USAID | EGYPT
FROM THE AMERICAN PEOPLE

الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى

النظم الهندسية لتجميع مياه الصرف الصحى

- الآثار البيئية لإنشاء أنظمة تجميع الصرف الصحي.
- الدراسات الأساسية اللازمة لنظم الصرف الصحي.
- مكونات أنظمة التجميع لمياه الصرف الصحي.
- تخطيط شبكات تجميع الصرف الصحى.
- التصميم الهيدروليكى لمواسير التجميع.
- المطابق والأعمال التكميلية.
- المجمعات(الخطوط) الرئيسية بالإنحدار.
- الدراسات الميدانية اللازمة للتنفيذ.
- الحفر والتحكم فى منسوب المياه الجوفية.
- الأستلام والأختبارات الهيدروليكية
- أسس التصميم لأعمال تجميع الصرف الصحى.

فبراير ٢٠١٣

تم إعداد هذا المستند بواسطة شركة كيمونكس إنترناشيونال ليقدم للوكالة الأمريكية للتنمية الدولية

النظم الهندسية لتجميع مياه الصرف الصحى

جدول المحتويـــات

الفصل الأول : الأثار البيئية لإنشاء أنظمة تجميع مياه الصرف الصحى **صفحة**

١-١ مقدمة ١/١
١-٢ فوائد إنشاء شبكات تجميع مياه الصرف الصحي ٢/١
١-٣ أعمال تجميع مياه الصرف الصحى المخلفات السائلة ٢/١
١-٤ تحديد مصادر المياه الملوثة ٣/١
١-٤-١ مياه الصرف الصحي المنزلي ٥/١
١-٤-٢ مياه الأمطار ٥/١
١-٤-٣ المخلفات الصناعية السائلة ٧/١
١-٤-٤ مياه الرشح ٧/١
١-٤-٥ مياه غسيل الشوارع والأرصفة ٨/١
١-٥ العوامل التى تؤثر على خصائص المخلفات السائلة ٨/١
١-٥-١ عمر المخلفات السائلة ٩/١
١-٥-٢ وقت جمع العينة ٩/١
١-٥-٣ تعرض المخلفات السائلة للهواء ٩/١
١-٥-٤ الكائنات الحية الميكروسكوبية في المخلفات السائلة ١٢/١
١-٥-٥ الاختبارات الكيميائية لعينة المخلفات السائلة ١٣/١
١-٥-٦ العوامل التى تؤثر على كمية الأكسجين الحيوي ١٤/١

الفصل الثانى : الدراســـات الأساسيـــة اللازمة لتخطيط وتصميم لنظم تجميع مياه الصرف الصحى **صفحة**

٢-١ مقدمـــة ١/٢
٢-٢ التنبأ بعدد السكان ٢/٢
٢-٢-١ الطريقة الحسابيـــة ٢/٢
٢-٢-٢ الطريقة الهندسيـــة ٣/٢
٢-٢-٣ طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص ٣/٢
٢-٢-٤ طريقة الكثافات السكانية ٤/٢
٢-٢-٥ الطريقة البيانية التقريبية ٦/٢
٢-٢-٦ طريقة المقارنة البيانية ٦/٢
٢-٣ التخطيط العمرانى واستخدامات الأراضى ٦/٢
٢-٤ تحديد الفترات الزمنية التصميمية لإنشاء مشاريع نظم الصرف الصحى ٨/٢

٢-٤-١ الفترات الزمنية التصميمية للأعمال المدنية وشبكات التجميع وملحقاتها ٢/٩
٢-٤-٢ الفترات الزمنية التصميمية للأعمال الميكانيكية والكهربائية ٢/٩
٢-٥ التغيرات فى معدلات استهلاك المياه ٢/١٠
٢-٥-١ متوسط الاستهلاك اليومى ٢/١٠
٢-٥-٢ أقصى استهلاك شهرى ٢/١٠
٢-٥-٣ أقصى استهلاك يومى ٢/١١
٢-٦ الاستهلاك الصناعى ٢/١٥
٢-٧ اختيار مواقع محطات الرفع لمياه الصرف الصحي ٢/٢٨
٢-٧-١ حدود المناطق المخدومة بمحطة الرفع ٢/٢٩
٢-٧-٢ التصرفات التصميمية لمحطات الرفع ٢/٢٩
٢-٧-٢-١ التصرف المتوسط ٢/٢٩
٢-٧-٢-٢ معامل الذروة: ٢/٢٩
٢-٧-٢-٣ معامل التصرف الأدنى ٢/٣٠
٢-٧-٢-٤ التصرف الصناعى ٢/٣٠
٢-٧-٢-٥ التصرف التجارى ٢/٣٠
٢-٧-٢-٦ تصرف مياه الرشح ٢/٣٠
٢-٧-٢-٧ تصرف مياه الأمطار ٢/٣١
٢-٧-٢-٨ التصرف الأقصى ٢/٣١
٢-٧-٢-٩ التصرف الأدنى ٢/٣٢
٢-٧-٣ اختيار أنواع محطات الرفع ٢/٣٢
٢-٨ الأعمال المساحية الطبوغرافية ٢/٣٢
٢-٨-١ تحديد مسارات خطوط الطرد ٢/٣٥
٢-٨-٢ تحديد موقع أعمال المعالجة ٢/٣٥
٢-٩ دراسة خصائص التربة ٢/٣٥
٢-١٠ البيانات المناخية والبيئية ٢/٣٨

الفصل الثالث : تخطيط شبكات تجميع مياه الصرف الصحى **صفحة**

٣-١ أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى ٣/١
٣-١-١ شبكات الصرف المشتركة ٣/١
٣-١-٢ شبكات الصرف المنفصلة ٣/١
٣-١-٣ شبكات الصرف المشتركة جزئيا ٣/٤
٣-٢ الأحوال التى تستعمل فيها شبكات الصرف المشتركة ٣/٤
٣-٣ الأحوال التى تستعمل فيها شبكات الصرف المنفصلة: ٣/٥
٣-٤ أنظمة تخطيط شبكات تجميع مياه صرف صحى ٣/٧
٣-٤-١ التخطيط العمودى ٣/٨

٣-٤-٢ التخطيط بتقسيم المدينة الى مناطق صرف ٣/٨
٣-٤-٣ التخطيط المروحى ٣/٨
٣-٤-٤ التخطيط الإشعاعى (المحورى) ٣/١١
٣-٥ خطوات تخطيط شبكة الصرف الصحى فى منطقة المشروع ٣/١١
٣-٦ الإرشادات الفنية لتخطيط شبكات التجميع ٣/١٤
٣-٧ أختيار موقع محطة المعالجة ٣/١٤
٣-٨ تحديد مناطق الخدمة وتعداد السكان وكميات مياه الصرف الصحى ٣/١٥
٣ -٩ كميات وخصائص مياه الصرف الصحى ٣/١٩
٣-٩-١ كميات مياه الصرف الصحى المتوقعة ٣/٢٠
٣-٩-٢ كميات المواد العضوية والمواد العالقة (كجم/ يوم) ٣/٢٠
٣- ١٠ تحديد واختيار مرادفات الخدمة ٣/٢٠
٣-١٠-١ مرادفات مناطق الخدمة ٣/٢٠

الفصل الرابع: التصرفات المتغيرة للمياه الملوثة من المصادر المختلفة **صفحة**

٤-١ تصرفات مياه الصرف الصحى المنزلى والتجارى ٤/١
٤-١-١ التصرف المتوسط ٤/١
٤-١-٢ التصرف الجاف ٤/٢
٤-١-٣ أدنى تصرف جاف ٤/٢
٤-١-٤ أقصى تصرف جاف ٤/٢
٤-١-٥ التصرف الممطر ٤/٤
٤-١-٦ أدنى تصرف ممطر ٤/٤
٤-١-٧ أقصى تصرف ممطر ٤/٤
٤-١-٨ تصرف مياه الصرف الصناعى ٤/٤
٤-١-٩ التصرفات التجارية ٤/٤
٤-١-١٠ كمية مياه الرشح ٤/٥
٤-١-١١ كمية مياه الأمطار ٤/٥
٤-٢ التصرفات التصميمية لخطوط شبكات التجميع ٤/٩
٤-٢-١ التصرف الجاف ٤/٩
٤-٢-٢ أدنى تصرف جاف ٤/٩
٤-٢-٣ أقصى تصرف جاف ٤/١٠
٤-٢-٤ شبكة الصرف المنفصلة ٤/١٠
٤-٢-٥ شبكة الصرف المشتركة ٤/١١
٤-٢-٦ التصرفات التصميمية لخطوط شبكة الصرف المشتركة ٤/١١
٤-٣ التصرفات التصميمية لخطوط شبكات الصرف الصحى ٤/١١
٤-٣-١ حالة مواسير الانحدار بقطر أقل من ٧٠٠مم ٤/١١

٤-٣-٢ حالة خطوط المجمعات (اقطار اكبر من ٧٠٠مم) ١٢/٤
٤-٤ خطوط شبكة الصرف المشتركة ١٢/٤
٤-٤-١ حالة مواسير الانحدار بقطر أقل من ٧٠٠مم ١٠/٤
٤-٤-٢ حالة خطوط المجمعات (قطر أكبر من ٧٠٠مم) ١٠/٤

الفصل الخامس : التصميم الهيدروليكى لخطوط مواسير شبكات الإنحدار لتجميع المياه الملوثة صفحة

٥-١ معادلة التصرف ١/٥
٥-٢ معادلة الاستمرارية ٢/٥
٥-٣ معادلة الطاقة ٢/٥
٥-٣-١ فواقد رئيسية ٣/٥
٥-٣-٢ فواقد ثانوية ٣/٥
٥-٤ المعادلات الهيدروليكية التى تستخدم فى حساب الفواقد الرئيسية ٣/٥
٥-٤-١ المعادلات الهيدروليكية الصحيحة الابعاد ٤/٥
٥-٤-٢ المعادلات الهيدروليكية الافتراضية (الصورة العامة) ٧/٥
٥-٤-٢-١ معادلة هازن ويليامز ٨/٥
٥-٤-٢-٢ معادلة مانينج ٩/٥
٥-٥ تقسيم المدينة الى مناطق صرف ١٢/٥
٥-٦ خطوات تصميم قطاعات المواسير لشبكة الإنحدار ١٣/٥
٥-٧ اعتبارات التصميم لخطوط مواسير الانحدار ١٩/٥
٥-٧-١ قطر الماسورة ١٩/٥
٥-٧-٢ معامل لاحتكاك ١٩/٥
٥-٧-٣ السرعة فى مواسير الصرف الصحى ١٩/٥
٥-٧-٤ القطاعات الطولية لمواسير الإنحدار ٢٢/٥

الفصل السادس : أنواع مواسير شبكات تجميع مياه الصرف الصحى صفحة

٦-١ مقدمة ١/٦
٦-٢ مواسير الفخار المزجج ٢/٦
٦-٢-١ مميزات مواسير الفخار المزجج ٢/٦
٦-٢-٢ عيوب مواسير الفخار المزجج ٢/٦
٦-٢-٣ أنواع الوصلات بين مواسير الفخار المزجج ٣/٦
٦-٢-٣-١ تركيب المواسير الفخار ذات الوصلة المرنة ٣/٦
٦-٢-٣-٢ تركيب المواسير الفخار ذات الوصلة الثابتة ٣/٦
٦-٣ مواسير البلاستيك ٤/٦
٦-٣-١ مميزات مواسير البلاستيك ٩/٦
٦-٣-٢ عيوب المواسير البلاستيك ٩/٦
٦-٤ مواسير الالياف الزجاجية (الفيبر جلاس) ٩/٦

٦-٤-١ مميزات مواسير الفيبرجلاس.....١٠/٦
٦-٥ المواسير الخرسانية.....١٠/٦
٦-٥-١ مميزات المواسير الخرسانية.....١٠/٦
٦-٥-٢ عيوب المواسير الخرسانية.....١٢/٦
٦-٦ نقل وتشوين وتفريد المواسير وملحقاتها.....١٢/٦
٦-٦-١ المواسير الفخار المزجج والاسبستوس الاسمنتى.....١٢/٦
٦-٦-٢ مواسير البولى استر المسلحة بالياف زجاجية.....١٤/٦
٦-٦-٣ المواسير البولى كلوريد الفينيل غير الملدن.....١٤/٦
٦-٦-٤ المواسير الصلب والزهر الرمادى والزهر المرن.....١٥/٦
٦-٧ المواسير الخرسانية والخرسانية المسلحة والخرسانية سابقة الاجهاد.....١٥/٦
٦-٧-١ التفتيش على المواسير والمحابس والقطع الخاصة قبل التركيب.....١٥/٦
٦-٧-٢ التفتيش الظاهرى على المواسير الفخار.....١٨/٦

الفصل السابع : المنشآت الهندسية لشبكات الانحدار لتجميع المياه الملوثة **صفحة**

٧-١ المقدمة.....١/٧
٧-٢ المطابق.....١/٧
٧-٢-١ عناصر انشاء المطابق.....١٣/٧
٧-٢-١-١ جسم المطبق.....١٣/٧
٧-٢-١-٢ مجارى القاع (البلشم).....١٣/٧
٧-٢-١-٣ الغطاء الزهر.....١٤/٧
٧-٢-١-٤ مقاسات وأوزان الأغطية.....١٨/٧
٧-٢-١-٥ السلالم الزهر.....١٨/٧
٧-٢-١-٦ العزل الداخلى للمطابق.....٢٣/٧
٧-٢-١-٧ العزل الخارجى للمطبق.....٢٣/٧
٧-٣ أنواع المطابق.....٢٣/٧
٧-٣-١ المطابق المصبوبة فى الموقع من الخرسانة العادية:.....٢٣/٧
٧-٣-١-١ نماذج المطابق المصبوبة بالموقع من الخرسانة العادية.....٢٣/٧
٧-٣-١-٢ طريقة التنفيذ للمطابق المصبوبة بالموقع من الخرسانة العادية.....٢٤/٧
٧-٣-٢ المطابق المصبوبة فى الموقع من الخرسانة المسلحة.....٣١/٧
٧-٣-٢-١ المطابق الخرسانية المسلحة سابقة الصب.....٣٣/٧
٧-٣-٢-٢ طريقة التنفيذ الخرسانية المسلحة سابقة التجهيز.....٣٤/٧
٧-٣-٢-٣ خطوات التنفيذ الخرسانية المسلحة سابقة التجهيز.....٣٧/٧
٧-٣-٢-٤ ملاحظات فنية لإنشاء المطابق سابقة التجهيز.....٣٩/٧
٧-٣-٣ مطابق المجمعات الدائرية سابقة الصب.....٤٠/٧
٧-٣-٣-١ انشاء المطابق على المجمعات من المواسير الخرسانية المسلحة.....٤١/٧

٧-٣-٣-٢ تنفيذ المطابق على الفرمة المطاط ٧/٤١
٧-٣-٤ طريقة تنفيذ المطابق المنفذة بالموقع من الخرسانة العادية: ٧/٤٢
٧-٣-٤-١ تجارب اختبار المطابق ٧/٤٤
٧-٣-٥ طريقة تنفيذ المطابق الخرسانية المسلحة المنفذة الموقع ٧/٤٥
٧-٣-٦ المطابق الخرسانية المسلحة سابقة التجهيز: ٧/٤٦
٧-٣-٦-١ خطوات تنفيذ المطابق سابقة التجهيز: ٧/٥١
٧-٣-٧ المطابق من الطوب الطفلى المزجج (الطوب الازرق) ٧/٥٢
٧-٣-٨ مطابق الشوارع الضيقة: ٧/٥٢
٧-٤ بالوعات صرف مياه الامطار: ٧/٥٥
٧-٤-١ بالوعات صرف مياه الامطار بالشوارع ٧/٥٥
٧-٤-٢ المسافات بين بالوعات صرف مياه الأمطار ٧/٥٦
٧-٤-٣ مواقع بالوعات مياه الأمطار ٧/٥٦
٧-٤-٤ بالوعات حجز الرواسب ٧/٦٤
٧-٥ أحواض حجز الزيوت والشحوم: ٧/٦٤
٧-٦ أحواض الدفق ٧/٦٧
٧-٧ السيفون المقلوب ٧/٦٩
٧-٨ عدايات خطوط المواسير ٧/٧٠
٧-٨-١ خطوات تنفيذ العدايات ٧/٧١
٧-٨-٢ عدايات خطوط المواسير للمجارى المائية غير الملاحية ٧/٧١
٧-٨-٣ عدايات خطوط المواسير للمجارى المائية الملاحية ٧/٧١
٧-٦-٤ عدايات خطوط المواسير الطرق الرئيسية والسريعة ٧/٧٥
٧-٨-٤-١ الطرق التى يسمح بتعطيلها لتركيب عداية خطوط المواسير ٧/٧٥
٧-٨-٤-٢ الطرق التى لا يسمح بتعطيلها لتركيب عداية خطوط المواسير ٧/٧٥
٧-٨-٥ عدايات خطوط مواسير أسفل السكك الحديدية ٧/٧٦
٧-٨-٦ صيانة عدايات خطوط المواسير ٧/٧٨
٧-٨-٦-١ صيانة عدايات خطوط المواسير المجارى المائية ٧/٧٨
٧-٨-٦-٢ صيانة عدايات الطرق والسكك الحديدية ٧/٧٨
٧-٩ أعمال تهوية مواسير شبكات الانحدارلتجميع المياه الملوثة ٧/٧٨
٧-٩-١ أعمدة التهوية ٧/٧٨
٧-٩-٢ دفع تيار من الهواء المضغوط ٧/٧٨
٧-٩-٣ اضافة غاز الكلور ٧/٧٨
٧-١٠ توصيلات صرف المياه الملوثة من المنازل ٧/٨٠
٧-١٠-١ غرف التفتيش ٧/٨٠
٧-١٠-٢ غرف التفتيش سابقة التجهيز ٧/٨٨
٧-١١ اجهزة قياس التصرف ٧/٩١

٧-١١-١ هدار مثلث الزاوية حاد الجوانب ٩١/٧
٧-١١-٢ هدار مستطيل بحافة حادة ٩٢/٧
٧-١١-٣ المجرى ذات الموجة الثابتة ٩٤/٧
٧-١١-٤ مجرى فنشورى ٩٦/٧
٧-١٢ منظمات التصرف ٩٨/٧
٧-١٢-١ الهدرات الجانبية ٩٨/٧
٧-١٢-٢ الهدارات القافزة ١٠٠/٧
٧-١٢-٣ صمامات عوامة ١٠١/٧
٧-١٣-٤ غرفة الهدار ١٠٢/٧

الفصل الثامن : الأساسات للمواسير **صفحة**

٨-١ مقدمـــــة ١/٨
٨-٢ تصميم الأساس للماسورة ٣/٨
٨-٣ حالات تنفيذ الماسورة فى الطبيعة ٣/٨
٨-٤ حساب الأحمال الخارجية على الماسورة ٤/٨
٨-٤-١ الأحمال الناتجة من وزن التربة. ٤/٨
٨-٤-١-١ حالة الخندق ٤/٨
٨-٤-١-٢ حالة الردم على ماسورة موضوعة على سطح التربة الطبيعية أو جسر أو خندق عريض ٦/٨
٨-٤-١-٣ حساب الأحمال فى حالة عمل أنفاق أو قمصان حول المواسير ١١/٨
٨-٥ حساب الأحمال على الماسور الناتجة من الأحمال الخارجية ١٤/٨
٨-٥-١ الحمل المركز ١٤/٨
٨-٥-٢ الأحمال الموزعة ١٥/٨
٨- ٦ التأسيس للمواسير الصلبة ١٦/٨
٨-٦-١ حالة الخندق ١٦/٨
٨-٦-٢ التأسيس فى حالة الردم على مواسير صلبة على سطح التربة الطبيعية أو خندق عريض ٢٠/٨
٨-٧ الأساس للمواسير المرنة ٢٣/٨

الفصل التاسع : الدراسات الميدانية اللازمة قبل تنفيذ مشروعات تجميع مياه الصرف الصحى **صفحة**

٩-١ مقدمة ١/٩
٩-١-١ شبكة خطوط مواسير الأنحدار ١/٩
٩-١-٢ غرفة (مطبق) الداخل ٣/٩
٩-١-٣ البيارة ومحطة الرفع والضخ ٣/٩
٩-١-٤ خطوط الطرد ٥/٩
٩-١-٥ محطة المعالجة ٥/٩
٩-١-٦ أنواع شبكات الصرف الصحى ٥/٩

٩-٢ إستكشاف والتعرف على مواقع التمديدات التحت أرضية ٦/٩
٩-٣ المعلومات والدراسات الجيوتكنيكية..... ٨/٩
٩-٤ عمل الابحاث الميدانية على المبانى المجاورة ١٠/٩
٩-٥ نقاط مراقبة الهبوط للمبانى ١١/٩
٩-٦ أستكمال البيانات الفنية للموقع ١٢/٩
٩-٧ اعمال التجهيز لتنفيذ شبكات تجميع الصرف الصحى ١٣/٩
٩-٨ أستكشاف الموقع والدراسات الجيوتكنيكية ١٣/٩
٩-٨-١ شروط أستلام الموقع ١٣/٩
٩-٨-٢ المتطلبات اللازمة قبل البدأ في التنفيذ ١٣/٩
٩-٩ الدراسات المطلوبة قبل البدأ في التنفيذ ١٥/٩
٩-٩-١ الدراسات الجيوتكنيكية ١٥/٩
٩-٩-٢ إجراء الدراسات المساحية لمنطقة المشروع ١٧/٩
٩-٩-٢-١ تخفيض المياه الجوفية السطحية ١٧/٩
٩-٩-٢-٢ الحدود المسموح بها لميل المبانى المجاورة لإنشاء خطوط الطرد ١٧/٩
٩-٩-٢-٣ عمل أبحاث عن المرافق الموجودة تحت الأرض ١٨/٩
٩-٩-٢-٤ نقل الروبير المساحي إلى موقع العمل ١٨/٩
٩-٩-٣ تصميم الخلطات الخرسانية المطلوبة ١٨/٩
٩-٩-٤ نظافة الموقع ١٩/٩
٩-٩-٥ إعداد البرنامج الزمني للـــتنفيذ ١٩/٩
٩-٩-٦ إعداد برنامج الـــتدفقات النقدية المطلوبة من المالك ١٩/٩
٩-٩-٧ إعداد برنامج للتكلفة ١٩/٩
٩-٩-٨ تخطيط الهيكل التنظيمي للمشروع ١٩/٩
٩-٩-٩ مهام المهندسين القائمين بالـــتنفيذ ١٩/٩
٩-٩-١٠ تقديم أسماء الموردين ٢٠/٩
٩-٩-١١ تقديم أسماء مقاولي الباطن ٢٠/٩
٩-٩-١٢ تقديم أسماء المكاتب الأستشاريه والمعامل ٢٠/٩
٩-٩-١٣ الإنشاءات اللازمة لمقر المقاول بموقع المشروع ٢٠/٩

الفصل العاشر : أعمال الحفر وسند الجوانب

١٠-١ مقدمـــــــة ١/١٠
١٠-٢ التربة العادية ٢/١٠
١٠-٣ التربة الحجرية شديدة التماسك ٢/١٠
١٠-١٠-١ الصخور ٢/١٠
١٠-٤ صلب جوانب الحفر ٢/١٠

١٠-٥	نزح المياه الأرضية	١٠/٢
١٠-٦	أعمـــال الحفـــــــر	١٠/٣
١٠-٧	سند جوانب الحفر	١٠/٤
١٠-٨	أنواع الشدات	١٠/٤
١٠-٨-١	الشدات الخشبية	١٠/٥
١٠-٨-٢	الشدات المعدنية	١٠/١٢
١٠-٨-٢-١	مواصفات ومكونات الشده المعدنية	١٠/١٢
١٠-٨-٢-٢	طريقة الـــتنفيذ للشدة المعدنية	١٠/١٦
١٠-٨-٢-٣	أرشادات فنية لتنفيذ الشدة المعدنية	١٠/١٧
١٠-٨-٣	الشدات المعدنية العميقة	١٠/١٧
١٠-٨-١٠-١	مواصفات و مكونات الشده المعدنية العميقة	١٠/١٨
١٠-٨-١٠-٢	طريقة الـــتنفيذ للشدات المعدنية العميقة	١٠/١٨
١٠-٨-١٠-٣	أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الشدات المعدنية العميقة	١٠/٢٠
١٠-٨-٤	الصندوق المسحوب	١٠/٢٠
١٠-٨-٤-١	طريقة الـــتنفيذ	١٠/٢٣
١٠-٨-٤-٢	أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الصندوق المسحوب	١٠/٢٣
١٠-٨-٥	الشدات المترابطة	١٠/٢٤
١٠-٨-٥-١	طريقه الـــتنفيذ للشدات المترابطة لخطوط المواسير	١٠/٢٤
١٠-٨-٥-٢	أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الشدات المترابطة لخطوط المواسير	١٠/٢٤
١٠-٨-٥-٣	طريقة تنفيذ للشدات المترابطة لأنشاء المنشآت	١٠/٢٦
١٠-٨-٦	الشدات المختلطة	١٠/٢٧
١٠-٨-١٠-١	طريقة الـــتنفيذ للشدات المختلطة لخطوط المواسير	١٠/٢٧
١٠-٨-١٠-٢	أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الشدات المختلطة للمنشآت	١٠/٢٩
١٠-٨-٧	الستائر المعدنية	١٠/٣٠
١٠-٨-٧-١	طريقة الـــتنفيذ للستائر المعدنية لخطوط المواسير	١٠/٣٠
١٠-٨-٧-٢	تنفيذ الستائر المعدنية للمنشآت العميقة	١٠/٣١
١٠-٨-٧-٣	أرشادات فنية لتنفيذ الستائر المعدنية	١٠/٣٢
١٠-٨-٧-٤	أنواع الشواكيش	١٠/٣٢
١٠-٨-٧-٥	طرق مساعدة لدق الستائر	١٠/٣٥
١٠-٨-٨	الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد	١٠/٣٥
١٠-٨-٨-١	مكونات الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد	١٠/٣٧
١٠-٨-٨-٢	طريقة الـــتنفيذ للشدادات الخلفية سابقة الإجهاد	١٠/٣٧

الفصل الحادى عشر : تخفيض منسوب المياه الجوفية السطحية

١١-١ الطرق الشائعة الأستخدام في الـــتحكم في المياه الجوفية السطحية ١/١١
١١-١-١ طريقة الترح السطحي ١/١١
١١-١-١-١ تقدير الهبوط أسفل الأساسات بسبب أنخفاض منسوب المياه الجوفية ٢/١١
١١-١-٢ طريقة الآبار الأبرية ٥/١١
١١-١-٢-١ طريقة الـــتنفيذ للآبار الأبرية ١١/١١
١١-١-٢-٢ ملاحظات فنية لطريقة الآبار الأبرية ١١/١١
١١-١-٣ الآبار العميقة ١٢/١١
١١-١-٣-١ طريقة الـــتنفيذ لنظام الآبار العميقة ١٧/١١
١١-١-٣-٢ ملاحظات فنية لطريقة نظام الآبار العميقة ١٩/١١
١١-١-٤ تجربة الضخ بالموقع ١٩/١١
١١-١-٥ آبار الشحن المستقبلة للمياه ٢٧/١١
١١-١-٥-١ ملاحظات فنية لطريقة آبار الشحن الجوفى ٢٨/١١
١١-٢ الطرق الخاصة للتحكم فى المياه الجوفية ٣٠/١١
١١-٢-١ حقن الـــتربة ٣٠/١١
١١-٢-١-١ العوامل المؤثرة علي عملية حقن التربة ٣١/١١
١١-٢-١-٢ أنواع حقن التربة ٣١/١١
١١-٢-١-٣ طرق الحقن للتربة ٣٦/١١
١١-٢-٢ تجميد الـــــتربة ٤٠/١١
١١-٢-٢-١ خطوات تنفيذ عملية تجميد الـــتربة ٤٠/١١
١١-٢-٢-٢ مميزات عملية تجميد الـــتربة ٤٢/١١
١١-٢-٣ التحكم في المياه بطريقة الترح الأسموزي الكهربي ٤٣/١١
١١-٢-٣-١ النظرية التحكم فى المياه الجوفية بالترح الأسموزى الكهربى ٤٣/١١
١١-٢-٣-٢ عناصر طريقة الترح الأسموزى الكهربى ٤٣/١١
١١-٢-٣-٣ تنفيذ طريقة الترح الأسموزى الكهربى ٤٥/١١

