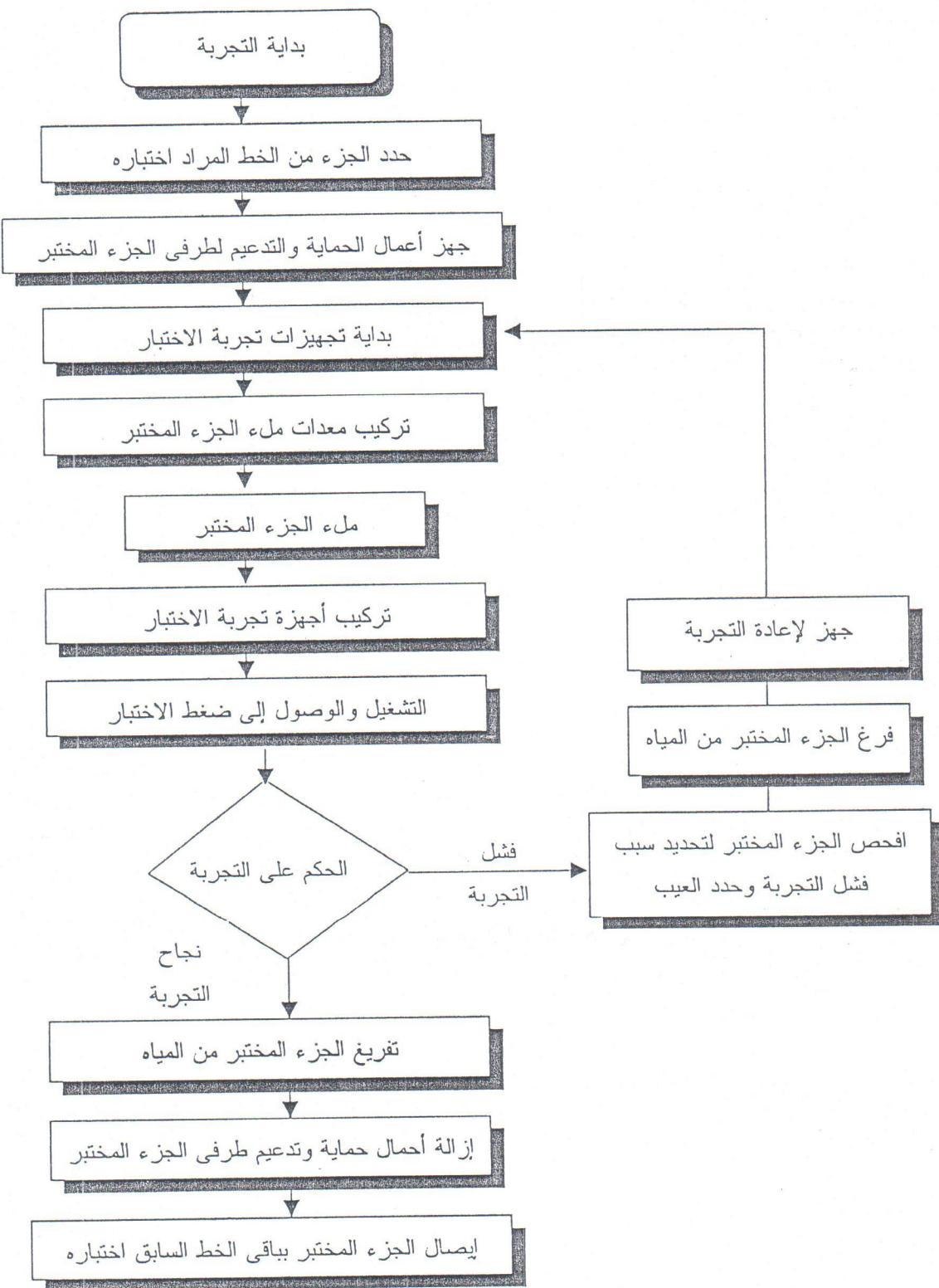
الطريقة الهيدروليكيّة لاختبار خطوط مواسير المياه



- ١ طبة نهاية
- ٢ وصلة ريكا
- ٣ الردم الأساسي
- ٤ خروج الهواء
- ٥ خزان مياه
- ٦ جهاز قياس ضغط المياه
- ٧ الكتل الخرسانية للدعامات

شكل رقم (٢-٨)

تفاصيل الطريقة الهيدروليكيّة لاختبار خطوط مواسير المياه



غسل وتعقيم خطوط المواصلات

بعد نجاح اختبار الضغط والردم الكامل يتم البدء في أعمال الغسيل بغلق جميع وصلات الفروع ووصلات الخدمة وحنفيات الحريق مع فتح جميع المحابس الموجودة على مسار الخط، كما يتم فتح محبس تصريف مياه الغسيل إلى أقرب مجاري مائية أو مجاري عمومية. ويتم الغسيل بمياه مستمرة ذات ضغط مناسب حتى الاطمئنان إلى إزالة جميع الشوائب والرواسب التي قد تكون موجودة بداخل الخط.

تعقيم خطوط المواصلات:

- بعد الانتهاء من غسل الخطوط يتم قفل محابس الغسيل ومصدر المياه وملء الشبكة المطلوب تعقيمها بالمياه النقية المعقمه التي يصل محتوى الكلور بها إلى ١٠ أجزاء في المليون عند نقطة الحقن (التي تكون في أوسطى نقطة من الخط كلما أمكن ذلك).
- يتم حجز المياه المكلورة في الشبكة لمدة ٢٤ ساعة كاملة بعد التأكد من وصول الكلور إلى أطراف الشبكة، ثم تأخذ المعامل المختصة عينات من المياه المحجوزة بالشبكة بعد هذه الفترة. ويجب ألا يقل محتوى الكلور بهذه العينات عن جزء واحد في المليون، فإذا قل عن ذلك تعاد عملية الغسل مرة أخرى تليها عملية التعقيم.
- يتم تفريغ الخط بعد إجراء أعمال التعقيم بنجاح ثم غسله بالمياه النقية عدة مرات.

- يمكن استخدام الكلور السائل أو البويرة (كلوريد كالسيوم هيبوكلوريت) في عملية التعقيم.