الفصل الثانى عشر : الإشراف على تنفيذ مجمعات الصرف الصحي

١٢-١ مقدمة ١/٧١٢
١٢-٢ أنشاء المجمع الدائري المصبوب في الموقع ٢/٧١٢
١٢-٢-١ خطوات التنفيذ لإنشاء المجمع الدئرى المصبوب فى الموقع بطريقة الفرم المعدنية ٤/٧١٢
١٢-٢-٢ أنشاء المطابق بالفرم المعدنية ٦/٧١٢
١٢-٢-٢-١ مطابق تنشأ في الموقع ٦/٧١٢
١٢-٢-٢-٢ مطابق سابقة التجهيز ٦/٧١٢
١٢-٢-٣ خطوات التنفيذ لإنشاء المجمعات المصبوبة بالموقع بطريقة الفرمة الكاوتشوك ٨/٧١٢

١٢-٢-٣-١ تنفيذ المطابق ١٠/٧١٢

١٢-٢-٤ خطوات التنفيذ للمجمعات ذات قطاع حدوة الفرس أوالقطاع البيضاوي ١٠/٧١٢

١٢-٢-٥ خطوات تنفيذ المجمعات الدائرية سابقة الصب (المواسير) ١٠/٧١٢

١٢-٢-٦ المجمعات الدائرية سابقة الصب (المواسير) – مغلفة برقائق البولي فينيل كلورايد ١٠/٧١٢

١٢-٣ أستخدام جهاز الليزر في تركيب مواسير المجمعات ١٣/٧١٢

١٢-٤ المجمعات المستطيلة الشكل ذات الفتحة الواحدة أوالفتحتين أوالثلاث فتحات ١٣/٧١٢

١٢-٥ تجربة إستلام مجمعات الصرف الصحى ١٤/٧١٢

الفصل الثالث عشر : الأشراف على إجراءات التجارب والأختبارات لأستلام شبكات الإنحدار

١٣-١ مقدمة ١/١٣

١٣-٢ اختبار المواسير ذات الوصلة الثابتة ٢/١٣

١٣-٣ اختبار المواسير ذات الوصلة المرنة ٣/١٣

١٣-٤ الاشتراطات الفنية لاستلام المواسير والخنادق ٤/١٣

١٣-٥ التعليمات الفنية عند اجراء الاختبارات الهيدروليكية ٥/١٣

١٣-٦ تسهيلات العمل عند إجراء تجارب الاختبارات الهيدروليكية ٦/١٣

١٣-٧ اختبار المطابق ٦/١٣

١٣-٨ أعمال الردم لخندق المواسير وحول المطابق ٧/١٣

١٣-٩ الاختبارات الهيدروليكية الداخلية لخطوط مواسير الطرد للصرف الصحى ٨/١٣

١٣-١٠ إستلام غرف المحابس على خطوط الطرد ١٢/١٣

الفصل الرابع عشر : أسس لتصميم وتخطيط شبكات تجميع مياه الصرف الصحي بالأنحدار

١٤-١ إعتماد مسار تخطيط مواسير شبكات تجميع مياه الصرف الصحى ١/١٤

١٤-٢ سعة التصميم لخطوط مواسير تجميع الصرف الصحى ١/١٤

١٤-٣ التصرف التصميمى لخطوط مواسير تجميع مياه الصرف الصحى ٢/١٤

١٤-٣-١ معدل التصرف للفرد من مياه الصرف الصحى ٢/١٤

١٤-٣-٢ تصرف الذروة التصميمى لمياه الصرف الصحى ٢/١٤

١٤-٣-٣ النظام المشتركة لشبكات تجميع المخلفات السائلة ٢/١٤

١٤-٤ أسس التصميم والإنشاء لخطوط تجميع مياه الصرف الصحى ٢/١٤

١٤-٤-١ أصغر قطر ٢/١٤

١٤-٤-٢ العمق ٢/١٤

١٤-٤-٣ الميل لخطوط مواسير تجميع مياه الصرف الصحى ٤/١٤

١٤-٤-٣-١ اقل ميل ٤/١٤

١٤-٤-٣-٢ ميل سرعة التنظيف الذاتية ٤/١٤

١٤-٤-٣-٣ ثبات الميل ٤/١٤

١٤-٤-٣-٤ مطالب الميل الكبير ٥/١٤

١٤-٤-٣-٥ تثبيت (تدعيم) الخطوط ١٤/٥
١٤-٤-٤ التخطيط لمواسير تجميع مياه الصرف الصحى ١٤/٥
١٤-٤-٥ التغيير فى حجم الماسورة لخط تجميع مياه الصرف الصحى ١٤/٥
١٤-٤-٦ مواد تصنيع مواسير تجميع مياه الصرف الصحى ١٤/٨
١٤-٤-٧ التركيب لخطوط مواسير تجميع مياه الصرف الصحي ١٤/٨
١٤-٤-٧-١ المواصفات القياسية ١٤/٨
١٤-٤-٧-٢ خندق المواسير ١٤/٨
١٤-٤-٧-٣ الفرشه حول المواسير ١٤/٩
١٤-٤-٧-٤ الردم لخندق المواسير ١٤/١٢
١٤-٤-٧-٥ اختبارات الانحناء ١٤/١٢
١٤-٤-٨ الوصلات بين مواسير تجميع مياه الصرف الصحى ومياه الرشح ١٤/١٢
١٤-٤-٨-١ الوصلات ١٤/١٢
١٤-٤-٨-٢ تجارب التسرب ١٤/١٢
١٤-٤-٨-٣ التفتيش على المطابق ١٤/١٣
١٤-٥ المطابق (المانهولات) ١٤/١٧
١٤-٥-١ الموقع ١٤/١٧
١٤-٥-٢ المطابق ذو الهدارات ١٤/١٨
١٤-٥-٣ القطر ١٤/٢٠
١٤-٥-٤ قناة الصرف ١٤/٢٠
١٤-٥-٥ عدم نفاذية المياه ١٤/٢٠
١٤-٥-٦ الكهرباء ١٤/٢٠
١٤-٥-٧ السيفون المقلوب ١٤/٢٠
١٤-٧ علاقة مواسير تجميع مياه الصرف الصحى والمجارى المائية المتقاطعة معها ١٤/٢٦
١٤-٧-١ تقاطع شبكات الصرف الصحى مع الوديان ١٤/٢٦
١٤-٧-١ عمق الغطاء ١٤/٢٦
١٤-٧-٢ تجاور شبكات الصرف الصحى مع الوديان ١٤/٢٦
١٤-٧-٣ المنشآت ١٤/٢٦
١٤-٧-٤ التخطيط ١٤/ ٢٧
١٤-٧-٥ إنشاء خطوط الصرف الصحى المتقاطعة مع الوديان ومخرات السيول ١٤/٢٧
١٤-٧-٥-١ المواد ١٤/٢٧
١٤-٧-٥-٢ المقاومة للتحت ١٤/٢٧
١٤-٨ التقاطع الهوائى ١٤/٢٧
١٤-٩ حماية خطوط التغذية لمياه الشرب من خطوط شبكات الصرف الصحى ١٤/٢٨
١٤-٩-١ التقاطع خطوط الصرف الصحى مع خطوط التغذية لمياه الشرب ١٤/٢٨
١٤-٩-٢ العلاقة بين خطوط الصرف الصحى ومنشآت التغذية بمياه الشرب ١٤/٢٨

١٤-٩-٣ العلاقة بين خطوط الصرف الصحى وخطوط المياه..... ١٤/٢٨
١٤-٩-٣-١ العزل الافقى..... ١٤/٢٨
١٤-٩-٣-٢ التقاطع بين خطوط الصرف الصحى وخطوط المياه..... ١٤/٢٩
١٤-٩-٣-٣ حالات خاصة..... ١٤/٢٩

ملحق رقم (١) : جداول تصميم خطوط مواسير الإنحدار لتجميع مياه الصرف الصحى

ملحق رقم (٢) : ملخص أسس التصميم وتخطيط شبكات تجميع مياه الصرف الصحي بالأنحدار

ملحق رقم (٣) : الرسومات الهندسية لأعمال تجميع مياه الصرف الصحى

المراجع

الفصل الأول

الأثار البيئية لإنشاء أنظمة تجميع مياه الصرف الصحى

١-١ مقدمة :

من علامات التقدم الحضاري في منطقة ما وجود شبكات لتجميع مياه الصرف الصحى بها يحقق صرف المخلفات السائلة لسكانها و منشآتها صرفا صحيا . و قد زاد في السنوات الأخيرة الاهتمام بأعمال الصرف الصحي نتيجة للزيادة المستمرة في معدلات استهلاك المياه ، و التي ترتبط بعوامل كثيرة منها زيادة تعداد السكان و التقدم في الصناعة و زيادة الاحتياجات من المياه ، و كل هذه العوامل جعلت من المخلفات السائلة مشكلة كبيرة تتفاقم أثراها . ويعتبر الصرف الصحى للمخلفات السائلة من أهم العمليات اللازمة لضمان توفر البيئة الصحية الصالحة للأفراد في المجتمعات السكنية ، و التي تساعد علي تجنب المشاكل التالية:

١. تلوث المجاري المائية السطحية أو المياه الجوفية مما ينتج عنه انتشار الأمراض مثل التيفود و الكوليرا و بقية الأمراض التي تنقلها المياه الملوثة.

٢. نمو و تكاثر الذباب و البعوض و ما يؤدي إليه ذلك من انتشار الأمراض علاوة علي ما تسببه من مضايقات.

٣. معاناة الأهالي من مشاكل الصرف في المنازل و أعمال الكسح اللازم إجراؤها كل فترة لبيارات الصرف و خزانات التحليل المستخدمة ، وذلك في حالة عدم وجود شبكة لتجميع المخلفات السائلة.

٤. نزح رواسب خزانات التحليل أو بيارات الصرف و التخلص منها إما علي المجاري المائية مما يؤدي إلى تلوثها، أو بتجميعها في بعض المناطق القريبة من المدن مما يؤدي إلى تراكمها و انبعاث روائح كريهة غير مرغوب فيها.

٥. تأثير الأحماض الناتجة عن التفاعلات التي تحدث في مياه الصرف الصحى بفعل البكتريا اللاهوائية علي أساسات المنشآت،علاوة علي تأثيرها علي التربة

المحيطة إذا تم صرف مثل هذه المياه علي التربة مما يؤدي مستقبلا إلى انهيار المنشآت وعدم صلاحية الطرق. كما أن استمرار الصرف علي التربة المحيطة يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية بالجراثيم والطفيليات مما يعوق استخدامها في مختلف الأغراض.لذلك يعتبر الصرف الصحي للمخلفات السائلة المنزلية و المحتوية علي الفضلات الآدمية من أهم العمليات اللازمة لضمان توفير البيئة الصالحة للأفراد ، سواء في المجتمعات الحضرية أو الريفية ، و يجب أن يتم الصرف بطرق هندسية واقتصادية وفقا للأسس الفنية والشروط الأساسية لمقومات الصحة العامة ومقتضيات الراحة والأمان للمواطنين وسلامة ونظافة البيئة، وفي حدود الامكانات المتيسرة.

١-٢ فوائد إنشاء شبكات تجميع مياه الصرف الصحي:

فوائد إنشاء شبكات تجميع وصرف مياه الصرف الصحي كثيرة ومتعددة، أهمها ما يلي:

١. حماية أساسات المباني والمنشآت.
٢. حماية المجاري المائية ومصادر المياه الجوفية من التلوث.
٣. ضمان إجراء عمليات الصرف للمياه الملوثة علي أسس صحية و سليمة، مما يوفر وسائل الراحة والرفاهية بالتجمعات السكانية.
٤. الاستفادة من مياه الصرف الصحي بعد معالجتها و إعادة استخدامها .
٥. الاستفادة من الرواسب الناتجة من وحدات معالجة مياه الصرف الصحي، وذلك بعد معالجتها.
٦. حماية البيئة المحيطة من التلوث (مياه-تربة-هواء-نباتات-حيوان).

١-٣ أعمال تجميع مياه الصرف الصحى المخلفات السائلة

يتم تجميع مياه الصرف الصحي والمخلفات السائلة بواسطة شبكة من المواسير تسير فيها مياه الصرف الصحى بما تحتويه من مواد عالقة أو ذائبة بالانحدار الطبيعي تبعا للقوانين الهيدروليكية . وتسير المخلفات السائلة في هذه الشبكة بحيث تصب المواسير الصغرى في مواسير أكبر منها وهكذا إلى أن تصب في النهاية في مجمع رئيسي يصب في بيارة محطة الرفع التي ترفع المخلفات

السائلة و تدفعها في مواسير تحت ضغط تعرف بالمواسير الصاعدة أو خطوط الطرد إلى موقع وحدات معالجة المخلفات السائلة . ويمكن تقسيم نظم تجميع المخلفات السائلة (مكونات أعمال شبكات تجميع ومحطات رفع مياه الصرف الصحي) إلى الأعمال التالية:

أولا:

شبكة المواسير بالانحدار الطبيعي وملحقاتها من المطابق وغرف التفتيش وأعمال خاصة أخرى.

ثانيا:

محطات الرفع و ملحقاتها(البيارة و وحدات الضخ من الطلمبات والمحركات ومواسير السحب والطرد وأجهزة قياس التصرف).

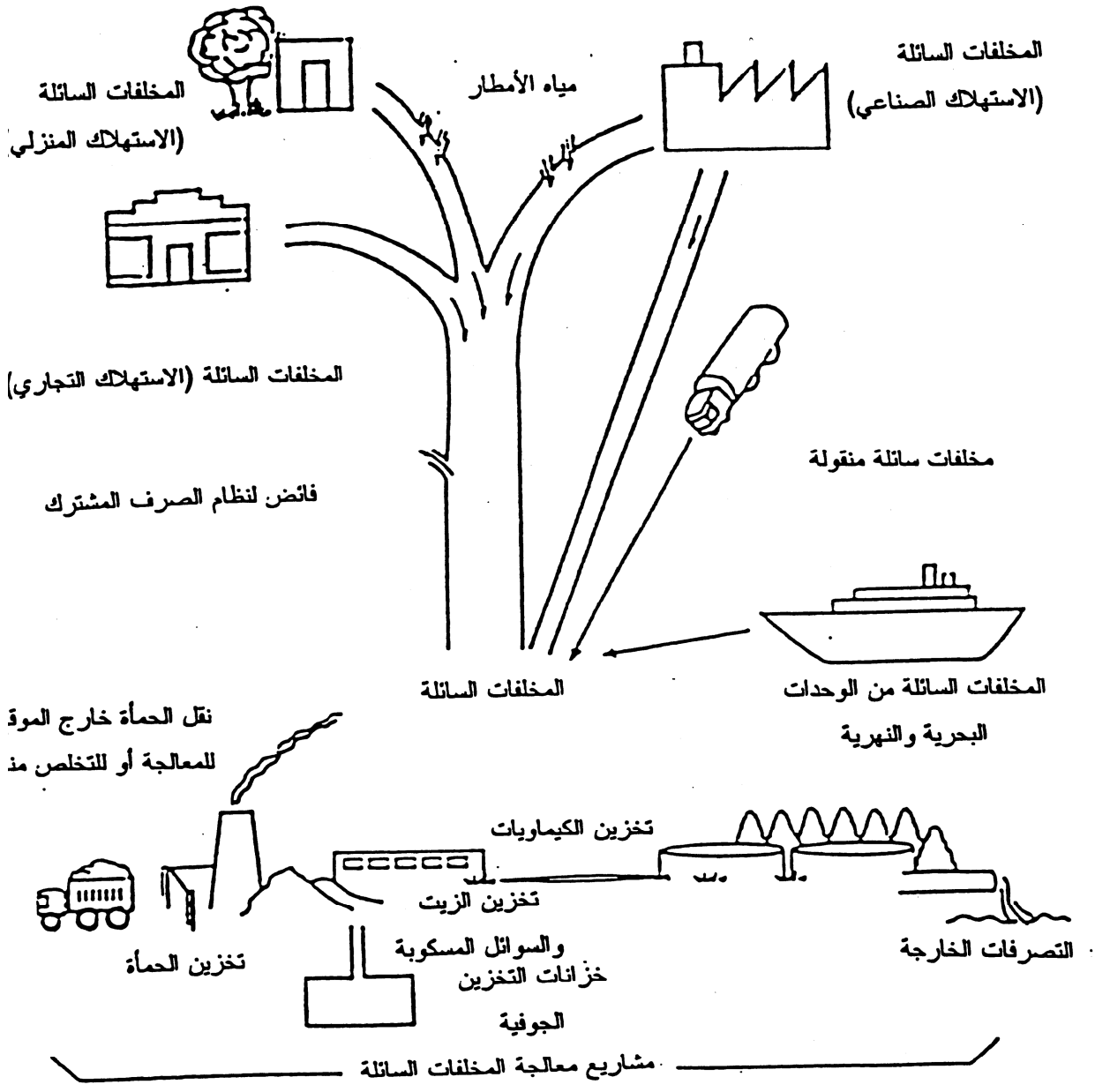
ثالثا:

المواسير الصاعدة (خطوط الطرد) وملحقاتها من غرف المحابس وأجهزة الحماية من المطرقة المائية.

١-٤ تحديد مصادر المياه الملوثة:

تتكون مياه الصرف الصحى أساسا من المخلفات السائلة المنزلية الناتجة من المباني السكنية ومن المخلفات السائلة الناتجة من بعض الصناعات الخفيفة بالمدينة كالصناعات الغذائية بالإضافة إلى مياه الرشح ومياه الأمطار التي تصل إلى الشبكة كما هو موضح بالشكل رقم(١-١).

وتتكون مياه الصرف الصحي أصلا من مياه الشرب المستعملة بما تحتويه من العناصر الكيميائية الموجودة فيها قبل الاستعمال مضافا إليها الشوائب التي تصاحب استعمالها. وتعتمد هذه الشوائب في نوعيتها وكمياتها علي مجالات استعمال المياه، فتختلف بالنسبة للمخلفات الصناعية عنها في الاستعمالات المنزلية أو مياه الأمطار أو مياه الرشح. وكل نوع من أنواع هذه المياه الملوثة تتداخل عوامل كثيرة في التأثير علي مكوناتها ،و تتفاوت هذه العوامل من منطقة إلى أخرى ومن موسم الى آخر وحتى خلال اليوم الواحد.



شكل رقم (١-١) مشاريع التجميع والمعالجة والتخلص من المياه الملوثة

١-٤-١ مياه الصرف الصحي المنزلى

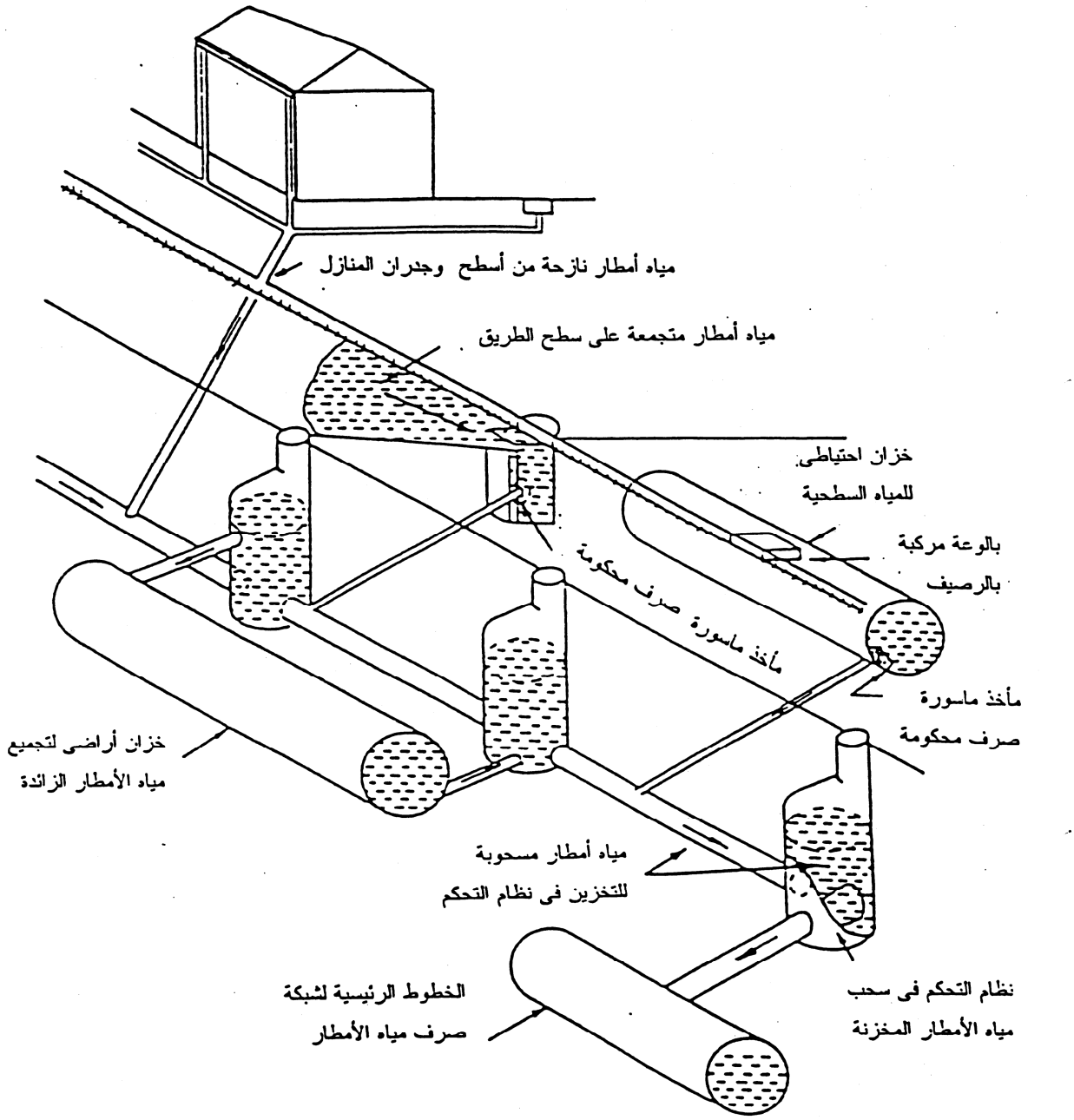
تشمل المياه المستعملة في التجهيزات والتركيبات الصحية المنزلية و دورات المياه وأحواض المطابخ والأجهزة المستعملة الأخرى، ويتضح من ذلك أن نوعية الشوائب في هذه المياه هي المواد العضوية مثل مخلفات الطعام والفضلات الآدمية بالإضافة إلى المواد الناتجة عن الاستحمام ونظافة الملابس والآوانى والأرضيات وكافة أعمال النظافة الأخرى.

وتختلف نوعية مياه الصرف الصحي المنزلي طبقا للعوامل التالية:

أ- نظام شبكات التجميع(هل هي مشتركة أو منفصلة).
ب-مستوى المعيشة للأفراد وكذلك نوعية النشاط السكانى.
ج-معدلات استهلاك مياه الشرب.
د- خصائص مياه الشرب.
ه- العائدات والتقاليد والثقافة.
و- العوامل البيئية والمناخية

١-٤-٢ مياه الأمطار:

تحتوي مياه الأمطار بعد تجميعها علي المواد التي تحملها الأمطار أثناء سقوطها أو جريانها فوق أسطح المباني و الأرض، و تختلف ما تحمله مياه الأمطار من أتربة و رمال و مواد عضوية طبقا لعدة عوامل كثيرة منها طبيعة الأسطح التي تسقط عليها الأمطار و نوعيتها و كذلك نساحة الشوارع وأحوالها ونوع الرصف لها و مدى تكرار سقوط الأمطار ومدتها.وقد تحتوي مياه الأمطار في بعض الأحيان علي تركيز عالى من المواد العالقة التي تجرفها الأمطار مثل مصر فيما عدا مدينة الأسكندرية من الأسطح التي تسقط عليها بالإضافة إلى بعض الغازات الذائبة في الأمطار أثناء هطولها. و في البلاد شحيحة المياه يفضل إنشاء شبكات منفصلة لتخزين مياه الأمطار لاستخدامها في أعمال الري أو في أي استخدامات أخرى،كما هو موضح بالشكل رقم (١-٢).



شكل رقم(١-٢) شبكات تجميع مياه الأمطار-النظام المنفصل-

١-٤-٣ المخلفات الصناعية السائلة:

تختلف مكونات المخلفات الصناعية السائلة و خصائصها حسب نوع الصناعة والعمليات الصناعية المستخدمة فيها،و كمية المياه المستعملة و المواد التي تدخل في التصنيع ، و النسبة التي تصل منها إلى مياه الصرف الصحي. و تكون بعض المخلفات الصناعية أشد تركيزا من مياه الصرف المنزلي بالنسبة للمواد العضوية والمواد العالقة و المواد الذائبة ، و قد تكون بعضها أقل تركيزا، فنجد مثلا أن المياه المستعملة في صناعة الورق تحتوي علي تركيز عال من المواد العضوية العالقة و الذائبة، بينما نجد أن المياه المستعملة في صناعة التبريد تكون خالية من الشوائب. وتحتوي بعض المخلفات الصناعية علي مواد سامة أو ضارة بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة التي لها دور كبير في عمليات المعالجة. ولذلك لا يسمح بصرف المخلفات الصناعية علي شبكات الصرف الصحي إلا إذا توافرت فيها معايير وخصائص معينة بشأن صرف المخلفات الصناعية السائلة علي شبكات الصرف الصحي.

١-٤-٤ مياه الرشح :

و هي المياه التي تدخل مواسير الصرف الصحي من المياه السطحية أو من المياه الجوفية في باطن الأرض إذا كان منسوبها أعلي من منسوب المواسير . لذا يجب أن تقدر قيمتها لتؤخذ في الاعتبار عند التصميم. و تدخل المياه الجوفية عن طريق الوصلات و المسام و المطابق المعيبة وأغطية المطابق التي يقل منسوبها عن منسوب سطح الأرض. و تعتمد كمية مياه الرشح علي ارتفاع منسوب المياه الجوفية فوق منسوب المواسير و علي جودة الوصلات و نوعية مواسير الصرف المستخدمة و قطرها و طولها و نوع أغطية المطابق المستخدمة(بفتحات أم بدون فتحات-خاصة في المناطق الممطرة). وتشمل أسس التصميم و المراجع المختلفة تحديد كميات مياه الرشح،فمثلا للمواسير قطر ٢٠٠ مم تتراوح مياه الرشح من ١٠ الى ٣٠ متر مكعب في اليوم لكل كيلو متر من المواسير ، و للمواسير قطر ٦٠٠مم تتراوح مياه الرشح من ٢٠ إلى ٨٠ متر مكعب لكل كيلو متر من المواسير. وهذا من واقع الخبرة العملية المصرية.

و تقدر كمية المياه المتسربة لكل مطبق بحوالي من١.٣ الي٤.٧ لتر/ثانية، وتتوقف هذه الكمية علي عدد و مساحة الفتحات في غطاء كل مطبق. و هذه الكميات قابلة للزيادة في حالة سوء التنفيذ و قابلة للنقص في حالة استخدام أنواع جيدة من المواسير ذات المسامية المتخصصة أو المنعدمة وفى حالة استخدام عدد وصلات أقل للمواسير . و قد يحدث في بعض الأحيان ظاهرة الترشيح (عكس حركة مياه الرشح) في حالة وجود المياه الجوفية علي منسوب أقل من منسوب المواسير حيث تتسرب المياه من المواسير إلى طبقات التربة المحيطة (Exfiltration), مما يتسبب في تلوث التربة و المياه الجوفية بالاضافة إلى خلخلة التربة أسفل أساس المواسير و المطابق و تأثير ذلك علي سلامة هذه المنشآت و المواسير . و يتأثر منسوب مياه الرشح بالدرجة الأولي بموقع تركيب المواسير , حيث يرتفع عندما يكون الموقع مجاورا للأنهار أو الترع أو المجاري المائية، بينما يقل عندما يزيد بعد الموقع عن المجاري المائية . و لذلك نجد أن منسوب مياه الرشح في الموقع المجاور للنهر و علي مسافة في حدود خمسون مترا من جسر النهر يتأثر بارتفاع أو انخفاض منسوب النهر.

١-٤-٥ مياه غسيل الشوارع و الأرصفة:

و هذه المياه يمكن صرفها على شبكة الصرف الصحىو تصرف أولا في البالوعات و منها إلى شبكة الصرف حاملة معها بعض الرمال والورق والزيوت والشحومات.

١-٥ العوامل التى تؤثر على محتويات وخصائص المخلفات السائلة

تتغير مكونات مياه الصرف الصحي السائلة من وقت إلى آخر علي مدار السنة والشهر و اليوم أسوة بتغير كمياتها ،الا انه يمكن القول أن المخلفات السائلة تتكون في المتوسط من ٩٩,٩% ماء و٠,١% مواد صلبة سواء كانت عالقة أو ذائبة, عضوية أ غير عضوية, كما تحتوي علي الكثير من البكتريا (هوائية أو لا هوائية). وهناك عوامل كثيرة تؤثر على محتويات وخصائص مياه الصرف الصحى وهي كما يلى.

- عمر المخلفات السائلة.

- وقت جمع العينة.
- تعرض المخلفات السائلة للهواء.

١-٥-١ عمر المخلفات السائلة:

أي الوقت الذي مضي منذ صبها في شبكة الصرف إلى وقت أخذ العينة، فالمخلفات السائلة في بدء جريانها في شبكة الصرف تكون ذات لون مائل إلى الرمادي مع وجود مواد برازية و زيوت و شحوم و أوراق و مخلفات الخضروات طافية علي السطح. و بمضي الوقت و نتيجة لجريان هذه المخلفات السائلة في شبكة الصرف تتفتت المواد العالقة و الطافية و تندمج مع سائل متجانس ذو عكارة عالية و لون أشد تركيزا،بينما تتصاعد منها روائح كريهة نتيجة لتحلل بعض المواد العضوية تحللا لا هوائيا.

١-٥-٢ وقت جمع العينة:

لما كانت المياه المستعملة و كذلك الغرض من استعمالها يتغيران من وقت لآخر، فمن البديهي أن تختلف محتويات العينة و درجة تركيز هذه المحتويات من وقت للآخر ، فنجد أن أكثر العينات تركيزا هي التي تؤخذ في الساعات الأولى من الصباح ، بينما يقل تركيز العينات التي تؤخذ في الساعات المتأخرة من الليل. كما تتغير مكونات المخلفات السائلة و درجة تركيز ما تحتويه من مواد عالقة أو ذائبة تبعا لتغير للأنشطة الصناعية من موسم لآخر علي مدار السنة.

١-٥-٣ تعرض المخلفات السائلة للهواء:

تحتوي المخلفات السائلة عند بدء جريانها في شبكة الصرف علي بعض الأكسجين الذائب الذي سرعان ما يستهلك نتيجة لنشاط البكتريا الهوائية التي تموت إذا لم يتجدد الأكسجين (أي إذا لم يكن هناك اتصال دائم بين المخلفات السائلة و الهواء). وعندئذ تنشط البكتيريا اللاهوائية و يحدث تحلل لاهوائي للمواد العضوية فتكتسب المخلفات لونا داكنا و رائحة عفنة نتيجة لهذا التحلل اللاهوائي، وعلي النقيض من ذلك إذا تواجدت المخلفات السائلة علي اتصال علي اتصال دائم بالهواء عندئذ تنشط البكتريا الهوائية مما ينتج عنه تحلل هوائي للمواد العضوية لا ينتج عنه روائح عفنة أو تركيز عالي في اللون.

من هذا يتضح أن المواد العضوية تتعرض إلى نوعين من التحلل:

أولا:التحلل اللا هوائي(putrefaction) :

و هو الذي يحدث نتيجة لنشاط البكتريا اللا هوائية في غياب الأكسجين و ينتج عنه غازات النشادر (ammonia) و الميثان (methane) و كبريتور الهيدروجين(hydrogen sulpH ide) ، و معظم هذه الغازات ذات رائحة نفاذة كريهة.

ثانيا :التحلل الهوائي(oxidation):

وهو الذي يحدث نتيجة نشاط البكتريا الهوائية عند تواجد الأكسجين و ينتج عنه أملاح الأزوتات (nitrates) و الكبريتات (sulpH ates) و ثاني أكسيد الكربون (carbon dioxide) و مواد أخرى غير ضارة.

ويتأثر التحليل الهوائي بعدة عوامل مثل:

- درجة حرارة المخلفات (temperature of sewage):

و يظهر تأثير درجة الحرارة في زيادة نشاط البكتريا سواء الهوائية أو اللاهوائية مع ارتفاع درجة الحرارة إلى درجة معينة يأخذ بعدها نشاط البكتريا في الهبوط.

- العوامل الميكانيكية (mechanical factors):

مثل مرور المخلفات السائلة علي هدارات أو في منحدرات أو في وحدات الطلمبات، إذ أن مثل هذه العوامل تساعد علي تفتت المواد العالقة الكبيرة الحجم نسبيا إلى مواد أصغر حجما .

- كمية المياه المستخدمة (مياه الشرب) في المدينة و كذلك محتويات هذه المياه و كمية مياه الرشح و كمية مياه المطر، و هذه تؤثر علي درجة تركيز المواد الصلبة(عالقة كانت أو ذائبة)،كما أن مياه الرشح بما قد تحتويه من أملاح ذائبة تؤثر علي درجة تركيز المواد الذائبة.
- المواد الصلبة الموجودة في المخلفات السائلة:

تتواجد المواد الصلبة في المخلفات السائلة إما عالقة أو ذائبة،فإذا أخذنا عينة من المخلفات السائلة ووضعناها في فرن تجفيف لتبخير ما فيها من ماء أمكننا

تحديد كمية المواد الصلبة في العينة سواء كانت ذائبة أو عالقة، أما إذا رشحنا العينة قبل التجفيف ثم جففنا السائل الذي مر في ورقة الترشيح فانه يمكننا تحديد كمية المواد الصلبة الذائبة. وتنقسم المواد الصلبة العالقة إلي:

- مواد سهلة الترسيب, أي ترسب في وقت قصير و تقدر بحوالي ٥٠%من المواد العالقة.
- مواد صعبة الترسيب ، أي تحتاج إلى وقت طويل لترسيبها وتقدر بحوالي ٥٠% من المواد العالقة.

و تتراوح نسبة المواد الصلبة الذائبة من٦٥% إلى ٧٥% من مجموع المواد الصلبة ، بينما تتراوح نسبة المواد الصلبة العالقة من ٢٥% إلى ٣٥% من مجموع المواد الصلبة . و في عمليات معالجة المخلفات السائلة تحجز نسبة كبيرة من المواد العالقة بينما تمر نسبة كبيرة من المواد الذائبة في كامل عملية المعالجة دون تغيير يذكر إذ يتغير قليل منها بالأكسدة، كما هو موضح بالجدول رقم (١-١) التالي:

جدول رقم (١-١)

مكونات مياه الصرف الصحي الاستخدامات المنزلية:

مياه الصرف الصحي						
١٠٠٠ جزء في المليون مواد صلبة						١٠٠٠×٩٩٩ جزء في المليون ماء
٣٠٠ مواد عالقة				٧٠٠ مواد ذائبة		
١٥٠ قابل للترسيب		١٥٠ غير قابل للترسيب				
١٠٠ عضوي	٥٠ غيرعضوي	١٠٠ عضوي	٥٠ غيرعضوي	٣٠٠ عضوي	٤٠٠ غيرعضوي	

كما يمكن تقسيم المواد الصلبة في المخلفات السائلة إلى مواد عضوية و غير عضوية:

- **المواد العضوية (organic substance):**

و تسمي أحيانا مواد طيارة أو غير ثابتة(volatile-unstable) نظرا لتطايرها عند التسخين لدرجة حرارة عالية.

- **مواد غير عضوية (inorganic substance):**

و تسمي أحيانا مواد معدنية أو ثابتة (mineral – stable) و نظرا لثباتها و عدم تطايرها عند التسخين لدرجة حرارة عالية .و تقدر نسبة كل من المواد العضوية و المواد غير العضوية الموجودة في المخلفات السائلة بحوالي ٥٠% من مجموع المواد الصلبة

١-٥- ٤ الكائنات الحية الميكروسكوبية في المخلفات السائلة:

تحتوي المخلفات السائلة بالإضافة إلى المواد الصلبة العالقة و الزائدة علي العديد من أنواع الكائنات الحية الميكروسكوبية و البكتريا، و التي يتواجد كل نوع منها بالآلاف في كل مللي لتر من المخلفات .إلا أن غالبية هذه الكائنات غير ضارة و بعضها ضروري لعملية المعالجة لتثبيت المواد العضوية وتحويلها إلى مواد ثابتة غير ضارة وبعضها ضرورى لعمليات المعالجة لتثبيت المواد العضوية وتحويلها الى مواد ثابتة غير عضوية.

إلا أن بعض هذه الكائنات ضارة و قد تسبب أمراض خاصة إذا وصلت إلى الطعام أو إلى مياه الشرب، و من أمثلة ذلك:البكتريا التيفودية, و الباراتيفود ، الدوسنتاريا ، الكوليرا، و الإمراض المعدية الأخرى.و تجري علي المخلفات السائلة الاختبارات البكتريولوجية الآتية:

١-العدد الكلي للبكتريا عند درجة حرارة ٣٠ درجة مئوية ، و يتراوح بين نصف مليون إلى خمسة مليون في الملليلتر.

٢-العد الكلي للبكتريا عند درجة حرارة ٣٧ درجة مئوية، وهو يقل قليلا عن العد الكلي عند ٢٠ درجة مئوية.

٣-عدد بكتريا القولون و يتراوح بين ٣٠٠٠٠ – ٢٠٠٠٠٠ في المليمتر . وبديهي أن هذا التراوح الواسع في عدد البكتريا يكون سبب اختلاف وقت و ظروف أخذ العينة وكذلك نوع المخلفات و ما تحتويه من مركبات.

١-٥-٥ الاختبارات الكيميائية لعينة المخلفات السائلة:

تجري بعض الاختبارات الكيميائية لفحص عينة من المخلفات السائلة بغرض تقدير درجة تركيزها قبل المعالجة، كما تجري نفس الاختبارات علي عينة من المخلفات السائلة أثناء و بعد المعالجة وبالمقارنة يمكن الإستدلال على كافة عمليات المعالجة و تشمل الاختبارات ما يلي:

١. اختبار الأزوت النشادري (nitrogen-ammonia) ، حيث تقل كمية النشادر بمضي الوقت لتحولها إلى نيترات و نيتريت.

٢. اختبار الأزوت علي هيئة نترات و نيتريت(nitrites and nitrates)،حيث تزيد كمية النترات بمضي الوقت و يدل تواجد الأزوتات بكثرة علي اقتراب كفاءة المعالجة من الكمال.

٣. اختبار الكلوريدات (chlorides)، و يستفاد من هذا الاختبار للدلالة علي تلوث الماء بالمخلفات السائلة نظرا لارتفاع تركيز الكلوريدات في المخلفات السائلة عنه في الماء .

٤. اختبار كبريتورالهيدروجين(hydrogen sulpHide) ،إذ يدل تواجد هذا الغاز في عينة المخلفات علي نشاط البكتريا اللا هوائية و عدم تواجد أللأكسجين في العينة.

٥. اختبار الأكسجين الكيميائي المستهلك (COD – chemical oxygen demand)،ويستدل منه علي مدي تركيز المواد الكربونية العضوية في العينة ،إلا أنه ليس بالدقة الكافية.

٦. اختبار الأكسجين الحيوي الممتص(BOD-chemical oxygen demand)، وهو من التجارب الهامة في اختبار عينات المخلفات السائلة باعتباره طريقة لقياس تركيز المواد العضوية في العينة ، إذ بإجرائها يتم تقدير كمية الأكسجين اللازمة لنشاط البكتريا لأكسدة المواد العضوية الموجودة في العينة عند حفظها لفترة محددة و تحت ظروف معينة ، و تجري التجربة بتخفيف العينة بكمية معينة من المياه المهواة(Aerated water). ويتم قياس تركيز الأكسجين في الخليط في بداية و نهاية مدة حفظه و من ثم يمكن حساب كمية الأكسجين المستهلك خلال هذه الفترة و تقديرها بالجزء في المليون.

١-٥-٦ العوامل التى تؤثر على كمية الأكسجين الحيوي :

- تركيز المواد العضوية في العينة ، فكلما زاد تركيزها زاد الأكسجين المستهلك أي الأكسجين الحيوي الممتص(BOD) حيث يتناسب معدل استهلاك الأكسجين أثناء اجراء تجربة واحدة طرديا مع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد.
- درجة الحرارة أثناء فترة الحفظ (incubation) إذ كلما زادت درجة الحرارة –إلي حد معين– زاد نشاط البكتريا في أكسدة و تثبيت

المواد العضوية.

- الزمن أو الفترة التي تحفظ أثناءها العينة أي التي يقاس تركيز الأكسجين في العينة في بدايتها و نهايتها.

ولتقنين التجربة (standardization) و حتى يمكن مقارنة النتائج علي عينات مختلفة في أماكن و أوقات مختلفة تم الاتفاق علي أن تبقى درجة الحرارة طوال هذه الفترة ٢٠ درجة مئوية و أن يكون زمن حفظ العينة (incubation period) خمسة أيام . و يبين الشكل رقم (١-٣) المنحنيات الموضحة للعلاقة بين المتغيرات الثلاثة و هي(BOD)، زمن أو فترة الحفظ، درجة الحرارة، و يتبين في هذا الشكل أنه يمكن تقسيم أي منحني إلى ثلاثة مراحل:

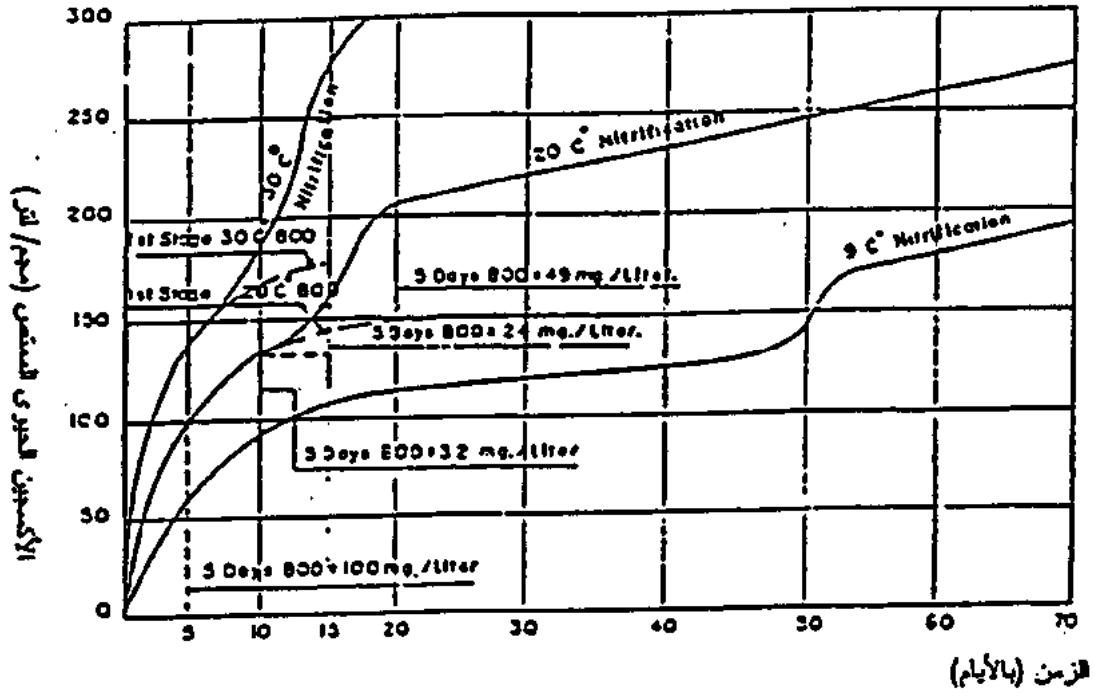
أ- **المرحلة الأولي**:و تستمر لفترة ١٠الي ١٥ يوما أو أكثر و فيها تتأكسد المواد العضوية الكربونية الأصل ، ويتميز هذا الجزء من المنحني بأن معدل استهلاك الأكسجين يتناسب مع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد.

ب- **المرحلة الثانية**: و هي فترة انتقال بين المرحلة الأولي و الثالثة, وتتميز هذه المرحلة بثبات معدل استهلاك الأكسجين مع ارتفاع في قيمة هذا المعدل ، و تستمر هذه المرحلة حوالي ثلاثة أيام.

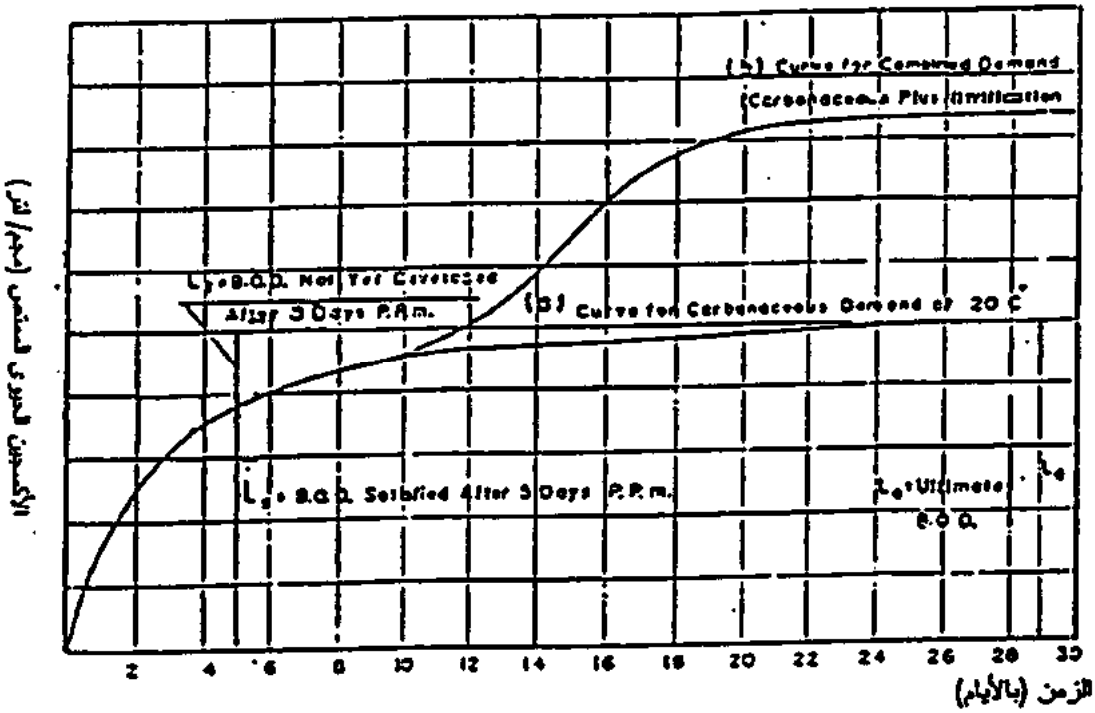
ت- **المرحلة الثالثة**: يتم فيها أكسدة المواد العضوية الأزوتية الأصل ، و تتميز بأن معدل استهلاك الأكسجين يكاد يكون ثابت إلا أنه أقل من المعدل في المرحلة الثانية ، و تستمر هذه المرحلة حتى يتم أكسدة المواد العضوية التي قد تستغرق شهورا.

و يوضح الشكل رقم (١-٣) و(١-٤) العلاقة بين الإحتياج الأكسجين الحيوي (BOD) و زمن الحفظ و درجة الحرارة و نوع المادة العضوية، و يتضح من

هذا الشكل أن معدل استهلاك الأكسجين يتناسب مع كمية المواد العضوية التي لم تتأكسد بعد.



شكل رقم (١-٣) العلاقة بين كمية الإحتياج الأكسجين الحيوي (BOD) ودرجة الحراره وزمن الحفظ بالحضانة



شكل رقم (١-٤) العلاقة بين كمية الإحتياج الأكسجين الحيوي (BOD) و درجة الحرارة نوع المادة العضوية

وفي جميع الاختبارات السابقة تظهر النتائج موضحة تركيز محتويات المخلفات السائلة بالجزء في المليون كما في الجدول رقم (١-٢). و يبين الجدول رقم (١-٣) كمية المواد العالقة والذائبة والإحتياج الأكسجين الحيوي بالنسبة للشخص الواحد مقدرة بالجرام/للفرد ، و منه يمكن تحديد تركيزه هذه المواد في المخلفات السائلة بعد معرفة معدل استهلاك الفرد للمياه في أى مدينة.

الجدول رقم (١-٢)

خصائص مياه الصرف الصحى (استهلاك منزلى)

المحتوى	نوعية المخلفات السائلة مجم/لتر		
اللـــــون	أسود (قوية)	مائل إلى السواد (متوسطة)	رمادي (ضعيفة)
اللأكسجين الذائب	صفر	صفر	صفر
الإحتياج الأكسجين الحيوي (BOD)	٣٠٠	٢٠٠	١٠٠
الأكسجين الكيميائي (COD)	١٠٠٠	٥٠٠	٢٥٠
المواد الصلبة الكلية	١٢٠٠	٧٢٠	٤٠٠
الواد العالقة	٣٥٠	٢٠٠	١٠٠
المواد الذائبة	٨٥٠	٥٠٠	٢٥٠
الزيوت و الشحوم	١٥٠	١٠٠	٥٠
الدهون	٤٠	٢٠	–
الكالسيوم	٤٠	٢٥	١٥
الماغنسيوم	٤٠	٢٥	١٥
الصوديوم	٧٠	٥٥	٤٠
البوتاسيوم	١٥	١١	٧
الحديد	٠.٤	٠.٣	٠.٢
المنجنيز	٠.٤	٠.٣	٠.٢
الأزوت الكلي	٨٦	٥٠	٢٥

تابع جدول رقم (١-٢)

محتويات مياه الصرف الصحي (استهلاك منزلى)

المحتوى	نوعية المخلفات السائلة مجم/لتر		
اللون	أسود (قوية)	مائل إلى السواد (متوسطة)	رمادي (ضعيفة)
النيتريت	٠.١٠	٠.٠٥	صفر
النترات	٠.٤	٠.٢	٠.١
النوشادر	٥٠	٣٥	٢٠
القلوية	٢٥٠	١٠٠	٥٠
الكلوريدات	١٠٠	٥٠	٣٠
الفوسفات	٤٠	٣٠	٢٠
السلفات	٣٠	٣٣	١٥
الرقم الهيدروجيني	٨,٥	٧.٢	–
درجة الحرارة	٦٠	٤٠	٢٠ م°
الرائحة	تختلف حسب التفاعلات اللاهوائية و نسبة النتروجين و الفسفور و الزمن و كلوريد الهيدروجين المتكون		
الفينول	تختلف حسب الأستخدام		
المنظفات الصناعية			

جدول رقم (١-٣) كمية المواد الصلبة العالقة و الذائبة و الأكسجين الحيوي الممتص (جرام/فرد/يوم)

نوع المادة الصلبة	غير عضوية	عضوية	المجموع	الأكسجين الحيوي الممتص
العالقة	٢٥	٦٥	٩٠	٤٢
القابلة للترسيب	١٥	٤٠	٥٥	١٩
صعبة الترسيب	١٠	٢٥	٣٥	٢٣
الذائبة	٨٠	٨٠	١٦٠	١٢
المجموع	١٠٥	١٤٥	٢٥٠	٥٤

الفصل الثانى

الدراســـات الأساسيـــة اللازمة لتخطيط وتصميم نظم تجميع مياه الصرف الصحى

٢-١ مقدمـــة

عند البدء فى تخطيط وتصميم أعمال تجميع مياه الصرف الصحى من المدن والتجمعات السكنية يتعين تقدير كمية المخلفات السائلة المنتظرة من المدينة بعد نموها مستقبلا ، وهذا يستوجب توفير الدراسات الآتية :

١- تعداد السكان حاليا ومستقبلا.

٢- التخطيط العمرانى واستخدامات الأراضى.

٣- تحديد الفترات التصميمية .

٤- معدلات استهلاك المياه المختلفة ومنها معدلات الصرف الصحى.

٥- تصرفات مياه الصرف الصحى المنزلى والتصرفات التجارية.

٦- تصرفات مياه الصرف الصناعى .

٧- كمية مياه الرشح.

٨- كمية مياه الأمطار .

٩- التصرفات التصميمية لخطوط شبكات التجميع بالإنحدار

١٠-اختيار مواقع محطات الرفع.

١١- حدود ومساحة المناطق المخدومة.

١٢- الأعمال المساحية الطبوغرافية.

١٣- تحديد مسارات خطوط الطرد

١٤- تحديد مواقع أعمال المعالجة.

١٥- دراسة خصائص التربة.

١٦- البيانات المناخية والبيئية.

٢-٢ تعداد السكان حاليـــا ومستقبـــلا:

دراسة التعداد السكاني لأى مدينة أو تجميع سكاني أساسية والهدف منها هو تصميم مشروعات تجميع مياه الصرف الصحى ، ويتم ذلك بدراسة النمو السكاني طبقا للمراحل الزمنية المختلفة. يتراوح العمر الافتراضي لشبكات تجميع مياه الصرف الصحى بين ٣٠-٥٠ ســنة ، لــذا يجــب التنبؤ بعدد السكان طوال المدة التى تخدم فيها خطوط الشبكة بدقة كافية ، حتى لا تتسبب أى زيادة فى التقدير فى زيادة إقطار المواسير وبالتالي زيادة التكاليف لإنشاء الخط ، وحتى لا يتسبب أى نقص فى تقدير عــدد السكان المطلوب خدمتهم فى حدوث قصور فــى الأعمــال المختلفــة للمشروع ، وتشمل الطرق المستخدمة فى التنبؤ بعدد السكان مستقبلا ما يلى:

١- الطريقة الحسابية (Arithmetic Increase).

٢- الطريقة الهندسية (Geometrical Increase) .

٣- طريقة الزيادة المتناقص (Decreasing Rate of Increase).

٤- طريقة الكثافات السكانية.

٥- الطريقة البيانية التقريبية (Geometrical Extension Method).

٦- طريقة المقارنة البيانية (Geometrical Comparison Method).

٢-٢-١ الطريقة الحسابيـــة :

يمكن تقدير عدد السكان لهذه الطريقة من المعادلــة الرياضــية رقم (٢- ١) الآتية:

$$P_1 = P_1 + K_a (t_n - t_1) \qquad (٢-١)$$

وتمثل هذه الطريقة هندسيا بخط مستقيم .

٢-٢-٢ الطريقة الهندسيـــة

وتطبق المعادلة الرياضية رقم (٢- ٢) فى هذه الطريقة

$$L_n P_n = L_n P_n + K_g (t_n - t_l) \qquad (٢-٢)$$

وتمثل هندسيا بمنحنى متزايد من الدرجة الأولى.

٢-٢-٣ طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص

تطبق المعادلة الرياضية رقم (٢- ٣) فى هذه الطريقــة علــى النحــو التالى:

$$P_n = S-(S- P_1)e^{-k\, d(1_n-1_1)} \qquad (٢-٣)$$

وتمثل هندسيا بمنحنى متناقص من الدرجة الأولى.

والرموز المستخدمة فى المعدلات (٢- ١) ،(٢- ٢) ، (٢- ٣) ترمــز الى الآتى:

P_n التعداد الذى يخدمه المشروع فى سنة الهدف.

P_1 آخر تعداد حقيقى للمنطقة ويؤخذ طبقا لبيــان جهــاز التعبئــة والإحصاء.

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).

$(t_n - t_l)$ الفترة الزمنية الى يخدم فيها المشروع.

L_n اللوغاريتم الطبيعى للأساس ٢.٧.

ويوضح الشكل رقم (٢- ١) العلاقة بين التعــداد الــسكانى والفتــرات الزمنية التى تمثلها طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص.

ويتضح من الشكل رقم (٢- ١) إن النمو السكانى لأى مدينة ذو معــدل متزايد فى البداية ثم يقل نمو المدينة من انحسار الأنــشطة ، وتحــدث الزيادة بالطريقة الهندسية فى فترات النمو نتيجة للتوســع العمرانــى أو

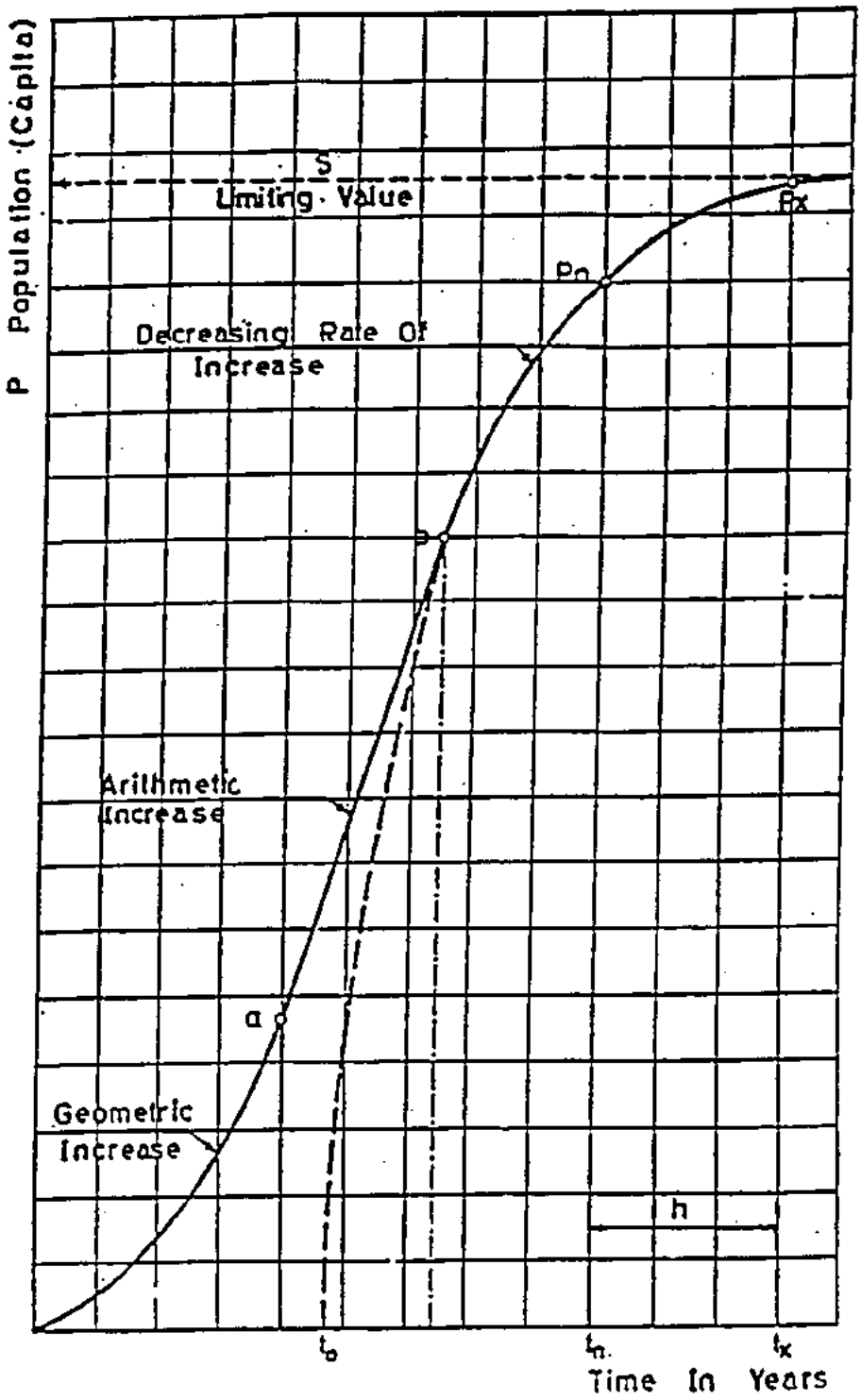
عند التخطيط لأى مدينة جديدة ذات مناطق جذب صناعى أو تجارى أو زراعى ، يلى ذلك زيادة تعبر عن استقرار هذه المدينة بعد التوســعات المتوقعة ، وتمثل هذه الزيادة بالطريقة الحسابية ، ثم يلى ذلك تنــاقص فى معدلات الزيادة نظرا لقلة الموارد الاقتصادية للمدينة بعــد تــشبعها بالإضافة الى قلة فرص العمل وحدوث هجرة من هذه المدينة، وتمثــل الزيادة فى هذه الحالة بالمعدل المتناقص.

٢-٢-٤ طريقة الكثافات السكانية :

تتوقف هذه الطريقة على تخطيط اى مدينة أو منطقة ، ويبين الجــدول رقم (٢- ١) الكثافات السكانية المقترحة للمناطق المختلفــة بــالتخطيط العمرانى للمدينة.

الجدول رقم (٢- ١) الكثافات السكانية المقترحة لمناطق التخطيط العمرانى

الكثافة السكانية	نوعية السكان
١٠	فيلات درجة أولى
٦٠-٣٠	فيلات درجة ثانية
٢٥٠-١٠٠	فيلات سكنية صغيرة
٧٠٠-٢٤٠	عمارات سكنية متوسطة
١٢٠٠-٧٠٠	عمارات سكنية كبيرة
٧٥-٥٠	مناطق تجارية
٣٠-٢٠	مناطق صناعية



الشكل رقم (٢- ١) العلاقة بين التعداد السكانى والفترات الزمنية التى تمثلها طريقة الزيادة بالمعدل المتناقص

٢-٢-٥ الطريقة البيانية التقريبية

تعتبر طريقة تقريبية يستنتج منها التعداد الحالى والمستقبلى عن طريــق رسم منحنى النمو السكانى للمدينة فى الماضى ثــم عمــل امتــداد لــه لاستنتاج التعداد عن السنة المستقبلية المطلوبة.

٢-٢-٦ طريقة المقارنة البيانية

يتم رسم منحنى النمو السكانى للمدينة موضع الدراسة مــشابها لمنحنى النمو السكانى لمدينة مشابهة أو أكثر منها فى التعداد ثــم يمــد المنحنى مماثلا لمنحنى النمو السكانى للمدينة الكبيــرة ، وبالتــالى يــتم استنتاج التعداد السكانى كما هو موضح بالشكل رقم (٢- ٢).

كمايمكن تحديد عدد السكان المستقبلى بواسطة تحديد الطاقة الإســتعابية للمخطط العمرانى للمناطق المطلوب خدمتها بأنظمة الصرف الصحى.

٢-٣ التخطيط العمرانى واستخدامات الأراضى :

قبل البدء فى تصميم شبكات تجميع مياه الــصرف الــصحى ، يجب الحصول على التخطيط العمرانى للمدينة حاليا ومستقبلا ، ويشمل ذلك الآتى:

أ- جميع مخططات الطرق الرئيسية والفرعية والحدود الإدارية المــستقبلية للمدينة ومعرفة القطاعات والأبعاد لهذه الطرق .

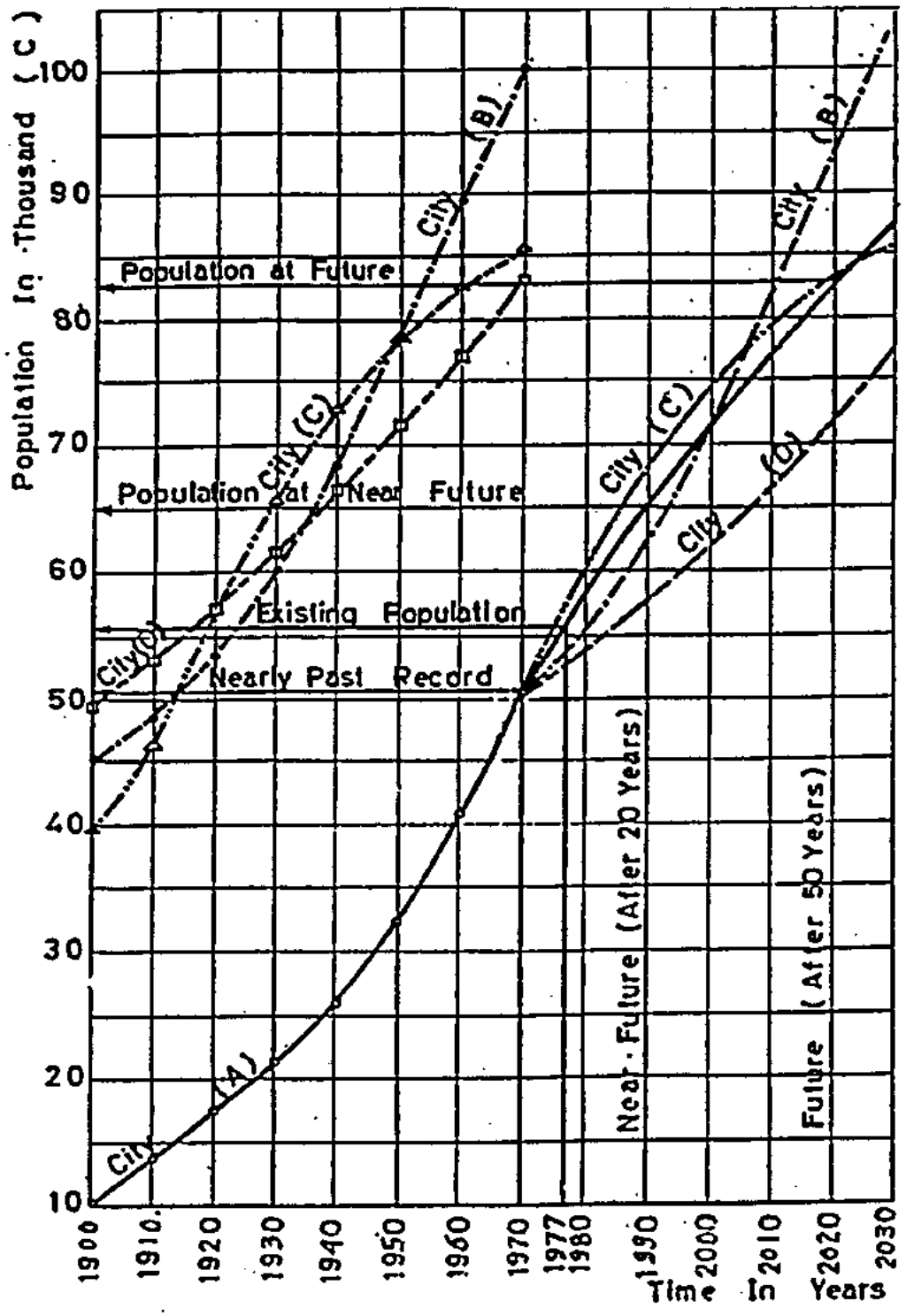
ب-حدود المناطق المطلوب خدمتها حاليا ومستقبلا,.

ج- مراحل تنفيذ مناطق التوسع المستقبلية.

د- تحديد المعالم الرئيسية المحيطة بالمدينة (الجغرافية والعمرانية).

ه- تحديد الكثافة السكانية لكافة المناطق.

و- تحديد الأنشطة السكانية المختلفة.



الشكل رقم (٢- ٢) تحديد التعداد السكاني المستقبلى بطريقة المقارنة البيانية

ح- تحديد المناطق التجارية والصناعية والــسكنية والترفيهيــة والــصحية والتعليمية والمسطحات الخضراء.

ط- تحديد الأماكن الإدارية والحكومية ودور العبادة ومناطق المقابر.

ي- تحديد الأماكن السياحية والأثرية.

ك- تحديد مسارات خطوط الطرد المفتوحة ومواقع محطات الرفع.

ل- تحديد موقع وحدات معالجة مياه الصرف الصحى.

م- تحديد أماكن التخلص من السيب.

٢-٤ تحديد الفترات التصميمية لإنشاء مشاريع نظم الصرف الصحى

لتحديد الفترات الزمنية التصميمية لأى مشروع ، يجب دراسة العوامــل التالية:

- التكاليف الابتدائية للمشروع.
- تكاليف الصيانة والتشغيل.
- سهولة وصعوبة إنشاء إضافات جديدة للمشروع.
- عمر الأجزاء المختلفة للمشروع (العمر الإفتراضى).
- التطور فى تصميم وتشغيل الوحدات المختلفة للمشروع.

وعموما فإن العمر الإفتراضى لشبكات تجميع مياه الــصرف الــصحى وملحقاتها وكذلك خطوط الطرد والأعمال المدنيــة لمحطــات الرفــع يتراوح بين ٥٠ –٦٠ عام.

أما الأعمال الميكانيكية والكهربائية لكافة الأعمال فتتــراوح أعمــارهم الافتراضية بين ١٥ – ٢٠ سنة ، أما بالنسبة لأجهزة القياس والأجهــزة الإلكترونية فتتراوح أعمارهم الافتراضية بين ٥ –١٠ سنوات.

٢-٤-١ الفترات الزمنية التصميمية للأعمال المدنية وشبكات التجميــع وملحقاتهــا لنظم الصرف الصحى:

يتم تصميم الأعمال المدنية لمحطات الرفع ومبانى الخدمات بها وكــذلك شبكات التجميع وملحقاتها (لتحقيق متطلبات الخدمة حتى ســنة الهــدف والتى تتراوح بين ٤٠ –٥٠ سنة) بحيث يتم تنفيذها على عدة مراحل ، كل مرحلة تخدم من ١٠ –١٥ عام ، طبقا لمراحــل النمــو العمرانــى للمناطق المستقبلية.

٢-٤-٢ الفترات الزمنية التصميمية للأعمال الميكانيكية والكهربائية لنظم الــصرف الصحى:

يعتمد تحديد الفترات التــصميمية للأعمــال الميكانيكيــة والكهربائيــة لمحطات الرفع على طبيعة تــدرج التــصرفات الحاليــة والمــستقبلية والواردة لهذه المحطات حتى سنة الهدف، وذلك على النحو التالى:

- بالنسبة للمحطات التى تخدم تجميعات سكنية قائمة ولها زيــادة ســكانية ثابتة تقريبا بالإضافة الى زيادة معدلات استهلاك الميــاه ، فــإن هــذه المحطات تتزايد تصرفاتها بصورة متدرجة على مدى الفترة التصميمية بمعدل محدد . وعلى ذلك يتم تصميم وحدات الرفع على أتساس فتــرة تصميميه تتناسب مع العمر الإفتراضى لهذه الوحدات ويؤخــذ ١٥ســنة مضافا إليها فترة التصميم والتنفيذ (بدء التشغيل) . ويتم بعدها اســتبدال هذه الوحدات بأخرى جديدة يراعى فيها علــى إســتيعاب التــصرفات الخاصة بالفترة التصميمية التالية.
- بالنسبة للمحطات التى تخدم تجميعات سكنية جديدة فإن الزيادة السكانية لها تكون مضطردة مما يترتب عليــه تغيــرات غيــر منتظمــة فــى التصرفات الواردة للمحطة على الفترات الزمنية المتتابعة مم يــستدعى مراعاة وجود مراحل تنفيذية لتركيب وحدات الرفــع لمجابهــة تطــور ورود التصرفات حتى سنة الهدف مــع مراعــاة العمــر الإفتراضــى للطلمبات.
- بالنسبة للمحطات التى تخدم مناطق لها طابع خاص والمحطات الرئيسية التى يصعب معها التغيير المستمر لوحدات الرفع أو القــرى الــسياحية

والتى تختلف فيها التصرفات الواردة للمحطة اختلافــا كبيــرا خــلال فصول العام ، لذلك يتم تركيب مجموعات من وحدات الرفــع مختلفــة لتصرفات تعمل فى الفصول المصممة لها ويترتب علــى ذلــك زيــادة سنوات العمر الإفتراضى للمعدات ، وتكون الفترة التصميمية ٢٠ –٣٠ سنة.

٢–٥ التغيرات فى معدلات استهلاك المياه:

يتغير معدل استهلاك المياه (لتر/ فرد/يوم) بــاختلاف فــصول الــسنة وكذلك أشهر السنة وايضا خلال اليوم الواحد (٢٤) ساعة، ولمواجهــة هذه التغيرات فى معدلات الاستهلاك يمكن تعريف معدلات الاســتهلاك المختلفة واستنتاج متوسط الاستهلاك اليومى الشهرى.

٢–٥–١ متوسط الاستهلاك اليومى

ويقدر معدل الاستهلاك اليومى المتوسط بقسمة جملة الاستهلاك للمياه خلال العام على عدد أيام السنة .

$$\text{متوسط الإستهلاك اليومى} = \frac{\text{إجمالى إنتاج محطات تنقية مياه الشرب على مدار العام الواحد (لتر)}}{\text{إجمالى عدد السكان (فرد)} \times ٣٥٠ \text{ يوم}}$$

$$= \text{لتر/فرد/ يوم}$$

٢–٥–٢ أقصى استهلاك شهرى :

يحدد الشهر الذى يحدث فيه أكبر استهلاك يؤخذ متوســط الاســتهلاك اليومى خلال هذا الشهر فيكون أقصى استهلاك شهرى (Maximum Monthly Consumption) ويقــدر بحــوالى (١.٢٥ ، ١.٥) مــن متوسط الاستهلاك اليومى.

٢-٥-٣ أقصى استهلاك يومى:

يحدد الشهر الذى يحدث فيه أكبر استهلاك خلال السنة ثم يعــين اليــوم خلال هذا الشهر الذى يحدث فيه أكبر استهلاك فيكون هذا الاســتهلاك أقــصى اســتهلاك يــومى (Maximum Hourly Consumption) ويقدر بحوالى (٢.٥) من متوسط الاستهلاك اليومى .

وترجع أهمية دراسة معدلات الاستهلاك فى تعيين التصرفات المختلفــة تستخدم فى تصميم الأعمال المختلفة للإمــداد بالميــاه حيــث يــستخدم (أقصى استهلاك شهرى) فى تصميم أعمال التنقية وســتخدم (أقــصى استهلاك يومى) فى تصميم الخطــوط الرئيــسية والخطــوط الفرعيــة وأعمال التخزين للشبكة ويستخدم (أقصى استهلاك ساعة) فى تــصميم خطوط المواسير فى شبكة توزيع مياه الــشرب وكــذلك فــى تــصميم وصلات الخدمة للمبانى .

ويمكن تلخيص العلاقة بين معدلات الاســتهلاك المختلفــة الموضــحة بالشكلين رقمي (٢- ٣)، (٢- ٤) فى المعادلات الرياضية التالية :

$$Q_{max\ monthly} = (1.25 - 1.5)\ Q_{av} \qquad (٢-٤)$$

$$Q_{max\ daily} = (1.8\text{-}1.6)\ Q_{av} \qquad (٢-٥)$$

$$Q_{max\ design} = 1.5_{\ av} \qquad (٢-٦)$$

$$Q_{max\ monthly} = 2.5\ Q_{av} \qquad (٢-٧)$$

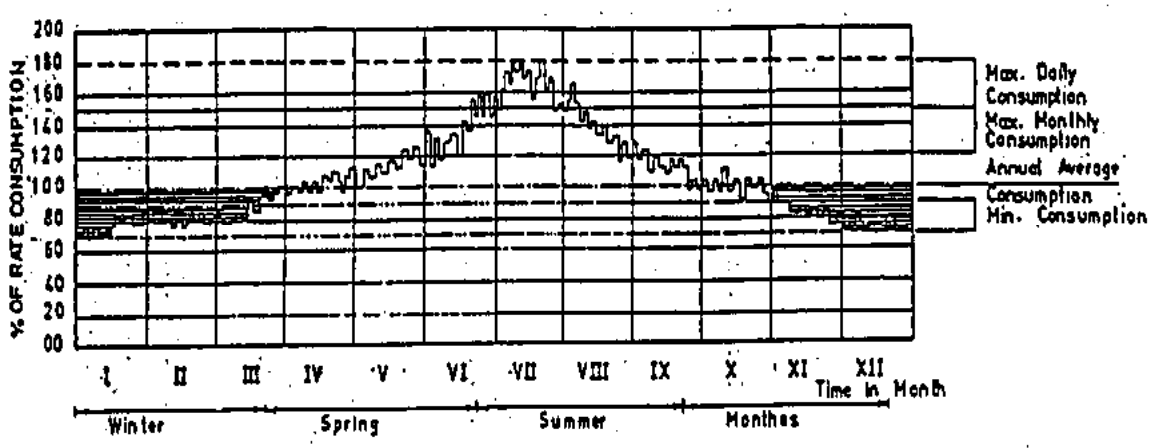
حيث

Q_{av} الاستهلاك اليومى المتوسط طوال العام.

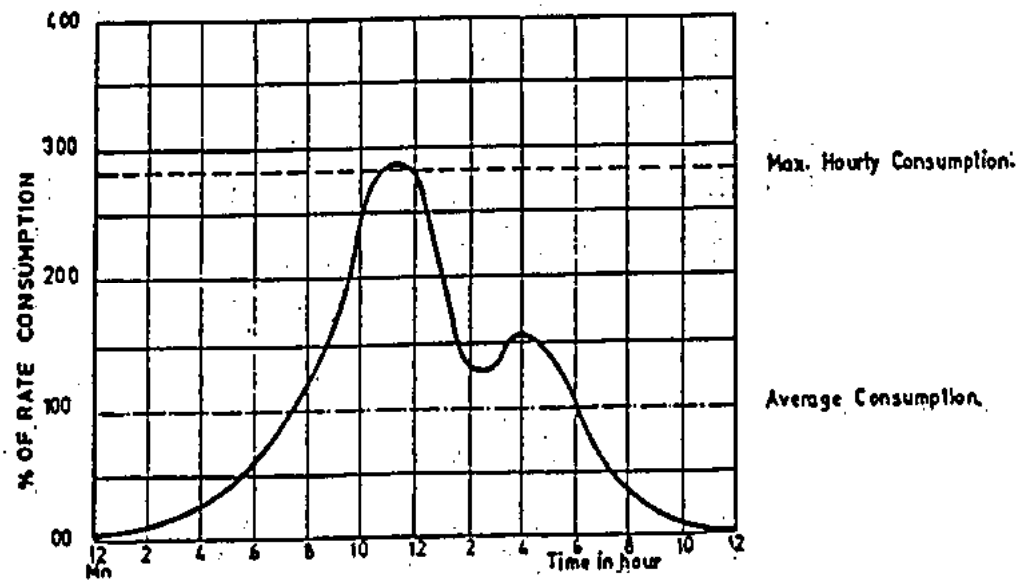
$Q_{max\ monthly}$ متوسط الاستهلاك اليومى خلال شهور الصيف .

$Q_{max\ monthly}$ أقصى استهلاك اليومى خلال شهور الصيف

$Q_{max\ monthly}$ أقصى استهلاك فى ساعة الذروة خلال أقصى الاستهلاك اليومى.



شكل (٢-٣) معدلات استهلاك المياه المختلفة خلال العام الواحد



شكل(٢-٤) منحنى استهلاك المياه خلال اليوم الواحد

تقدير الزيادة فى معدلات الاستهلاك مستقبليا : للحصول على معدلات الاستهلاك فى المستقبل تطبق المعدلات الآتية:

$$\text{Percent Increase} = \left[\left(\frac{p_n}{p_1} \right)^{0.125} - 1 \right] \times 100 \qquad (٢-٨)$$

$$\text{Percent Increase} = \left[\left(\frac{p_n}{p_1} \right)^{0.11} - 1 \right] \times 100 \qquad (٢-٩)$$

- تطبق المعادلة (٢- ٤) فى حالة وجود عدادات قياس استهلاك المياه.
- تطبق المعادلة (٢- ٥) فى حالة عدم وجود عدادات قيـــاس اســـتهلاك المياه.
- فى حالة معرفة النسبة المئوية لمعدل الزيادة الـــسكانية يمكـــن تطبيـــق المعادلة الآتية

$$\text{Percent Increase} = \left\{ (1 + r)^n - 1 \right\} \times 100 \qquad (٢-١٠)$$

حيث :

r : معدل الزيادة فى الاستهلاك سنويا وتؤخذه ١ من النـــسبة المئويـــة من معدل الزيادة السنوية للسكان .

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

وطبقا للدراسات التى تمت لمدن القاهرة والسكندرية وبــور ســعيد وبعض محافظات الوجه القبلى والبحرى والمــدن الجديــدة مثــل (العبور – السادس من أكتوبر) تم تحديد متوسط الاستهلاك اليومى لمختلف مناطق الجمهورية من حيــث كونهــا مــدن أو عواصــم محافظات أو مراكز أو ريف . ويمثل متوسط الاســتهلاك اليــومى المنزلى بالإضافة الى الاستهلاك للأغــراض العامــة واســتهلاك المبانى العامة والصناعات الصغيرة ، أمــا بالنــسبة للفواقــد فــى الشبكات فهى تتراوح بين ٢٠ –٤٠ لتر لكل فــرد فــى اليــوم ، وتحتسب هذه الكمية ضمن متوسط الاستهلاك اليــومى ، ويراعــى خصم كمية الفاقد عند حساب معدلات الاستهلاك الأخرى ويعرض الجدول رقم (٢– ٢) متوسط للاستهلاك اليومى وكــذلك كميــة الفاقد خلال الشبكة .

الجدول رقم (٢– ٢)

متوسط الاستهلاك اليومى وكمية الفاقد خلال الشبكة .

نوع التجميعات السكنية	متوسط الاستهلاك اليومى لتر/ الفرد / اليوم	كمية الفاقد خلال شبكة المياه لتر/ الفرد / اليوم	متوسط معدل الاستهلاك لتر/ الفرد / اليوم
المدن الكبيرة	١٨٠	٢٠–٤٠	٢٠٠–٢٢٠
المدن المتوسطة	١٥٠	١٥–٣٠	١٦٥–١٨٠
التجمعات السكنية حتى ٥٠٠٠٠ نسمة	١٢٥	١٠–٢٥	١٣٥–١٥٠
المدن الجديدة	٢٨٠	صفر – ٢٠	٢٨٠–٣٠٠

٢-٦ الاستهلاك الصناعى :

بالنسبة للاستهلاك الصناعى، ومن واقع الدراسات التـــى تمـــت لمـــدن القاهرة والإسكندرية وبور سعيد وبعض محافظات الوجه القبلى والمدن الجديدة ، تم تحديد قيم الاستهلاك الصناعى . ويعرض الجدول رقم (٢- ٣) قيم الإستهلاك للمياه للمناطق الصناعية علمـــا بـــأن مـــساحة المناطق الصناعية هى مساحة المنشآت الصناعية فقط.

الجدول رقم (٢- ٣)

قيم استهلاك المياه للمناطق الصناعية (لتر/ هيكتار/ ثانية)

نوع التجميعات السكنية	الاستهلاك الصناعى (لتر/ هكتار/ ثانية)
عواصم المحافظات (مدن مثل القاهرة والإسكندرية)	٢
المراكز	٢
القرى حتى ٥٠٠٠٠ نسمة	١
المدن الجديدة مثل العاشر من رمضان و ٦اكتوبر	٣

وفى حالة الفنادق والمبانى العامة والمبانى الحكومية والمدارس والمستشفيات يؤخذ متوسط الاستهلاك اليومى طبقا للجدول رقم (٢- ٤).

جدول رقم (٢- ٤)

متوسط الاستهلاك للمبانى العامة والمستشفيات والفنادق والمدارس

نوع المبانى	متوسط الاستهلاك
مبانى عامة – مكاتب – مدارس	٥٠-١٥٠ (لتر /فرد/يوم)
مستشفيات	٥٠٠-١٠٠٠ (لتر/سرير/يوم)
فنادق	١٨٠-٥٠٠ (لتر/سرير/يوم)

أما بالنسبة لتصرفات المياه اللازمة لمكافحة الحريــق وعلاقتــه بعــدد السكان موضح بالجدول رقم (٢- ٥) .

جدول رقم (٢- ٥)

العلاقة بين عدد السكان وتصرف المياه لمكافحة الحريق (لتر / ث)

عدد السكان (فرد)	التصرف للحريق (لتر / ث)
حتى ١٠.٠٠٠	٢٠
٢٥.٠٠٠	٢٥
٥٠.٠٠٠	٣٠
١٠٠.٠٠٠	٤٠
اكثر من ٢٠٠.٠٠٠	٥٠

٢-٧ اختيار مواقع محطات الرفع لمياه الصرف الصحى

يلزم أن تتوافر فى مواقع محطات الرفع الشروط الآتية :

١- أن يكون الموقع بالأماكن ذات المناسيب المنخفــضة لتقليــل تكــاليف الإنشاء، سواء لشبكات الانحدار أو لمحطة الرفع ، ويفضل أن تتوســط بقدر المستطاع منطقة الصرف المخدومة لهذه المحطة.

٢- يفضل أن يكون الموقع فى أراضى مملوكة للدولة لتفــادى إجــراءات نزع الملكية.

٣- مرعاة أن تكون مسارات شبكة الانحدار التى تخــدم هــذا الموقــع لا تتقاطع مع المسطحات المائية (بحيرات المياه المالحــة) ذات الأعمــال الكبيرة كلما أمكن ذلك .

٤- أن يكون الطريق المؤدى الى المحطة والمار بــه خطــوط الانحــدار المؤدية إليها وخطوط الطرد بعرض كاف لإستعاب هذه الخطوط مــع

سهولة الوصول للمحطة وتجنب الطرق السريعة كمــسارات للخطــوط قدر الإمكان .

٥- عدم وجود عوائق بالموقع (أنابيب غاز – خطوط هوائيــة أو كــبلات كهرباء .....)

٦- أن يكون الموقع قريبا قدر الإمكان من أماكن التغذية بالكهرباء والمياه

٧- يراعى ألا يزيد عمق الماسورة الداخلة للمحطة عن ٦.٥ متر ، فيمــا عدا الحالات التى تتطلب الدراسة الفنية والاقتصادية زيادة العمق عــن ذلك.

٨- أن يكون الموقع بعيدا عن المنشآت القائمة بمسافة كافية حتى لا يحــدث أى خلل إنشائى .

٩- مراعاة النواحى البيئية مع تجنب تداخل المحطة مــع مواقــع منــشآت التغذية بمياه الشرب على وجه الخصوص.

٢-٧-١ حدود المناطق المخدومة بمحطة الرفع :

يعتمد المخطط العام لشبكات تجميع المخلفات السائلة لأى مدينــة علــى المخطط العمرانى والتخطيط الهيكلى طبقا لطبوغرافية المنطقة لتقليــل عدد محطات الرفع الى أقل عدد ممكن. وتخدم كل محطــة منطقــة ، ويفضل أن تكون هذه المنطقة خالية من العوائق (سكة حديد – تــرع) ، وتضخ محطات الرفع مباشرة الى مدخل محطات لمعالجة (فــى حالــة محطات الرفع الرئيسي) أو الى محطات رفع قريبة أو الى المجمعــات الرئيسية (فى حالة محطات الرفع الفرعية).

٢-٧-٢ التصرفات التصميمية لمحطات الرفع :

يتم تقدير معدلات التصرف التصميمية لمحطات رفع مياه الصرف كمــا يلى:

٢-٧-٢-١ التصرف المتوسط (Q_{av}):

يؤخذ من (٠.٨ – ٠.٩) من متوسط الاستهلاك اليومى للميــاه وذلــك للمدن والتجميعات السكانية التى يغلب عليها الطابع السكنى مشتملاً على

الأنشطة الصناعية والتجارية التى تخدم السكان مع مراعاة الأخــذ فــى الاعتبار الفرق فى الاستهلاك بين فصلى الشتاء والصيف

٢-٧-٢-٢ معامل الذروة (P.F) :

ويتم حسابه من المعادلة (٢- ١١) (عند أقصى تصرف صيفى جــاف) كذلك يمكن استنتاجه من الشكل رقم (٢- ٢) .

$$P.F = \frac{1+14}{\left(4+\sqrt{p}\right)} \qquad (٢-١١)$$

حيث (P) تعداد السكان بالألف .

٢-٧-٢-٣ معامل التصرف الأدنى (M.F) :

يتم حسابه من المعادلة (٢- ١٢) (عند أدنى تصرف شتوى جاف)

$$M.F = 0.2\sqrt{p} \qquad (٢-١٢)$$

٢-٧-٢-٤ التصرف الصناعى ($Q_{indust.}$)

فى حالة وجود مناطق مخصصة للأنشطة الصناعية لهذه المدينة يؤخــذ التصرف الصناعى من ١-٢لتر/ث/هكتار ، وذلك فى حالة عدم تــوافر بيانات محددة عن نوع الصناعات.علما بأن المساحة المقــصودة هــى مساحة المنشآت الصناعية فقط.

أما حالة توافر هذه البيانات فيؤخذ التصرف حسب نوع الصناعة.

٢-٧-٢-٥ التصرف التجارى ($Q_{comm.}$) :

فى حالة وجود مراكــز تجاريــة تؤخــذ قيمــة التــصرف مــا بــين (٠.٥-١.٧)لتر /ث/هكتار.

٢-٧-٢-٦ تصرف مياه الرشح($Q_{inf.}$):

يتم حساب تصرفات مياه الرشح الواردة للشبكة طبقا لما سبق توضيحه، وأيضا تبعا لارتفاع منسوب مياه الرشح فوق الراسم العلوى، مع مراعاة استبعاد المساحة التى ينخفض فيها منسوب مياه الرشح عن خط المواسير ، وفى حلة عدم توافر بيانات كافية يتم تقديرها كما يلى:

- ٠.٤٦م٣/يوم / ١سم قطر خط المواسير/ ١كم من خط المواسير.
- أو ٠.٢ ل/ث/هكتار.
- أو من ٥ الى ١٥%من التصرف المتوسط.

٢-٧-٢-٧ تصرف مياه الأمطار :

يتم تقدير كمية مياه الأمطار الواردة الى محطات الرفع طبقا لما تم ذكره سابقاً.

٢-٧-٢-٨ التصرف الأقصى ($Q_{max.}$) :

وهو مساويا لأقصى تصرف صيفى جاف عند سنة الهدف ، ويتم حسابه من المعادلة التالية:

$$(Q_{max.})=P.F \times Q_{avsummer}+Q_{udusi}+Q_{samm}+Q_{inf} \qquad (٢-١٣)$$

حيث:

$$Q_{avsummer} = (1.1.3)\ Q_{av}$$

أو من المعادلة الآتية

$$Q_{max.}=P.F \times Q_{avwinter}+Q_{idusi}+Q_{samm}+Q_{rain} \qquad (٢-١٤)$$

حيث:

$$Q_{avwinter} = (0.7\text{-}0.8)\ Q_{av}$$

٢-٧-٢-٩ التصرف الأدنى Q_{min} :

ويؤخذ مساويا لأدنى تصرف شتوى جاف ، ويتم حسابه من المعادلــة الآتية:

$$Q_{min.}=(P.F \times Q_{av})+Q_{uhsi}+Q_{xmm}+Q_{inf} \qquad (٢-١٥)$$

٢-٧-٣ اختيار أنواع محطات الرفع :

تصب شبكات تجميع مياه الصرف الصحى تصرفاتها فى بيارة تجميــع محطة الرفع حيث يتم تركيب الطلمبات إما مباشرة فى هذه البيارة (بئر مبتل) أو يخصص جزء من البيارة لتركيب الطلمبــات (بئــر جــاف). وتؤخذ العوامل الآتية فى الاعتبار عند تحديد نوع المحطة:

- المساحة المتاحة لمحطة الرفع (مساحة موقع محطة الرفع وملحقاتها).
- نوع التربة بموقع المحطة.
- كمية التصرفات الواردة للمحطة.

وبذلك تقسم محطات الرفع لمياه الصرف الصحى طبقا لنــوع البيــارة وشكلها والقدرة الإستعابية لها كالتالى :-

- بيارة جافة دائرية الشكل أو مستطيلة.
- بيارة مبتلة دائرية الشكل أو مستطيلة.

ويمكن تقسيمها أيضا كما يلى :

- محطة رفع ذات طلمبات طاردة مركزية راسية.
- محطة رفع ذات طلمبات طاردة مركزية أفقية.
- محطة رفع ذات طلمبات غاطسه.

٢-٨ الأعمال المساحية الطبوغرافية :

قبل البدء فى أعمال التصميم لنظم تجميع وصرف المخلفــات الــسائلة يجب الحصول على البيانات المساحية المــذكورة فيمــا بعــد كمــا أن

خطوات الأعمال المساحة والطبوغرافيــة والموضــحة بالــشكل رقــم (٢-٥) وهذه البيانات كما يلى :

١- خرائط مساحية للمدينة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ موقع عليهــا حــدود الحيز العمرانى الحالى والمستقبلى للمدينة.

٢- عمل ميزانية طولية لشوارع المدينة على خــرائط ١: ١٠٠٠ وعلــى مسافات لا تزيد عن ٢٠ – ٣٠ متر مع تحديد منسوب تقاطع الشوارع

٣- ربط جميع المناسيب بروبير مساحى ، ويلزم تحديد عدد مناسيب من النقاط الثابتة وتوصيفها على الخرائط .

٤- عمل ميزانية شبكية لمناطق التوسعات على مــسافات كــل ٥٠ متــر وربطها بروبير مساحي معتمد .

٥- عمل ميزانية طولية على مسارات خطوط الطرد المقترحة وذلك مــن موقع محطات الرفع وحتى مدخل عملية المعالجة وكذلك بين محطــات الرفع وبعضها.

٦- رفع الوضع القائم للبنية الأساسية للمدينة بمقيــاس رســم ١ : ٢٥٠٠ لتحديد الآتى :

أ- خطوط مواسيرشبكة مياه الشرب الحالية بالمدينة .

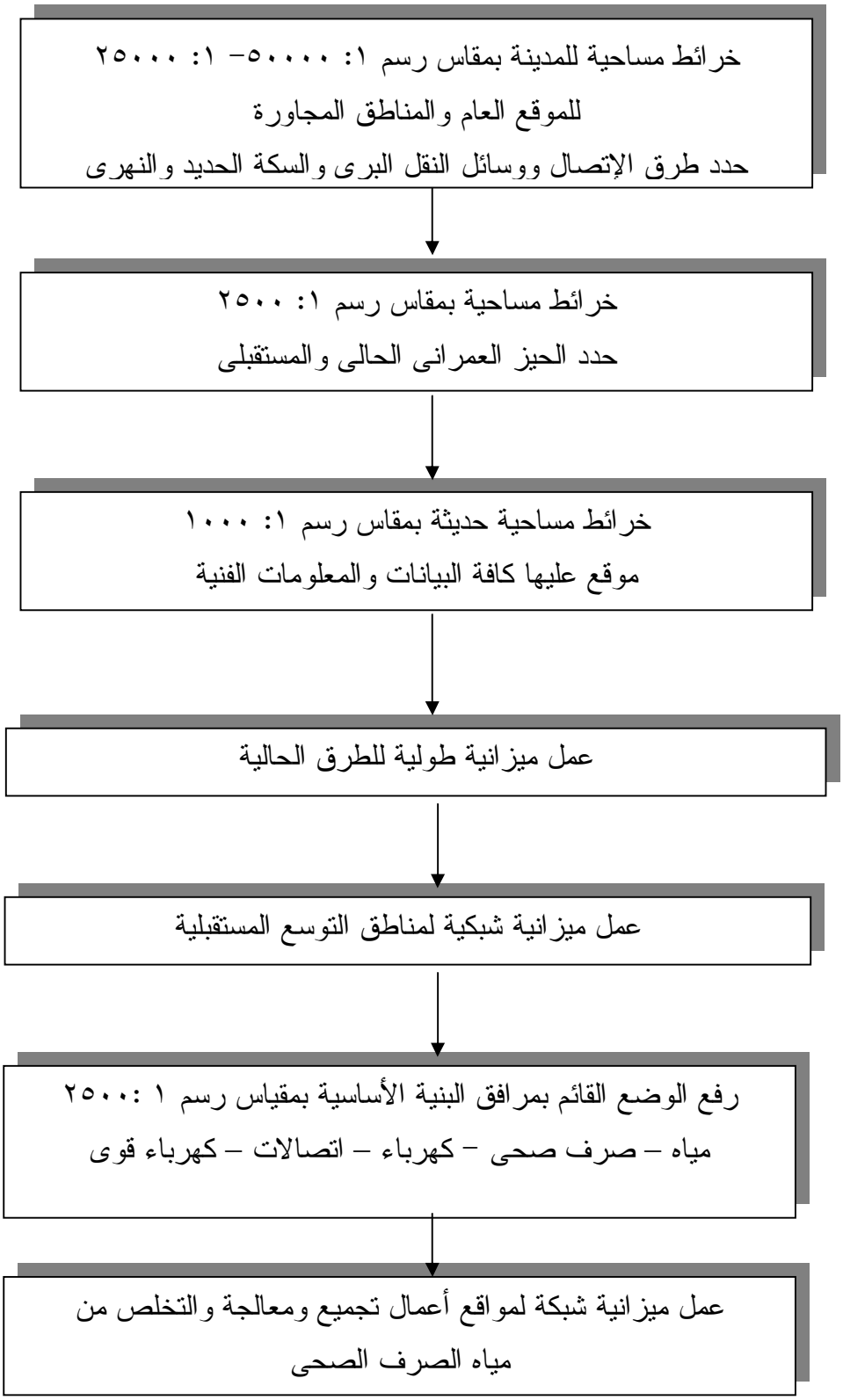
ب- مشروعات الصرف الصحى القائمة بالمدينة (إن وجدت)

ج- شبكات البنية الأساسية الرئيسية (كهربائية – هاتف-غاز) .

٧- عمل ميزانية شبكية لموقع محطة المعالجة مياه الصرف الصحى.

٨- عمل ميزانية طولية لمسار خط طرد السيب (المياه التى تمت معالجتها) وذلك الى مناطق الاستصلاح.

٩- عمل ميزانية شبكية لمناطق أستصلاح إذا طلب ذلك (المزرعة).



شكل(٢-٥) خطوات اجراء الأعمال المساحية والطبوغرافية لأنظمة الصرف

٢-٨-١ تحديد مسارات خطوط الطرد:

وتشمل دراسة تحديد مسارات خطوط الطرد ما يلى :

١- بعد الأنتهاء من المخطط العام لشبكات الانحدار لتجميع مياه الـصرف الصحى ، يبين عليه مواقع محطات الرفع المقترحة ومسارات خطـوط الطرد المقترحة للمدينة وحتى موقع أعمال المعالجة .

٢- إعداد القطاعات الطولية وكافة البيانات لمواسير خطوط الطرد .

٣- تحديد مواقع غرف المحابس وأعمال العدايات وتفاصيلها ٠

٢-٨-٢ تحديد موقع أعمال المعالجة

وتشمل تحديد مدى ملائمة الموقع من الناحية الفنية والاقتصادية والبيئية والمناخية ، وتحديد أنسب الطرق للاستفادة من الميـاه بعـد المعالجـة (سواء بالصرف على المسطحات المائية أو باسـتخدامها فـى الـرى والزراعة مع تحديد أنواع المزروعات والمساحات المطلوبة).

كذلك تشمل الدراسة تحديد مساحة مناطق الاستصلاح المطلوبة وكيفية الوصول الى هذه المناطق .

٢-٩ دراسة خصائص التربة :

خطوات اعداد دراسة خصائص التربة موضحة بالشكل رقـم (٢-٦) والتى يجب أن تشمل الأعمال التالية:

١- تحديد مواقع الجسات وعددها والأعماق المطلوبةوذلك للمواقع لأعمـال التالية.

- جسات لمسارات خطوط الإنحدار لتجميع مياه الصرف الصحى.
- جسات لمواقع محطات الرفع .
- جسات لمسارات خطوط مواسير الطرد.
- جسات لمواقع محطة المعالجة.
- جسات لمسار خط مواسير الطرد الحامـل لميـاه الـصرف الـصحى المعالجة (مياه الرى) والواصل الى مناطق الاستصلاح الزراعى.

٢- كتابة تقرير فنى شامل عن أبحاث التربة لمعرفة خصائــصها الطبيعيــة والميكانيكية .

٣- تحديد منسوب المياه الجوفيةوإجراء تحليل كيميائىلمعرفــة خــصائص المياه الجوفية.

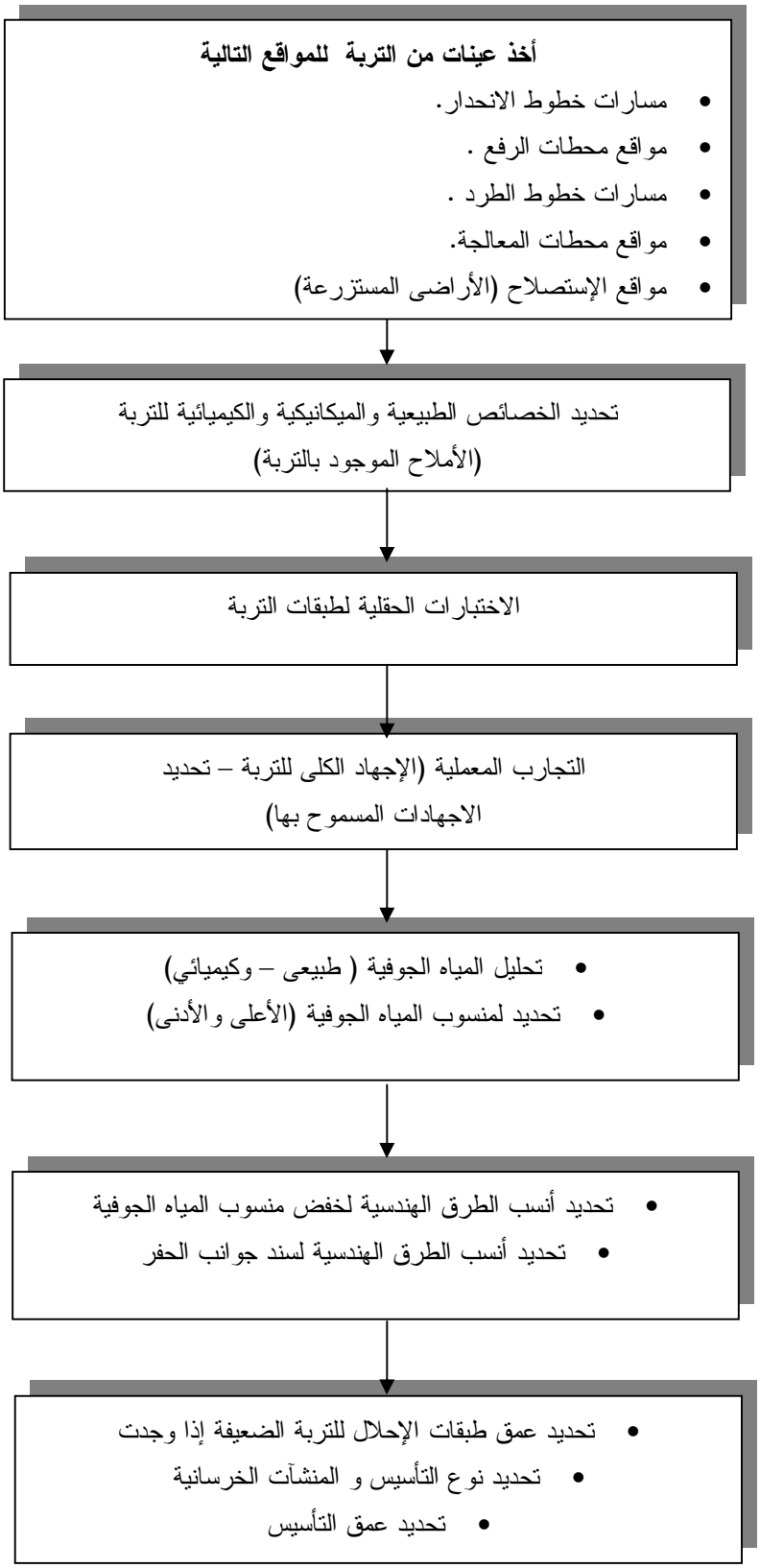
٤- تحديد التوصيات المطلوبة بالنسبة لأعمــال الحفــر والــردم والطــرق المقترحة لسند الجوانب.

٥- تحديد طريقة تخفيض منسوب المياه الجوفية وطريقة نزح مياه الرشح

٦- تحديد منسوب التأسيس لكافة الأعمال والوحدات وطريقة التنفيذ ونــوع الأساسات .

٧- تحديد الاقتراحات الخاصة بإحلال التربة تحــت المنــشأت أو خطــوط المواسير.

٨- كتابة أى توصيات أخرى لازمة لسلامة العمل مثل أساس المواسير.



شكل (٢-٦) خطوات دراسة خصائص التربة

٢-١٠ البيانات المناخية والبيئية

من الدراسات اللازمة لتصميم مشروعات أنظمـــة الـــصرف الـــصحى معرفة الأحوال المناخية والبيئية لأى مدينة المراد لها هـــذه الدراســـات والمناطق المجاورة لها، ويمكن تلخيص هذه البيانات اللازمة كما يلى :

أ- درجات الحرارة صيفا وشتاءا (أقصى – متوسط – أدنى) .

ب- درجة الرطوبة على مدار العام (أقصى – متوسط – أدنى) .

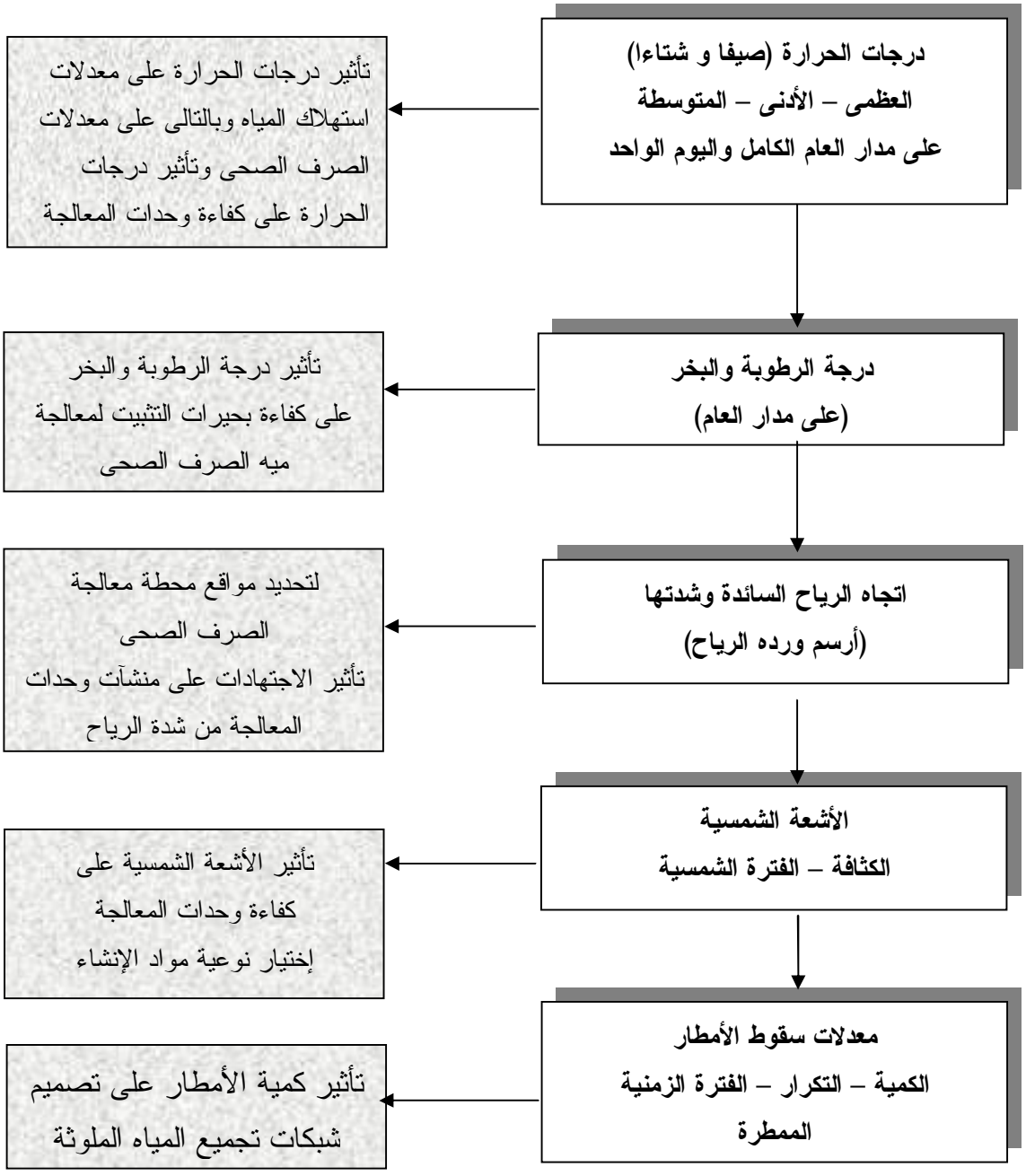
ج- درجة البخر على مدار العام .

د- معرفة اتجاه الرياح السائدة أغلب أوقات العام وشدتها.

ه- الأشعة الشمسية (الكثافة – الفترة الزمنية).

و- معدلات سقوط الأمطار (الكثافة – التكرار – الزمن) .

وتأثير البيانات الفنية للظروف البيئية والمناخية على تصميم وتخطيط أنظمة الصرف الصحى موضحة بالشكل رقم (٢-٧)



شكل رقم (٢-٧)

تأثير البيانات الفنية للظروف البيئية والمناخيةعلى تخطيط وتصميم أنظمة الصرف الصحى

الفصل الثالث

تخطيط شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

٣-١ أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى :-

يتم تقسيم شبكات التجميع تبعاً لمصادر وكمية مياه الصرف الصحى المطلوب تجميعها وأيضا طبقا لطبوغرافية المدينة وطبقا للظروف المناخية والبيئية السائدة بالمنطقة :

أولاً : شبكات الصرف المشتركة.

ثانياً : شبكات الصرف المنفصلة.

ثالثا : شبكات الصرف المشتركة جزئيا.

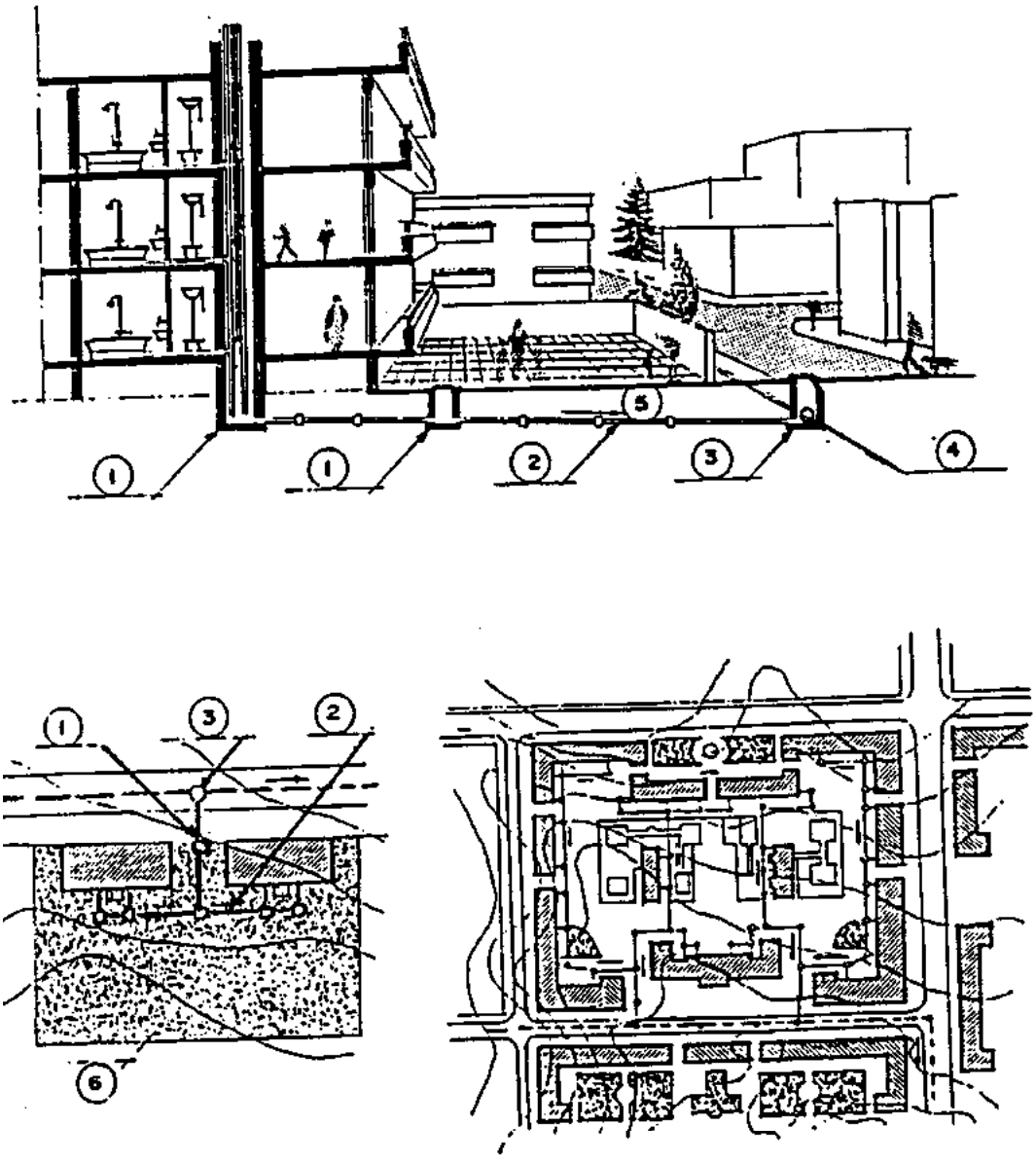
و نستعرض فيما يلى هذه الأنواع ثم نذكر مميزات وعيوب كل نوع منها بعد ذلك.

٣-١-١ شبكات الصرف المشتركة :

وهى الشبكات التى تستقبل كل المخلفات السائلة بجميع أنواعها من مختلف المصادر سواء كانت مخلفات منزلية أو صناعية أو مياه أمطار أو مياه رشح. وهذا النظام هو المستخدم فى تجميع المخلفات السائلة من معظم المدن المصرية كما هو موضح بالشكل رقم (٣-١).

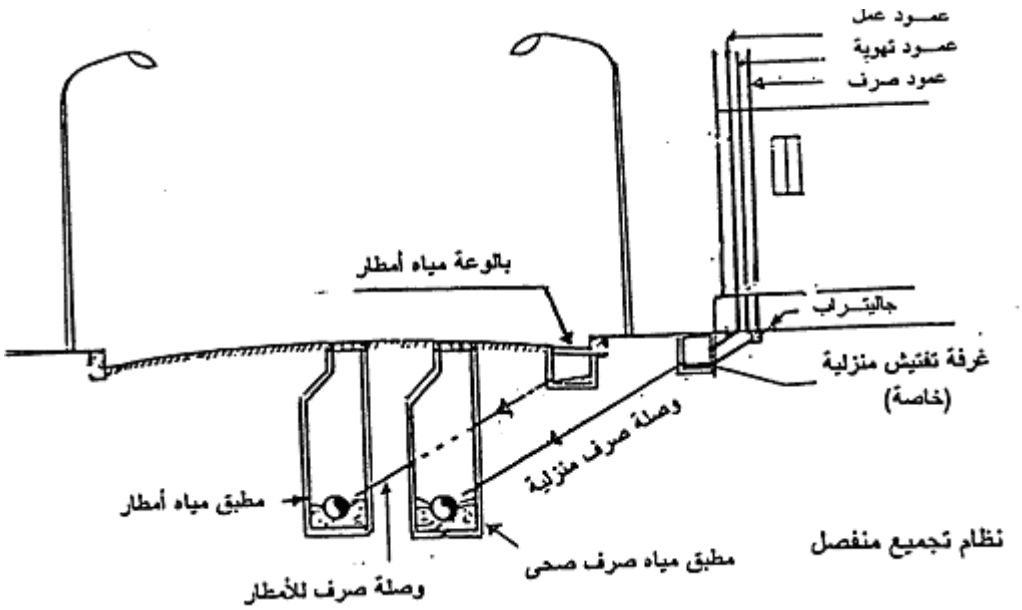
٣-١-٢ شبكات الصرف المنفصلة

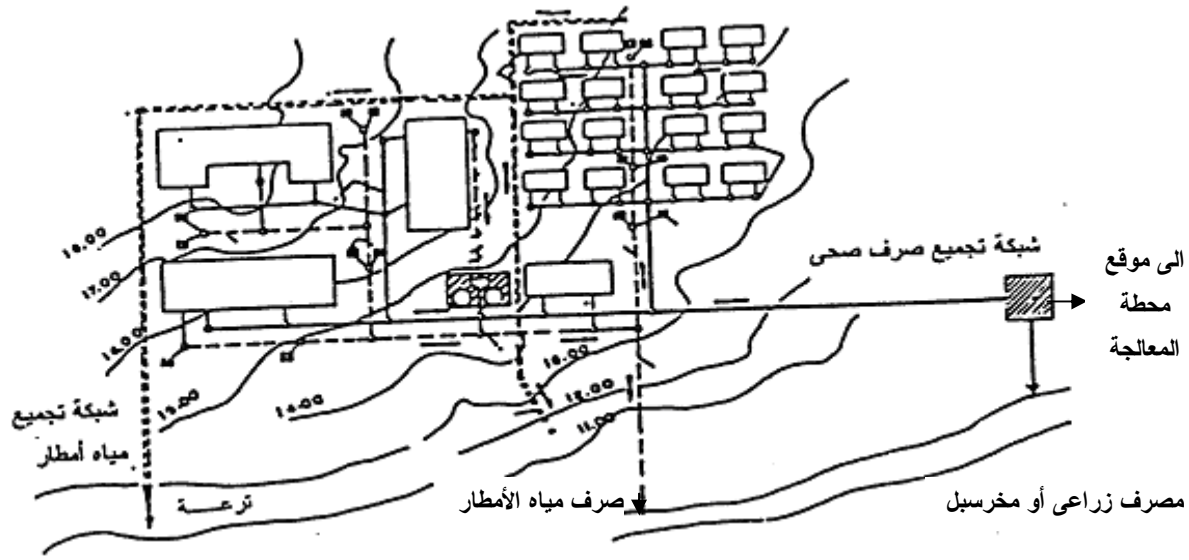
وهى الشبكات التى تستقبل المخلفات السائلة المنزلية والمخلفات الصناعية وتنشأ شبكة أخرى لاستقبال مياه الأمطار كما هو موضح بالشكل رقم (٣-٢).



١- غرفة تفتيش
٢- وصلة صرف منزلية
٣- مطبـــق
٤- خط صرف بالانحدار فرعى
٥- اتجاه سريان الصرف الصحى
٦- حدائق (مسطحات خضراء)

الشكل رقم (٣-١) شبكة تجميع مياه الصرف الصحى المشتركة





الشكل رقم (٣-٢) شبكة تجميع مياه الصرف الصحى المنفصلة

٣-١-٣ شبكات الصرف المشتركة جزئيا:

وتستخدم لتجميع المخلفات المنزلية والصناعية وصرف المياه المتجمعة فوق بعض الأسطح والممرات الداخلية . وتنشأ فى بعض الأحيان شبكات لتجميع المخلفات السائلة ثم تنشأ هدارات على مواسير التجميع الرئيسية فى نقط محددة لتحويل الزيادة فى التصرفات أثناء العواصف الممطرة الشديدة الى أماكن صرف مثل مخرات السيول أو المسطحات المائية مثل البحيرات أو البحار أو المجارى المائية المجاورة.

٣-٢ الأحوال التى تستعمل فيها شبكات الصرف المشتركة:

- فى الشوارع والطرقات المزدحمة بالخدمات العامة الأخرى كمواسير شبكات توزيع مياه الشرب وكبلات الكهرباء والتليفونات وشبكة مواسير توزيع الغاز
- مما يصعب معه وضع ماسورتى صرف كل منهما لغرض خاص ، ولذا تستعمل فى هذه الحالة ماسورة واحدة لصرف المخلفات السائلة بمختلف أنواعها.
- إذا كان سقوط الأمطار نادرا ويخشى أن تبقى شبكة مياه الأمطار خالية دون استعمال معظم أيام العام.
- إذا كان هطول الأمطار بكثرة وغزارة مما يجعل كمية المخلفات السائلة المنزلية والصناعية بسيطة بالنسبة لمياه الأمطار ، مما يشجع على إدماجها جميعا طالما أن كمية المخلفات المنزلية والصناعية ولا تؤثر فى حجم تكاليف إنشاء مواسير صرف مياه الأمطار.
- إذا ظهر أن كل من المخلفات المنزلية والصناعية وكذلك مياه الأمطار لا بد من رفعها باستخدام الطلمبات الى نفس المكان ففى هذه الحالة لا يوجد داع لفصل مياه الأمطار عن بقية المخلفات السائلة.
- إذا كانت الأرض مسطحة مما يستدعى وضع المواسير بانحدار بسيط منعا للوصول بها الى أعماق كبيرة ، الأمر الذى قد يسبب جريان الماء فى المواسير بسرعة بطيئة ما ينتج عنه ترسيب المواد العالقة فى قاع الماسورة وتفاديا لهذه الحالة تتبع طريقة الصرف المشترك مما يزيد التصرف المار فى

الماسورة، وبالتالى يزيد من سرعة جريان الماء بها ، بالرغم مـــن وضـــعها بانحدار بسيط نظرا لكبر حجم المواسير.

- إذا كانت درجة الحرارة مرتفعة أثناء فترة هطول الأمطار ويخشى من تحلل المخلفات السائلة أثناء سيرها مدة طويلة فى شبكة المواسير ، وتفاديا لهذه الحالة تتبع طريقة الصرف المشتركة مما يزيد التصرف المار فى الماسورة ، وبالتالى تزداد سرعة جريان الماء مما يمنع تحللها فى الماسورة قبل وصولها الى محطة الرفع ومنها الى موقع وحدات المعالجة.

٣-٣ الأحوال التى تستعمل فيها شبكات الصرف المنفصلة:

- إذا أمكن صرف مياه الأمطار بالانحدار الطبيعى فى مصرف زراعى أو مجرى مائى مثل الأنهار والترع أو المسطحات المائية مثل البحيرات فيمكن فى هذه الحالة إنشاء شبكة صرف منفصلة لمياه الأمطار.
- إذا كانت تكاليف معالجة المخلفات السائلة مرتفعة ففى هذه الحالة يستحسن فصل مياه الأمطار عن المخلفات الأخرى للتخلص منها دون معالجة، وذلك اقتصادا فى تكاليف إنشاء وحدات المعالجة.
- عند تواجد شبكة صرف لمياه الأمطار قبل إنشاء مشروع صرف المخلفات السائلة ، فعندئذ يحسن الإبقاء على هذه الشبكة لتقوم بالخدمة التى أنشئت لها فعلا مع إنشا شبكة جديدة تكفى لصرف المخلفات السائلة الأخرى فقط .

ويعرض الجدول التالى رقم (٣-١) مميزات وعيوب أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى وهى شبكات الصرف المشتركة ، والمنفصلة، والمشتركة جزئيا .

الجدول رقم (٣-١)

مميزات وعيوب أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

النظام	المميزات	العيوب
الشبكة المنفصلة	• أقطار المواسير صغيرة وبالتالى فهى أقل تكاليفاً واسهل تصميما	عدم تحقيق سرعة التنظيف الذاتية ولذلك لابد من استخدام أحواض الدفق الأرضية الى المطابق.
	ضمان عدم تلوث المسطحات المائية المجاورة لشبكة التجميع المنفصلة	مضاعفة إنشاء الوصلات المنزلية ، وكذلك تنفيذ شبكتين وما يترتب عليه من تكاليف باهظة لإنشاء أعمال تفادى تقاطعات الشبكتين.
	كمية مياه الصرف الصحى المطلوب معالجتها محدودة وبالتالى أعمال المعالجة والتخلص من الفائض محدودة	تكاليف التشغيل والصيانة لشبكتين سوف تكون أكبر من تكاليف تشغيل وصيانة شبكة واحدة
	تكاليف رفع مياه الصرف الصحى سوف تقل إلا إذا تطلب الأمر رفع مياه العواصف والمطار كذلك	
الشبكة المشتركة	خلط مياه الأمطار مع مياه الصرف الصحى يجعلها سهلة المعالجة وبالتالى تكون تكاليف المعالجة اقتصادية	كمية مياه المطار كبيرة تتطلب أعمال حفر وردم وإنشاءات مما يزيد التكاليف
	خلط مياه الأمطار مع مياه الصرف الصحى يخفف من درجة التلوث وبالتالى قد لا تحتاج المياه المختلطة الى معالجة ابتدائية ويقتصر الأمر على المعالجة البيولوجية	نظرا لصغر التصرف الجاف وكبر أقطار المواسير قد تترسب المواد العالقة بالمياه الملوثة مما يتطلب أعمال نظافة مستمرة للشبكة فى موسم الجفاف . كما أن تراكمها قد يسبب تعفنها الاهوائى ويتصاعد غاز ثانى اكسيد الكبريت الذى يتحد مع بخار الماء الموجود على الجزء العلوى الداخلى الغير

تابع الجدول رقم (٣-١)

مميزات وعيوب أنظمة شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

النظام	المميزات	العيوب
تابع الشبكة المشتركة		ممتلئ من المواسير مكونا حامض الكبريتيك مما يسبب تآكل الجزء العلوى من المواسير.
	خلط مياه الأمطار مع مياه الصرف الصحى يتطلب أقطار مواسير كبيرة وبالتالى يسهل عمليات التنظيف	تكاليف التشغيل والصيانة للشبكة ومحطات الرفع وخطوط الطرد ووحدات المعالجة تكون كبيرة .
	الوصلات المنزلية واحدة مما يقلل التكاليف	فى الحالات الحرجة يحدث فيضان للشبكة مما يسبب خطورة على الصحة العامة .
الشبكة المشتركة جزئيا	الوصلات المنزلية بسيطة	السرعات المنخفضة لسريان مياه الصرف الصحى أثناء موسم الجفاف تسبب تراكما للمواد العضوية المترسبة.
	شبكة تجميع مياه الصرف الصحى تكون متوسطة الحجم وبالتالى تكون اقتصادية فى التكاليف	احتمال حدوث فيضان للشبكة الأمر الذى قد يسبب خطرا على الصحة العامة .

٣-٤ أنظمة تخطيط شبكات تجميع مياه صرف صحى

تكون شبكة التجميع من مواسير تسير فيها المخلفات السائلة بالانحدار الطبيعى فتصب المواسير الصغرى فى مواسير أكبر منها وهكذا حتى تصب فى النهاية فى مواسير كبرى تسمى "المجمع الرئيسى" أو خط إنحدار الصرف الرئيسى. ويصل هذا الخط الرئيسى الى محطات الرفع ومنها تضخ مياه الصرف الصحى فى المواسير الصاعدة الى موقع وحدات المعالجة ، حيث يتم التخلص منها بعد المعالجة . وتتباين طرق التخلص من المياه المعالجة تبعا للظروف الطبوغرافية للمدينة ، وكذلك الموقع المحدد لإنشاء وحدات

المعالجة وأيضا أماكن الاستفادة أو التخلص من السيب وبالاستعانة بالخرائط الكنتورية للمخطط العام للمدينة والمناطق المحيطة يمكن تخطيط شبكة تجميع مياه الصرف الصحى.

وبشكل عام ينقسم تخطيط شبكات تجميع المياه الملوثة الى أربعة أنظمة – وهى:

أولاً : التخطيط العمودى .

ثانيا : التخطيط بتقسيم المدينة الى مناطق صرف .

ثالثا : التخطيط المروحى .

رابعاً : التخطيط الإشعاعى (المحورى).

٣-٤-١ التخطيط العمودى :

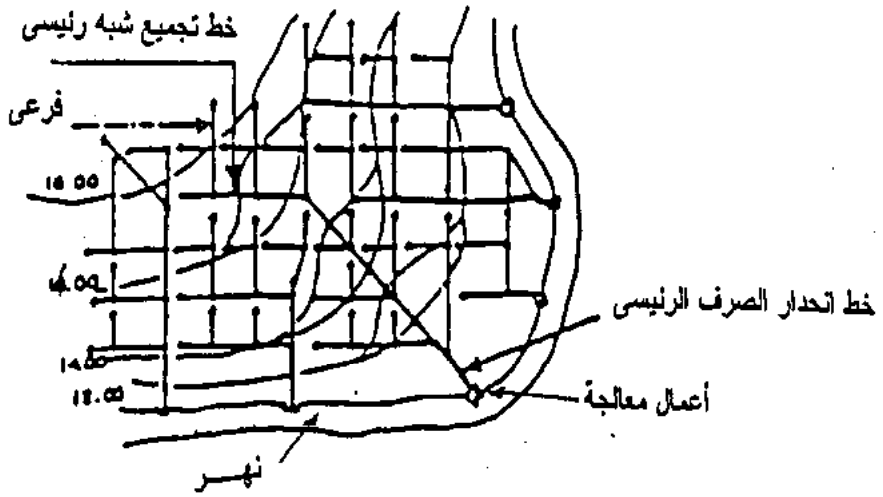
يستعمل هذا النظام عندما تكون طبوغرافية المدينة ذات ميل واحد وفى هذه الحالة يتم إنشاء خط انحدار الصرف الرئيسى (المجمع الرئيسى) فى اتجاه المنسوب المنخفض ، وكما هو موضح بالشكل رقم (٣-٣) .

٣-٤-٢ التخطيط بتقسيم المدينة الى مناطق صرف :

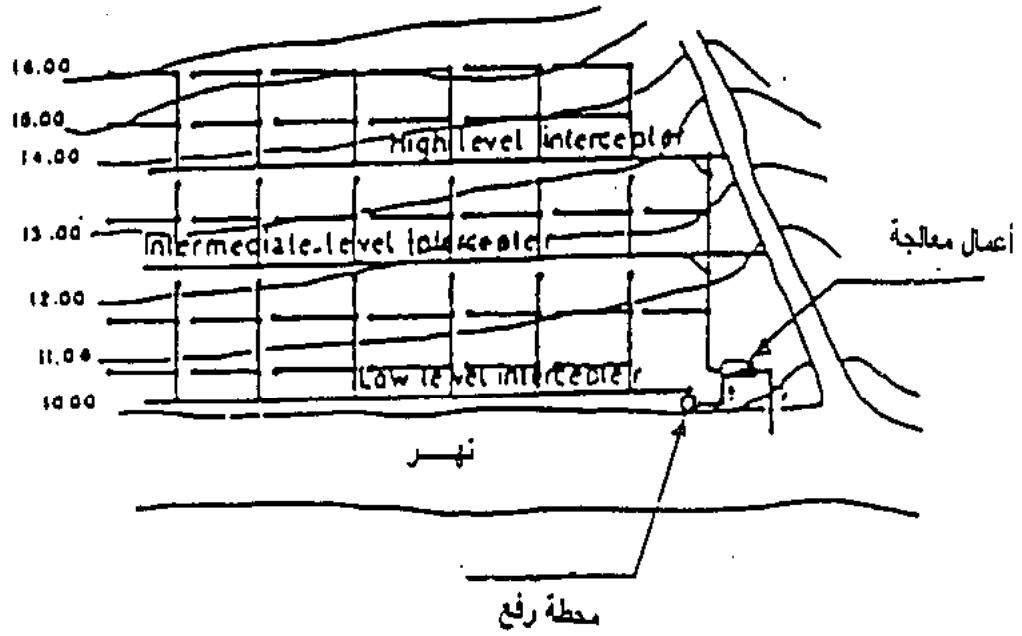
ينفذ هذا التخطيط فى المدن ذات الاختلاف الواضح فى مناسيب الأحياء فيها ، تقسم المدينة الى عدة مناطق ينشأ بكل منها مجمع رئيسى يصل الى محطة الرفع الخاصة به . وتضخ مياه الصرف الصحى المتجمعة مباشرة الى موقع وحدات المعالجة ويمكن صرف الاحياء المنخفضة الصغيرة إما الى المجمع الرئيسى للمنطقة المجاورة أو الى أقرب محطة رفع وكما هو موضح بالشكل رقم (٣-٣)

٣-٤-٣ التخطيط المروحى :

وهو موضح بالشكل رقم (٣-٤) ، ويعتمد التخطيط المروحى فى الأساس على طبوغرافية المدينة أو أجزاء منها.

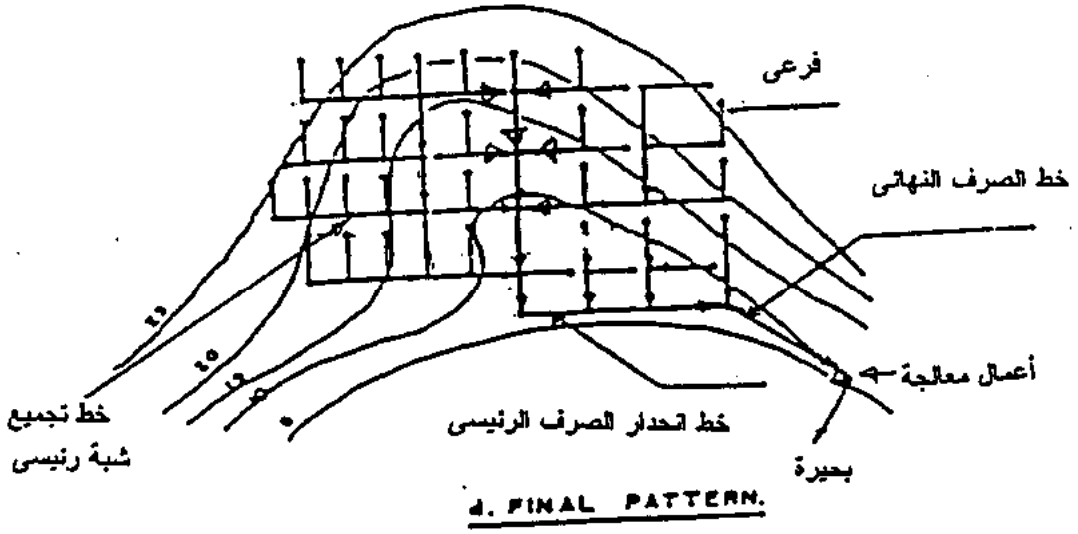


التخطيط العمودى

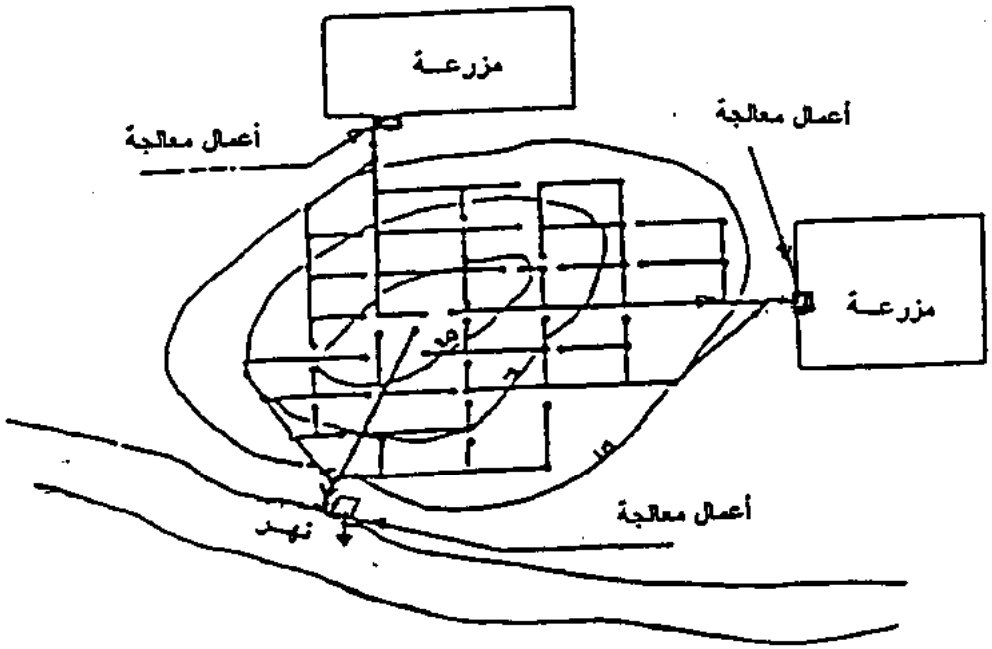


التخطيط بمناطق الصرف

الشكل رقم (٣-٣) نظم تخطيط شبكات تجميع المياه الملوثة (العمودى ومناطق الصرف)



التخطيط المروحى



التخطيط الاشعاعى

الشكل رقم (٣-٤) نظم تخطيط شبكات تجميع المياه الملوثة (المروحى والإشعاعى و المحورى)

٣-٤-٤ التخطيط الإشعاعى (المحورى):

فى التخطيط الإشعاعى أو المحورى يتم تجميع مياه الصرف الصحى من مركز المدينة الى محيطها ، وتكون هناك حاجة فى هذه الحالة الى عدة محطات لمعالجة مياه الصرف الصحى . وفى حالة طبوغرافية المدينة الموضحة فى الشكل السابق رقم (٣-٣) يتم تجميع مياه الصرف الصحى من الحدود الخارجية الى مركز المدينة المنخفض المنسوب ، ويتم إنشاء محطة رفع رئيسية فى مركز المدينة ، ومنها تضخ مياه الصرف الصحى المتجمعة الى موقع وحدات المعالجة عبر خطوط الطرد .

كما أن والشكل رقم (٣-٥) يوضح أنواع خاصة لشبكات التجميع مثل نظام التجميع بالضغط ونظام التجميع بالتفريغ وجميعها لا تصلح للظروف المصرية .

٣-٥ خطوات تخطيط شبكة الصرف الصحى فى منطقة المشروع

يتم تخطيط شبكة تجميع مياه الصرف الصحى فى منطقة المشروع مثل المبين فى شكل (٣-٦) طبقا للخطوات التالية :

- بعد انتهاء أعمال الرفع المساحى يتم إنتاج مساقط أفقية لمنطقة المشروع بمقياس رسم ١ :٥٠٠ أو ١ :١٠٠٠ موقعا عليها المناسيب المساحية كل ٢٥ متر تقريبا، وموضحا عليها كل الشوارع والمنشآت والكبارى والأنفاق والترع والسكك الحديدية والطرق السريعة وجميعها لا تصلح للظروف المصرية.
- يتم توقيع مسارات مواسير الصرف الصحى على المساقط الأفقية بداية من المناطق ذات المناسيب الأعلى ، وذلك حتى المناطق المنخفضة المنسوب .
- تحدد مواقع محطات الضخ المختلفة .

يتم تحديد مسارات خطوط الطرد من مواقع محطات الضخ وذلك حتى موقع محطة معالجة مياه الصرف الصحى.

- يتم التنسيق مع الجهات الرسمية والجهات المختلفة للحصول على موافقتها على مواقع محطات الضخ وموقع محطة المعالجة وأيضا مسارات خطوط الطرد.
- يتم تحديد المجمعات الرئيسية للصرف الصحى وتسميتها .

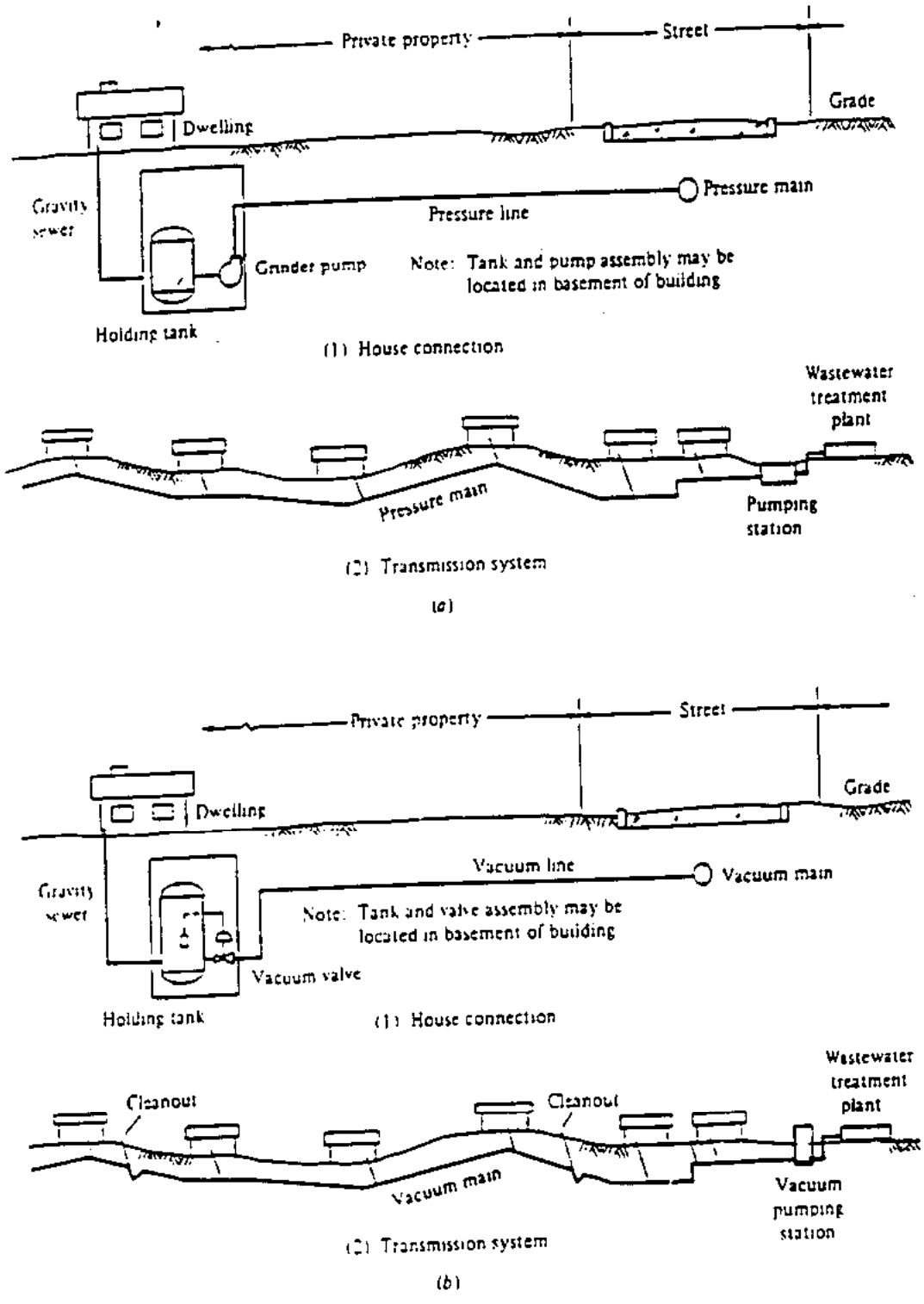
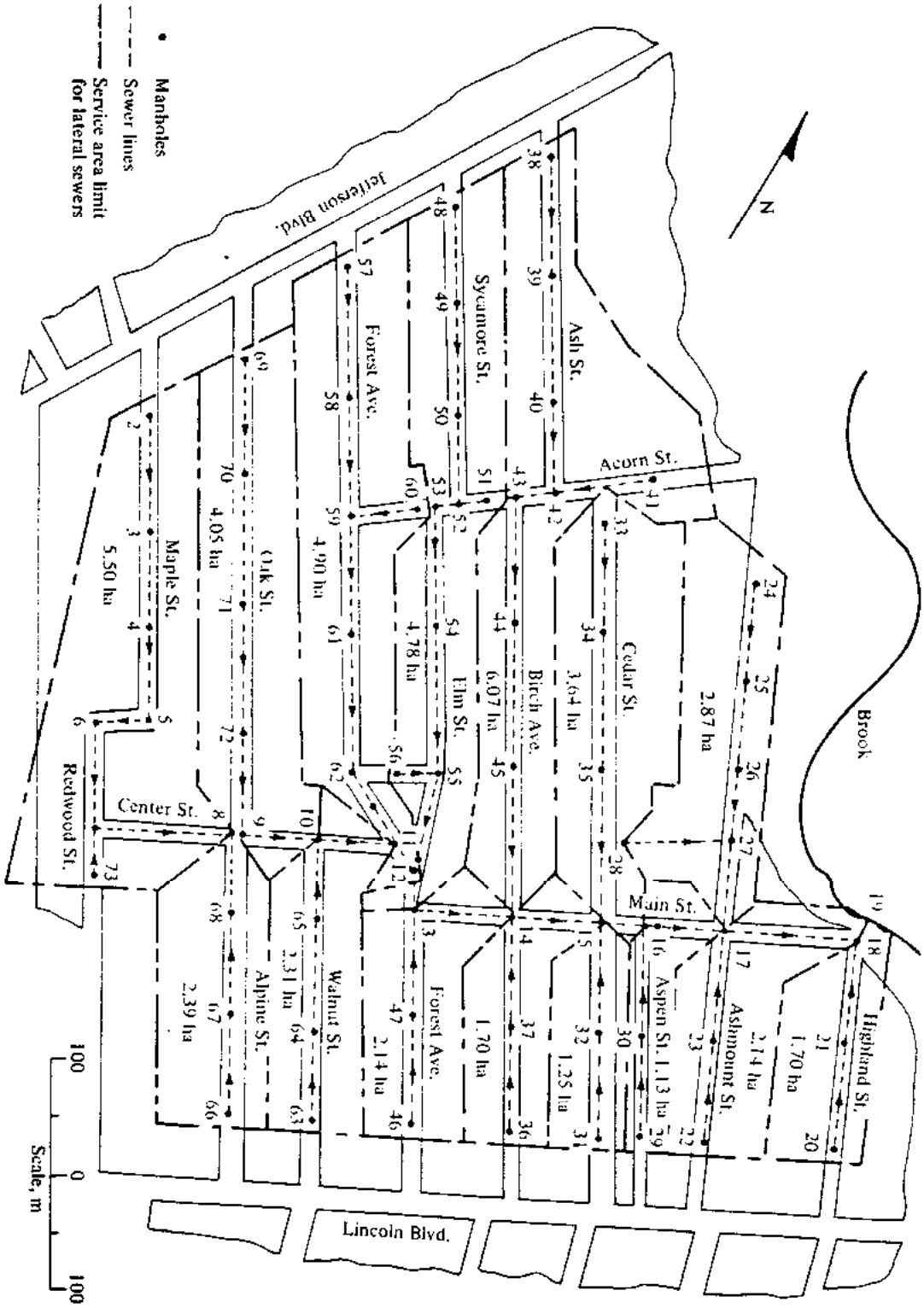


Figure Identification sketch for the principal components of pressure and vacuum sewer systems (*a*) Pressure sewer. (*b*) Vacuum sewer.

الشكل رقم (٣-٥) أنواع خاصة لنظم شبكات لتجميع مياة الصرف الصحى



الشكل رقم (٣-٦) تخطيط شبكة تجميع مياه الصرف الصحى

- توقع أماكن المطابق على خطوط الصرف الصحى الصغيرة (Sewer Line) وأيضا المجمعات الرئيسية .
- يتم ترقيم المطابق على كل خط.
- يتم تحديد منسوب سطح الأرض عند كل مطبق .

٣-٦ الإرشادات الفنية لتخطيط شبكات التجميع

- يفضل أن تكون المواسير الفرعية عمودية على خطوط الكنتور أى أن تكون مع الانحدار الطبيعى للأرض وذلك نظرا للانحدار الكبير لها ، أما الخطوط أو المجمعات الرئيسية فيمكن أن تكون موازية لخطوط الكنتور حيث أن ميلها صغير وذلك لتجنب زيادة مكعبات الحفر والردم.
- تجنب اختيار مسار المواسير فى الأراضى الصخرية أو ضعيفة التربة أو التربة التى بها مرتفعة فى المياه الجوفية (مياه الرشح) مرتفعة المنسوب.
- تلافى عبور خطوط السكك الحديدية أو الشوارع المزدحمة قدر الإمكان وكذلك تجنب اختيار مواقع محطات الرفع الفرعية بالشوارع الضيقة أو المقام على جوانبها مبانى ضعيفة الإنشاء.
- الاعتماد على سير المياه الملوثة بالانحدار الطبيعى فى الشبكة
- يجب أن تصل المخلفات السائلة بالشبكات فى اقصر وقت الى مواقع محطات الرفع وبالتالى الى موقع وحدات المعالجة .

٣-٧ أختيار موقع محطة المعالجة :

يلزم أن يتوفر فى موقع محطة المعالجة الشروط التالية :

أ- أن يكون الموقع بعيدا عن الحيز العمرانى للمدينة أو القرية بمسافة تتراوح بين ١-٣كم.

ب- تفادى الأراضى الزراعية بقدر الإمكان ويفضل فى الأراضى البور أو الصحراوية.

ج- أن يكون هناك طريق للوصول الى محطة المعالجة بعرض وحمولة مناسبة .

د- أن يكون الموقع قريبا ما أمكن من مكان التخلص النهائى من المياه المعالجة (مصرف – أراضى للاستزراع).

ه- أن يكون الموقع تحت الرياح السائدة لتجنب الروائح المنبعثة منه.

و- دراسة التربة لاختيار الموقع المناسب للتأسيس الإقتصادى .

ز- الأخذ فى الاعتبار التوسع المستقبلى للمحطة.

ح- عدم وجود عوائق بالموقع – خطوط كهرباء ضغط عالى – أنابيب بترول أوغاز –مواسير الصرف المغطى- مخارات للسيول.

وبالنظر الى هذة الشروط يتضح مدى تاثير موقع محطة المعالجة على نظم تجميع مياة الصرف الصحى

٣-٨ تحديد مناطق الخدمة وتعداد السكان وكميات مياه الصرف الصحى

هذا الفصل يعرض كيفية الوصول إلى تحديد مناطق الخدمة وبالتالى معرفة التعدادات السكانية المطلوب خدمتهم وأخيرا استنتاج كميات مياه الصرف الصحى للمنطقة المراد عمل المخطط العام لها .

باستخدام التعدادات السكانية المتوقعة مستقبليا على مدار فترة التخطيط المحددة وكذلك أسس تصميم أنظمة الصرف الصحى للمخطط العام يتم استنتاج التصرفات و كميات المواد العضوية والمواد العالقة لكل المراكز والمدن والقرى خلال تلك الفترة التصميمية.

٣-٩ كميات وخصائص مياه الصرف الصحى

للحصول على كميات مياه الصرف الصحى المستقبلية تم تحديد التغيرات التالية فى التصرفات وكذلك فى كميات المواد العضوية والمواد العالقة كما يلى:

أ) التصرفات (م^3/يوم)

- تحديد التصرفات الدنيا.
- تحديد التصرفات المتوسطة.
- تحديد التصرفات القصوى.
- تحديد التصرفات الشهرية القصوى.

ب) كميات المواد العضوية والمواد العالقة (كجم/ يوم)

- تحديد أقل حمل عضوى.

-تحديد حمل المواد العضوية المتوسطة.

-تحديد الحمل الأقصى للمواد العضوية.

- تحديد أقل حمل للمواد العالقة.

- تحديد حمل المواد العالقة المتوسط.

-تحديد حمل الأقصى المواد العالقة .

٣-٩-١ كميات مياه الصرف الصحى المتوقعة (م٣/يوم)

التصرفات الدنيا اليومية وتصرفات أقل ساعة تم استبدالها بالتصرفات الدنيا والمحسوبة باستخدام معامل يعتمد على عدد السكان . أما تصرفات أقصى يوم وكذلك تصرفات أقصى ساعة تم استبدالهما بالتصرفات القصوى المحسوبة باستخدام معامل يعتمد على التعداد السكانى.

٣-٩-٢ كميات المواد العضوية والمواد العالقة (كجم/ يوم)

إن متوسط أقصى خمسة أيام يعتبر غير مناسب للتخطيط الإستراتيجي على المدى البعيد ولا يؤخذ فى الاعتبار عدد حساب أعمال الصرف الصحى المتوقعة.

٣- ١٠ تحديد واختيار مرادفات الخدمة

يعرض هذا الجزء تحديد واختيار مناطق الخدمة والتى تم وضعها ضمن مرادفات قابلة للتطبيق فى المخطط العام الإستراتيجى على المدى البعيد لأنظمة الصرف الصحى الإقليمية.

توجد مرادفات عديدة متاحة لأعمال الصرف الصحى لخدمة المناطق الإقليمية . وهذه المرادفات المتاحة مشروحة فيما يلى وتطبق على السكان المخدومين بشبكات التغذية بالمياه.

المرافق الحالية والتى تم تحديدها فى المخطط العام لها تأثير كبير فى إمكانية تطبيق المرادفات المختلفة لمناطق . مثل محطات معالجة مياه الصرف الصحى.

ويجب مراعاة أن تكون السعة التصميمية لمحطات المعالجة أكبر من التصرفات المتوقعة سنة الهدف.

٣-١٠-١ مرادفات مناطق الخدمة

مرادفات مناطق الخدمة مشروحة فيما يلى حيث يمكن تطبيقها بمحافظة الإسكندرية. وهذه المرادفات ليست مستبعدة بصورة تبادلية فقد يكون المرادف الأفضل متضمن لعدد من المرادفات المطروحة ومشتركة معا. ويمكن إعطاء المثل لذلك ففى حالة اختيار النظام الإقليمى كمرادف من الجائز أن يكون هناك عدد من القرى مخدومة على أساس نظام مناطق الخدمة المحلية وذلك لبعد هذه القرى عن الخدمات الإقليمية.

أ) الأنظمة الإقليمية

توجد أنظمة يتم فيها نقل مياه الصرف الصحى المتجمعة من مراكز سكنية عديدة الى محطة معالجة واحدة ويوجد أنواع مختلفة عديدة من الأنظمة الإقليمية التى يمكن إنشاءها على أساس الحدود الإدارية الحالية .

تغطية المحافظات بأكملها

عند تطبيق نظام الصرف الصحى على مستوى الإقليم يتطلب استخدام محطة واحدة لمعالجة مياه الصرف الصحى لتخدم المحافظة بأكملها . وفى ضوء المعطيات بالنسبة للمسافات النموذجية والتى تحقق أقل تكلفة واستخدامها لتوفير محطات معالجة مياه الصرف الصحى الإقليمية وجد أن المسافات وتعدادات السكان المطلوبة لمنطقة خدمة الصرف الصحى على مستوى المحافظة يجب أن تتماشى مع الشكل والتوزيع السكانى للمحافظة .

فالمساحة المأهولة بالسكان فى المحافظة ممكن أن تكون ذات مسافات أكبر من المسافات النموذجية والتى تحقق أقل تكلفة لتطبيق نظام الصرف الصحى على المستوى الإقليمى.

تغطية أكثر من مركز (مستوى تعدد المراكز)

ويعتبر هذا النظام نموذج مصغر من نظام منطقة خدمة الصرف الصحى على مستوى المحافظة. وقد وجد أنه بدلا من خدمة المحافظة بأكملها بأعمال الصرف الصحى فقد وجد أن العديد من المراكز أو أجزاء من مراكز عديدة فى المحافظة تكون مخدومة بمحطة معالجة صرف صحى واحدة أو أكثر ومع ذلك فإنها تعانى نفس مشكلات نظام التغطية على مستوى المحافظات وذلك بسب تباعد المسافات بين المرافق المختلفة.

كما أن التوزيع السكانى فى معظم الريف صغير جدا بطريقة تجعل من الصعب ضخ مياه الصرف الصحى لمسافات طويلة الى محطات المعالجة. ومثال ذلك إذا تواجدت منطقة صرف تغطى مركز مع قرية واحدة أو أكثر من قرية على حدود مركز مجاور أو منطقة خدمة تغطى أجزاء من مركزين أو أكثر.

تغطية مركز بأكمله

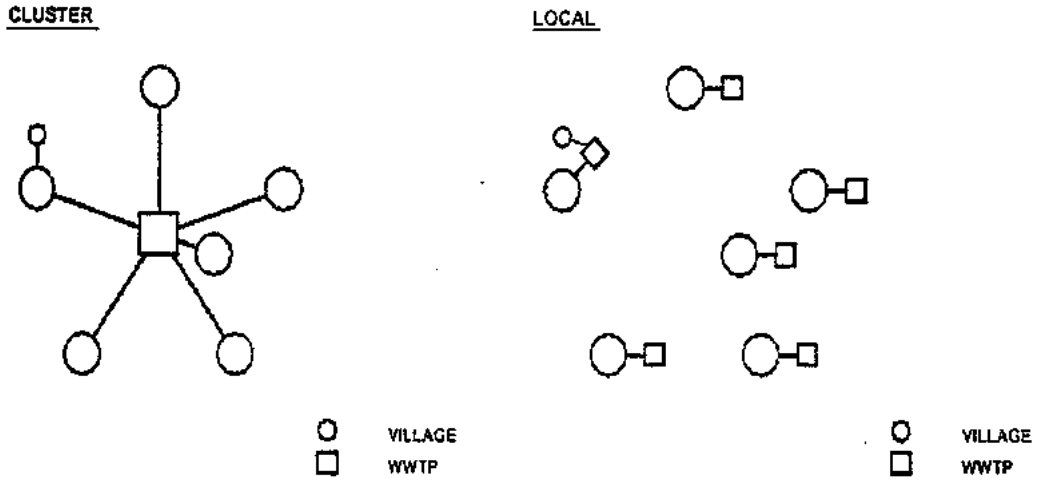
هذا المرادف يجعل حدود منطقة خدمة الصرف الصحى عند حدود المركز حيث يوفر محطة معالجة لكل مركز . وعند تغطية مركز بأكمله يكون من المفترض على مستوى المركز أن مسافات القرى للضخ الى المحطات الإقليمية تقع فى المدى المحدد لأن يحقق اقل تكلفة.

علما بأن المرافق التى تحت الإنشاء وكذلك المزمع إنشاءها تكون من هذا النوع لمناطق خدمة الصرف الصحى.

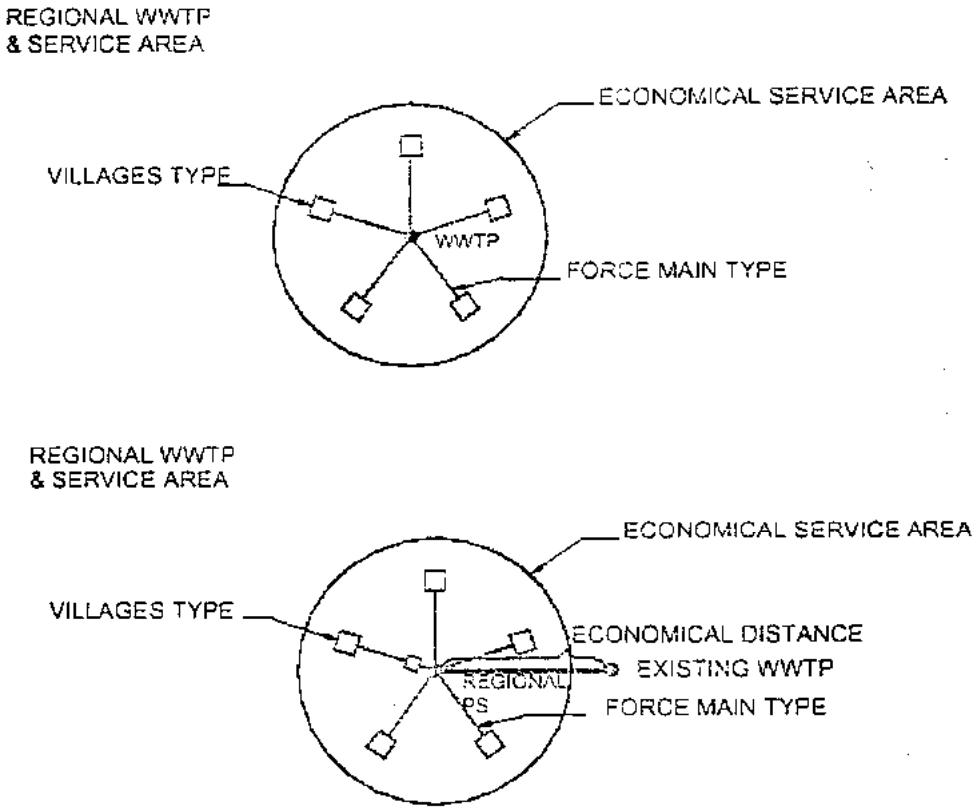
(ب) الأنظمة العنقودية

هذه الأنظمة يمكن اعتبارها أنظمة إقليمية صغيرة حيث يتم فيها تجميع مياه الصرف الصحى من عدد صغير من القرى يتم معالجتها فى محطة معالجة صرف صحى قريبة. ونتيجة لتعدد القرى وتوزيعها الجغرافي فإنه من الصعب وضع أسس خاصة لتحديد ما إذا كانت هذه الطريقة تمثل الأقل تكلفة من استخدام المعالجة المحلية. ولتحديد ذلك يجب عمل مقارنة لكل حالة على حدة.

وهذه الأنواع لمنطقة الخدمة قد لا يكون مناسبا لجميع المراكز السكانية فى المحافظة ولكن بالطبع ستوجد حالات يكون فيها هذا النوع هو أفضل المرادفات . ففى حالة القرى الصغيرة الواقعة بعيدا عن الخدمات الإقليمية قد يكون النظام العنقودى الى محطة معالجة الصرف الصحى القريبة هو المرادف الأفضل من حيث قلة التكاليف.



شكل رقم (٣-٧) شكل توضيحي للنظام العنقودي لمجموعة من القرى و نظام يشمل محطة معالجة محلية



شكل رقم (٣-٨) مساحة الخدمة الاقتصادية

جـ)الأنظمة المحلية

فى هذا النظام تعالج مياه الصرف الصحى فى محطة معالجة خاصة بالقرية نفسها . وهذا النوع من مناطق الخدمة يغطى قرية واحدة فقط كالنظام المعمول به فى القرى السياحية.

اختبار مرادفات مناطق الخدمة

يتم اختبار المرادفات المتاحة باستخدام الأسس والعوامل التالية:

-الإسهام فى الوفاء بجميع أغرض وأهداف التخطيط.

-اعتبارات التكاليف النسبية وإمكانية توفيرها.

-التكامل والتناسق مع أعمال الصرف الصحى القائمة.

-القدرة على استيعاب الخدمات القائمة أو التى يتم إصلاحها.

-القدرة على التجارب والتماشى مع التكنولوجيا المقترحة.

- مدى التأثير على تشغيل الأنظمة ومتطلبات الصيانة.

- درجة الاعتماد على النظام .

- مرونة النظم.

- مدى إمكانية التنفيذ على مراحل .

-التأثيرات البيئية الملحوظة (إيجابى أو سلبى).

-اعتبارات الإنشاء.

-مدى توافر الأراضى اللازمة.

-إمكانية إعادة استخدام مياه الصرف الصحى المعالجة.

- اعتبارات حماية المصدر.

-مدى التقبل الجماهيري.

وتؤدى النتيجة النهائية للاختبار الى استبعاد أنوع مرادفات منطقة الخدمة التى قد تعطى أنظمة تجميع / معالجة مياه الصرف بطريقة غير قابلة للتشغيل أو الإدارة و/أو تعطى أنظمة لا يمكن الاعتماد عليها أو الوثوق بها.

ملخص نتائج الإختيار لدرجة المرادف

بناء على الاختبار الإبتدائى لمرادفات مناطق الخدمة تكون المردفات القابلة للتطبيق بالمحافظة كنظام أقليمى هى كما يلى:

- مستوى تعدد المراكز.
- مستوى المركز.
- الأنظمة العنقودية.

بالإضافة الى ذلك فإن مناطق الخدمة المحلية قد يكون هو النسب للقرى البعيدة جدا عن مناطق خدمة مستوى تعدد المراكز ومستوى المركز.

الفصل الرابع

التصرفات المتغيرة للمياه الملوثة من المصادر المختلفة

٤-١ تصرفات مياه الصرف الصحى المنزلى والتجارى :

كما سبق عند دراسة معدلات الاستهلاك للمياه المختلفة اتضح انه جميعا تعتمد على متوسط الاستهلاك اليومى (لتر/ فرد / يوم). وعند تصميم خطوط شبكة مياه الصرف الصحى يلزم تعريف التصرفات الآتية :

٤-١-١ التصرف المتوسط :

يحسب التصرف (Average Flow Q_{av}) بضرب متوسط الاستهلاك اليومى للمياه × معامل تخفيض يؤخذ من (٠.٨- ٠.٩)، وهذا التخفيض ناتج من الفاقد خلال شبكة المياه.

$$Q_{av\ (sewage)} = (0.9\text{-}0.8)\ Q_{av\ (consumption)} \qquad (٤-١)$$

٤-١-٢ التصرف الجاف :

التصرف الجاف (Dry Weather Flow D.W.F) هو التصرف الناتج من الاستهلاكات المختلفة بدون اضافة مياه الأمطار ،وينقسم الى:

٤-١-٣ أدنى تصرف جاف (Minimum Dry Weather Flow) :

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

$$Q_{min\ D.W.F} = (\ 0.2P^{1/6}\ Q_{av}) \qquad (٤-٢)$$

حيث :

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

P عدد السكان بالألف

٤-١-٤ أقصى تصرف جاف (Maximum Dry Weather Flow)

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

$$Q_{min\ D.W.F} = \left(1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}\right) Q_{av} \qquad (٤-٣)$$

$$Q_{min\ D.W.F} = \left(1 + \frac{5}{p^{0.167}}\right) Q_{av} \qquad (٤-٤)$$

ويعرض الشكل رقم (٤- ١) قيم معاملات الذروة فى حالة أدنى تصرف جاف وأقصى تصرف جاف طبقا للمعادلات { (٤- ٢) ، (٤- ٣) ، (٤- ٤).كما أن الشكل رقم (٤-٢) يوضح العلاقة بين معاملات الذروة والموضحة بالمنحنيات وذلك من واقع الخبرة العملية لظروف المناطق الحارة-الشرق الأوسط

٤-١-٥ التصرف الممطر :

التصرف الممطر (Wet weather Flow) هو التصرف الناتج من الإستهلاكات المنزلية و الإستهلاكات الأخرى بأنواعها (إن وجدت)مضافا إليها مياه الأمطار وينقسم الى :

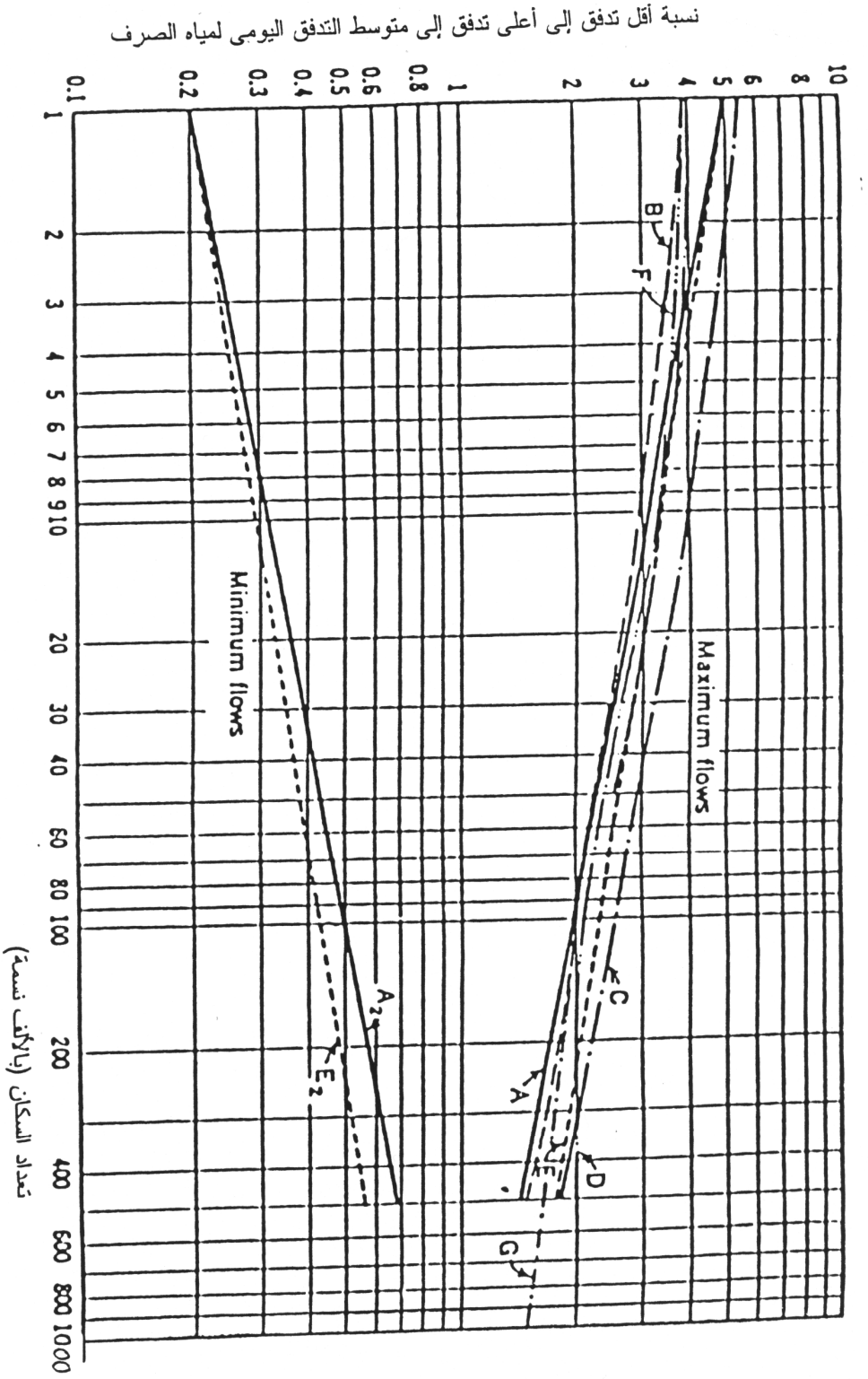
٤-١-٦ أدنى تصرف ممطر (Minimum Wet weather Flow):

ويعين بجمع أدنى تصرف جاف يومى خلال الشتاء بالإضافة الى مياه الأمطار .

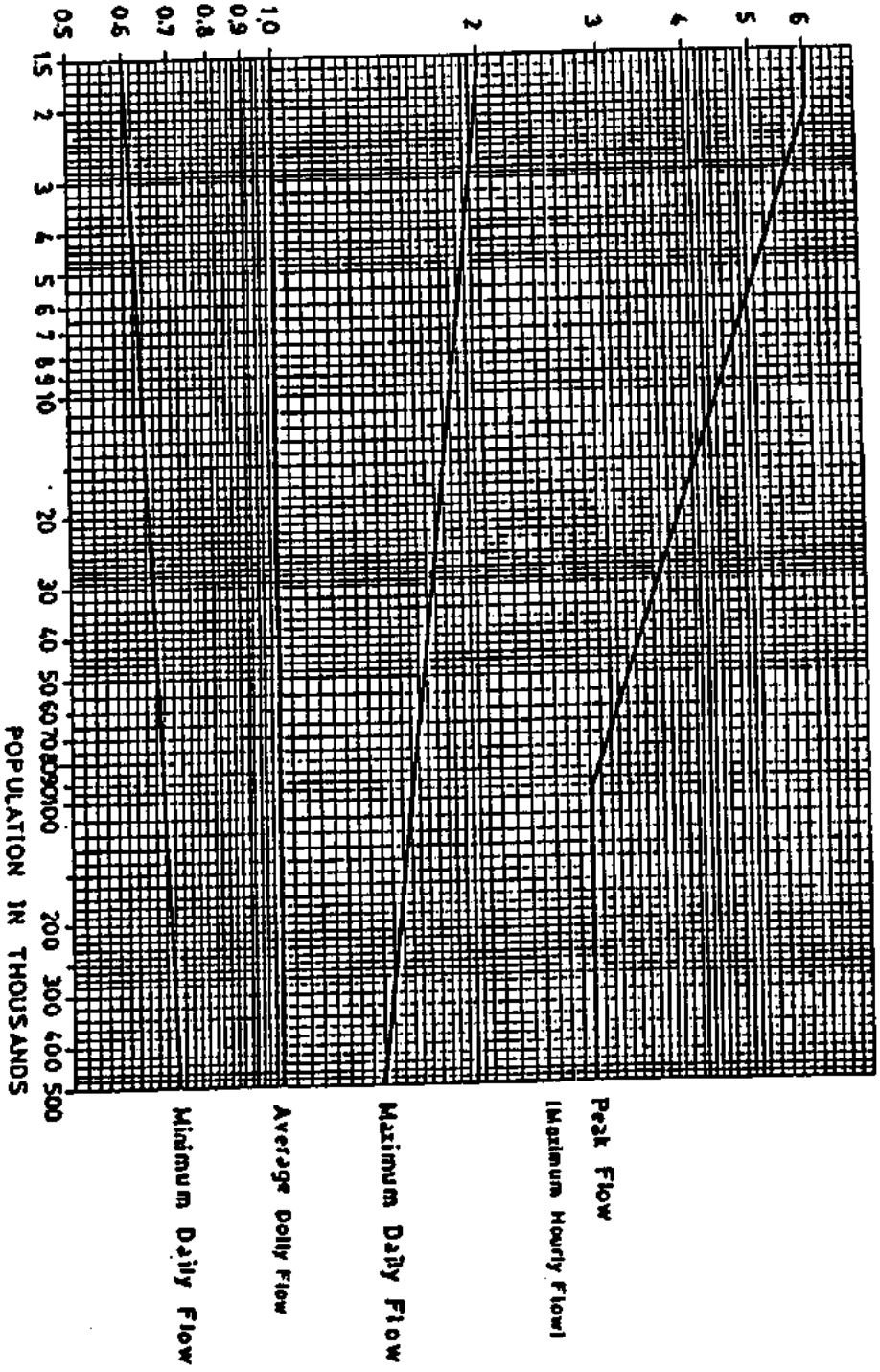
٤-١-٧ أقصى تصرف ممطر (Maximum Wet weather Flow):

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

$$Q_{min\ D.W.F} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{rain} \qquad (٤-٥)$$



الشكل رقم (٤-١) منحنيات تحديد قيم معامل الذروة أدنى وأقصى تصرف جاف



الشكل رقم (٤-٢) منحنيات تحديد قيم معامل الذروة و أدنى وأقصى تصرف جاف لمياه الصرف الصحى من واقع الخبرة العملية فى الظروف المصرية

٤-١-٨ تصرف مياه الصرف الصناعى :

فى حالة وجود أنشطة صناعية فى المنطقة يؤخذ التصرف الصناعى (industrial wastewater flow) بقيمة تتراوح مابين (٤٠-٨٠)م^3 هكتار / يوم وذلك مالم تتوافر بيانات محددة.

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

٤-١-٩ التصرفات التجارية :

تعتمد التصرفات التجارية على نوعية النشاط التجارى، وتتروح قيمة الاستهلاك التجارى مابين ٤٠ – ١٥٠٠م^3 / هكتار / يوم.

٤-١-١٠ كمية مياه الرشح:

تتوقف كمية مياه الرشح (Infiltration) التى تمر خلال خط مواسير شبكة تجميع مياه الصرف الصحى على نوع الماسورة وبعد خط لمواسير عن منسوب المياه الجوفية وسلامة الوصلات للخط ومدى إحكامها وتستخدم المعادلة الآتية لحساب كمية مياه الرشح خلال ١٠٠٠متر طولى من الخط

$$Q_{inf} = \alpha dh \qquad (٤-٦)$$

حيث :

Q_{inf} = كمية مياه الرشح خلال ١٠٠٠ متر طولى من خط المواسير (لتر/ ساعة)

α = معامل يتراوح بين ٥-١٠ ويؤخذ (١٠)

d = قطر الخط (م)

h = العمق المتوسط (م) لخط المواسير أسفل منسوب المياه الأرضية.

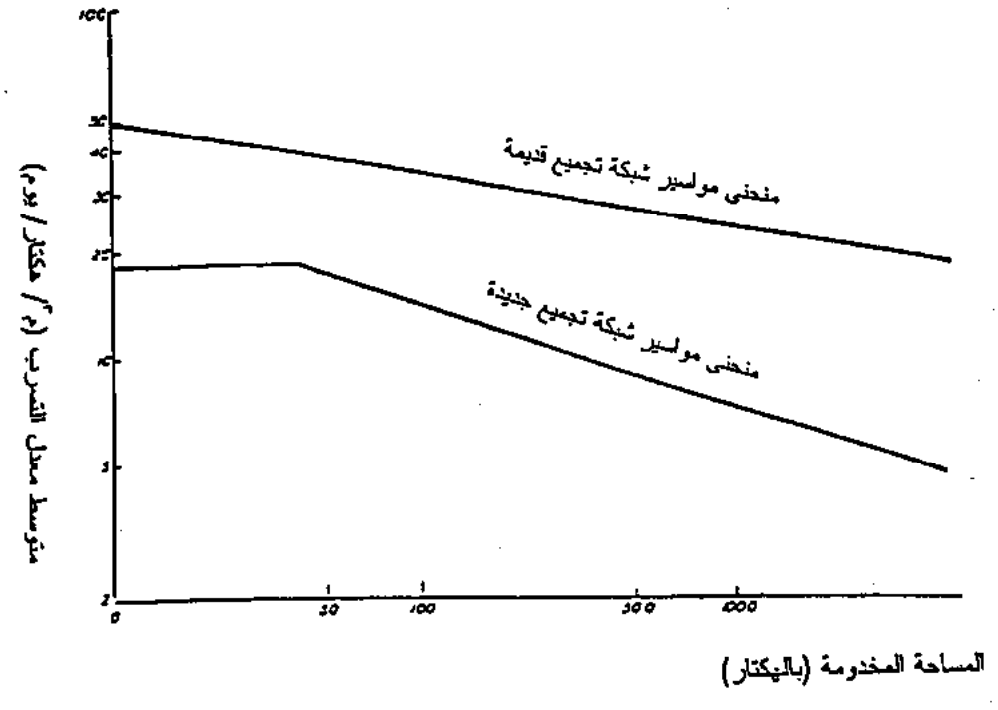
وفى حالة صعوبة تطبيق المعادلة وعدم توافر البيانات اللازمة ، تؤخذ كمية مياه الرشح (٢٤-٩٥)م^3 / يوم / ١كم من خط المواسير أو تتؤخذ ٠.٤٦ م^3/يوم/١سم من قطر خط المواسير أيهما أكبر.

كما يمكن تحديد كمية مياه الرشح الواصلة الى خطوط مواسير الشبكة مباشرة وذلك بالنسبة للمساحة المخدومة بالهكتار لكل من خطوط المواسير الجديدة والقائمة فعلا من المنحنيات الموضحة بالشكل رقم (٤-٣).

٤-١-١١ كمية مياه الأمطار :

لحساب كمية مياه الأمطار (Rain Fall) تطبق المعادلة الآتية

$$Q_{rain} = CIA \qquad (٣-٧)$$



شكل رقم (٤-٣) منحنيات تحديد كمية مياه الرشح والمساحة المخدومة

حيث :

Q_{rain} = كمية مياه الأمطار التى تصل الى خط تجميع مياه الصرف الصحى

C = معامل فائض مياه الأمطار ويؤخذ من الجدول رقم (٤- ١)

I = كثافة سقوط مياه الأمطار (مم/الساعة)

A = المساحة التى يخدمها الخط.

الجدول رقم (٤- ١)

العلاقة بين نوع السطح ومعامل فائض مياه الأمطار (C)

م	نوع السطح	معامل الفائض (C)
١	الأسطح والشوارع المرصوفة جيدا	٠.٩٥-٠.٧٠
٢	التربة العادية والشوراع غير المرصوفة	٠.٢٠-٠.١٠
٣	المناطق السكنية (مستوية)	٠.٥٠-٠.٣٠
٤	المناطق السكنية (جبلية)	٠.٧٠-٠.٥٠
٥	المناطق الصناعية (صناعات خفيفة)	٠.٦٥-٠.٥٥
٦	المناطق الصناعية (صناعات ثقيلة)	٠.٨٠-٠.٦٠

وفى حالة عدم توافر بيانات عن كثافة سقوط مياه المطار (i) ، يتم استنتاجها من المعادلة الآتية :

$$t_c = \frac{L}{60V_f} + te \quad (minute) \qquad (٤-٨)$$

حيث:

t_c زمن تركيز العاصفة الممطرة ويساوى الزمن لوصول مياه الأمطار من أبعد نقطة فى المساحة المخدومة (A) وحتى بالوعة صرف الأمطار.

V_f سرعة مياه الأمطار وتؤخذ ٠.٧٥ (م / ث)

t_e زمن دخول مياه الأمطار الى خط الصرف ويؤخذ من ٣ دقائق.

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

وبالحصول على t_c تتبع الخطوات الآتية لتحديد كثافة سقوط الأمطار (i) :

- فى حالة ٢٠ > t_c > ١٠ دقيقة، تطبق المعادلة الآتية :

وتتوقف قيم المعامل (C) على نوع السطح الذى تتساقط عليه مياه الأمطار وعلى ميل هذا السطح وعلى فترة سقوط الأمطار .

٤-٢ التصرفات التصميمية لخطوط شبكات التجميع :

التصرفات التصميمية لخطوط شبكات التجميع تختلف باختلاف نوعية الشكل هل هى شبكة منفصلة أو شبكة صرف مشتركة وبالتالى فإن التغيير فى التصرفات التصميمية كما يلى.

٤-٢-١ التصرف الجاف

التصرف الجاف (Dry weather flow DWF) هو التصرف الناتج من الإستهلاكات المختلفة بدون اضافة مياه الأمطار وينقسم الى:

٤-٢-٢ أدنى تصرف جاف (Minimum Dry weather flow)

وهذا التصرف يحدث أثناء الليل أو خلال الشتاء دون وجود أمطار ويحسب من المعادلة الآتية:-

$$Q_{min}DWF = 0.2\ P^{1/6} + Q_a \qquad (٩-٤)$$

حيث :

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

P عدد السكان بالألف

Q_{av} التصرف المتوسط (لتر/ث)

٤-٢-٣ أقصى تصرف جاف (Maximum Dry Weather Flow)

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

$$Q_{min\,D.W.F} = \left(1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}\right) Q_{av} \qquad (١٠-٤)$$

$$Q_{min\,D.W.F} = \left(1 + \frac{5}{p^{0.167}}\right) Q_{av} \qquad ("١٠-٤)$$

ولتحديد قيم معاملات الذروة فى حالة أدنى تصرف وأقصى تصرف جاف طبقاً للمعادلات {(٤-٩) ، (٤-١٠)، (٤-١٠")} السابق ذكرها}.

٤-٢-٤ شبكة الصرف المنفصلة:

وتنقسم الى شبكة صرف لاستقبال المخلفات السائلة المنزلية والصناعية والتجارية .....ألخ مع وجود شبكة أخرى لاستقبال مياه الأمطار .

التصرفات التصميمية لخطوط شبكة الصرف المنفصلة :

فى حالة مواسير الانحدار بقطر أقل من ٧٠٠مم :

تصمم كالآتى (إن وجدت) :

$$Q_{design} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf} \qquad (٤-١١)$$

ثم تصمم على أن تكون الماسورة ثلثى مملؤة ، ويراعى ألا تقل السرعة عن ٠.٧٥ م/ث فى كلتا الحالتين (حالة وجود أو عدم وجود مياه رشح في حالة أدنى تصرف جاف).

$$Q_{design} = Q_{min\ D.W.F} \qquad (٤-١٢)$$

ويجب مراعاة ألا تقل السرعة عن ٠.٥٠ م/ ث

وفى حالة خطوط المجمعات (أقطار أكبر من ٧٠٠مم): فى هذه الحالة يتم تحديد التصرف التصميمى كما يلى

$$Q_{des} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf} \qquad (٤-١٣)$$

وتصمم على أن تكون الماسورة ثلاثة أرباع مملوءة ، ويراعى ألا تقل السرعة عن ١.٠م/ ث فى جميع الحالات .

$$Q_{jes} = Q_{min\ D.W.F} \qquad (٤-١٤)$$

ويراعى ألا تقل السرعة عن ٠.٦ م/ث يضاف كمية الأمطار وكمية مياه الرشح

٤-٢-٥ شبكة الصرف المشتركة

وهى شبكة موحدة لاستقبال كل المخلفات السائلة بجميع أنواعها مضافا اليها مياه الأمطار.

٤-٢-٦ التصرفات التصميمية لخطوط شبكة الصرف المشتركة

تضاف مياه الأمطار و مياه الرشح ويراعى الآتي

فى حالة مواسير الانحدار بقطر أقل من ٧٠٠مم

تصمم كالآتى:

$$Q_{design} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf} \qquad (٤-١٥)$$

وتصمم على أن تكون الماسورة نصف مملوءة ، يراعى ألا تقل السرعة عن ٠.٦م/ث، وعند إضافة مياه الأمطار :

$$Q_{design} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf} + Q_{inf} \qquad (٤-١٦)$$

ويراعى أن يكون أقصى تصرف جاف هو أقصى تصرف يومى خلال شهور الشتاء، وتصمم على أن تكون الماسورة ثلثى مملوءة ، ويراعى ألا تقل السرعة عن ٠.٧٥م/ث.

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

$$Q_{design} = Q_{min\ D.W.F} \qquad (٤-١٧)$$

ويراعى ألا تقل السرعة عن ٠.٥٠م /ث .

فى حالة خطوط المجمعات (قطر أكبر من ٧٠٠مم) :

تصمم بالأخذ فى الاعتبار الآتى:

$$Q_{design} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf} \qquad (٤-١٨)$$

وتصمم على أن تكون الماسورة ثلثى مملؤة وعند اضافة مياه الأمطار ومياه الرشح (إن وجدت) يكون

$$Q_{design} = Q_{max\ D.W.F} + Q_{inf} \qquad (٤-١٩)$$

وتصمم على أن تكون الماسورة ثلاثة أرباع مملوءة ويرعى ألا تقل السرعة عن ١.٠م/ث فى كلتى الحالتين وفى حالة أدنى تصرف جاف

$$Q_{design} = Q_{min\ D.W.F} \qquad (٤-٢٠)$$

ويراعى ألا تقل السرعة عن ٠.٦م /ث .

٤-٣ التصرفات التصميمية لخطوط شبكات الصرف الصحى

تنقسم شبكات الصرف الصحى الى نوعين:

أ - **شبكة الصرف المنفصلة:** وتنقسم الى شبكة صرف لاستقبال المخلفات السائلة (المنزلية والصناعية والتجارية...الخ) مع وجود شبكة اخرى لاستقبال مياه الامطار.

ب – شبكة الصرف المشتركة: وهى شبكة موحدة لاستقبال كل المخلفات السائلة بجميع انواعها مضافا إليها مياه الامطار.

١- خطوط شبكة الصرف المنفصلة:

٤-٣-١ حالة مواسير الانحدار بقطر أقل من ٧٠٠مم

تصمم كالاتى:

$$Q_{des} = Q_{max\ D.W.F.} + Q_{inf} \qquad (٤-٢١)$$

وتصمم على ان الماسورة ثلثى مملوءة

ويراعى الا تقل السرعة عن ٠.٧٥ م/ث فى كلتا الحالتين . (حالة وجود أو عدم وجود مياه رشح) وفى حالة (ادنى تصرف جاف).

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F.} \qquad (١٨-٤)$$

ويراعى الا تقل السرعة عن ٠.٥ م/ث

٤-٣-٢ حالة خطوط المجمعات (اقطار اكبر من ٧٠٠مم)

تصمم كالاتى:

$$Q_{des} = Q_{max\ D.W.F.} + Q_{inf} \qquad (١٩-٤)$$

وتصمم على ان الماسورة ثلاث أرباع مملوءة ويراعى الا تقل السرعة عن ١م/ث فى كلتا الحالتين.

وفى حالة: (أدنى تصرف جاف)

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F.} \qquad (٢٠-٤)$$

ويراعى الا تقل السرعة عن ٠.٦ م/ث

٤-٤ خطوط شبكة الصرف الصحى المشتركة

يضاف كمية مياه الامطار ومياه الرشح ويراعى الاتى:

٤-٤-١ حالة مواسير الانحدار بقطر أقل من ٧٠٠مم

تصمم كالاتى:

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F.} + Q_{inf} \qquad (٢١-٤)$$

وتصمم على ان الماسورة نصف مملوءة

ويراعى الا تقل السرعة عن ٠.٦ م/ث

وعند اضافة مياه الامطار: ان وجدت

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F.} + Q_{rain} + Q_{inf} \qquad (٢٢-٤)$$

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

ويراعى الا تقل السرعة عن ٠.٧٥ م/ث

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

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F.} \qquad (٢٣-٤)$$

ويراعى الا تقل السرعة عن ٠.٥٠ م/ث

٤-١٠-٢ حالة خطوط المجمعات (قطر أكبر من ٧٠٠مم)

وتصمم بالأخذ فى الاعتبار الاتى:

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F.} + Q_{rain} + Q_{inf} \qquad (٢٤-٤)$$

وتصمم على الماسورة ثلثى مملوءة

وعند اضافة مياه الامطار ومياه الرشح: أن وجدت

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F.} + Q_{rain} + Q_{inf} \qquad (٢٥-٤)$$

ويراعى ان يكون اقصى تصرف جاف هو اقصى تصرف يومى خلال شهور الشتاء وتصمم على ان الماسورة ثلاثة ارباع مملوءة. ويراعى الا تقل السرعة عن ١.٠ م/ث فى كلتا الحالتين وفى حالة ادنى تصرف جاف فإن

$$Q_{des} = Q_{min\ D.W.F.} \qquad (٢٦-٤)$$

ويراعى الا تقل السرعة عن ٠.٦ م/ث.

الفصل الخامس

التصميم الهيدروليكى لخطوط مواسير

شبكات الإنحدار لتجميع المياه الملوثة

يقصد بالتصميم الهيدروليكى لخطوط مواسير شبكات تجميع المياه الملوثة هــو تحديــد العلاقة التى تربط بين التصرف والسرعة والمساحة المائية للماسورة والضغوط والفواقد فى الطاقة والاسباب المؤدية لها.

وفيما يلى أهم الاسس والقوانين الهيدروليكية المستخدمة فى هذا التصميم الهيدروليكى:

٥-١ معادلة التصرف

$$Q = A \times V \qquad (٥-١)$$

حيث:

Q : التصرف المطلوب نقله ويعنى نقل حجم معين فى وحدة الزمن (م^{٣}/ث)

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

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

D : القطر الداخلى للماسورة (م)

ويتم حساب قيمة التصرف تبعا لمعدلات استهلاك المياه للاستخدامات المختلفة.

ويتم اختيار القطر الداخلى للماسورة عن طريق المواصفات القياسية لكل نوع من انواع المواسير والاستعانة ببيانات الشركة المنتجة لها، ويعبر عن قطر الماسورة بالقطر الداخلى لها بالاضافة الى ذكر القطر الاسمى والقطر الخارجى اذا تطلب الامر ذلك.

ويتم اختيار السرعات فى المواسير فى المواسير تبعا لظروف التصميم ففى حالة الارض المنبسطة يتم التصميم على اقل ميل مسموح به للماسورة بحيث لا يحدث ترسيب اما فى حالة الارض المنحدرة فتصمم الماسورة على ميل يوازى سطح الارض بحيث لا تزيد السرعة عن ٢.٠ م/ث وفى الحالات شديدة الانحدار يجب الا تزيد

السرعة عن ٠.٣ م/ث ويتم تحقيق ذلك باتباع نظام الهدارات للحصول على ميول مناسبة. وتتراوح قيمة السرعات كالاتى:

- بين ١.٠ – ٢.٠ م/ث للمواسير الفرعية اقل من ٢٠٠مم.
- بين ١.٠ – ١.٥ م/ث لمواسير نقل المياه اكبر من ٢٠٠مم.
- بين ٠.٦ – ١.٥ م/ث لمواسير الانحدار لتجميع المياه الملوثة تبعا لظروف تخطيط الشبكة.
- بين ١.٠ – ١.٥ م/ث لخطوط الطرد الناقلة لمياه الصرف الصحى بين محطات الرفع او اعمال المعالجة او بين محطات الرفع فيما بينها

٥-٢ معادلة الاستمرارية (Continuity Equation)

نتيجة ان المياه سائل غير قابل للانضغاط فانه عند مرور الماء خلال ماسورة متغيرة القطر او ثابتة فان التصرف خلال اى مقطع من الماسورة ثابت.

وحيث:

Q = ثابت

AV = ثابت

$$\text{ثابت} = A_2 V_2 = A_1 V_1 \qquad (٢-٥)$$

٥-٣ معادلة الطاقة (Bernoulli's Equation)

عند اى قطاع فى ماسورة مياه تحت ضغط فان الطاقة الكلية تتكون من:

أ – طاقة الوضع (Z).

ب – طاقة الضغط (P/W).

ج – طاقة الحركة ($V^2/2g$).

وبالتالى تكون معادلة برنولى فى الصورة الاتية:

$$Z + P/W + V^2/2g \qquad (٣-٥)$$

ولكن نتيجة لحركة المياه بين نقطتين داخل الماسورة فانه يحدث فواقد فى الطاقة علـــى طول الماسورة.

وبالتالى تصبح المعادلة فى الصورة الاتية:

$$\text{الفواقد} + Z_2 + P/W + V_2^2/2g = Z_1 + P/W + V_1^2/2g \qquad (٤-٥)$$

وفى حالة ثابت مقطع الماسورة فان $V_1 = V_2$

وبالتالى فان الفقد فى الطاقة يكون كما يلى:

$$\text{الفواقد} = [Z_1 + P_1/W] - [Z_2 + P_2/W] \qquad (٥-٥)$$

والفواقد الناتجة تنقسم الى:

٥-٣-١ فواقد رئيسية (Major Losses)

وهى الفواقد الناتجة من احتكاك السائل بالسطح الداخلى للماسورة وهى أكبر فى القيمة من أنواع الفواقد الاخرى

٥-٣-٢ فواقد ثانوية (Major Losses)

وهى الفواقد الناتجة من خط المواسير نتيجة الوصلات، والقطع الخاصة.

٥-٤ المعادلات الهيدروليكية التى تستخدم فى حساب الفواقد الرئيسية:

تنقسم هذه المعادلات الى قسمين

المعادلات الصحيحة الابعاد (Dimensioally Correct Formulae)

والمعادلات الافتراضية (Empirical Formulae)

٥-٤-١ المعادلات الصحيحة الابعاد:

وهى معادلات مستنتجة حسابيا ولها اساس رياضى واخذت فى اعتبارها لزوجة السائل و حالته من كونه خطى او مضطرب واخذت ايضا فى الاعتبار خشونة الجدار الداخلى للماسورة و اشهر هذه المعادلات معادلة كول بروك Cole- Brook and white Formula وتستخدم هذه المعادلة لاستنتاج معامل الاحتكاك فى معادلة دراسى:

$$H_f = \frac{fLV^2}{2gD} \qquad (٥-٦)$$

حيث:

H_f : الفواقد (م)

F : معامل دارسى للاحتكاك وليس له وحدات ويعين من الجدول (٥-١)

V : السرعة (م/ث)

D : القطر الداخلى للماسورة (م)

g : عجلة الجاذبية الارضية (م/ث^2)

وقد بين كول بروك فى معادلته ان f معامل الاحتكاك يتناسب مع كل من لزوجة السائل و سرعته وقطر وخشونة الماسورة.

ومعادلة كول بروك تكون فى الصورة الآتية:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left[\frac{K_s}{3.71D} + \frac{2051}{R_n\sqrt{f}}\right] \qquad (٥-٧)$$

R_n : قيمة وينولد، وهى تعبر عن حالة سريان السائل هيدروليكيا من كونه خطى او 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 الى الحالة المضطربة.

عندما يكون R_n >٤٠٠٠ يكون السائل فى الحالة المضطربة

وحيث ان $R_n = \frac{VD}{\upsilon}$

ومن معادلة دراسى $f = \frac{2gDS}{V^2}$

أمكن استنتاج المعادلة كالتالى:

$$V = -2\sqrt{2gDS}\log\left[\frac{K_s}{3.71D} + \frac{2051}{D\sqrt{2gDS}}\right] \qquad (٨-٥)$$

حيث:

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

D : القطر الداخلى للماسورة (م)

g : عجلة الجاذبية الارضية (م/ث^٢)

K_s: خشونة الجدار ويعبر عنه (م)

υ : معامل اللزوجة ويعبر عنه (م^٢/ث)

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

ومن دارسة كول بروك نستنتج الاتى:

١. يفضل استخدام هذه المعادلة نظر لشموليتها من حيث وصفها السائل والوسط الناقل له (جدار الماسورة).

٢. نظرا لصعوبة حل المعادلة حسابيا فيفضل استخدام منحنيات تسهل حل المعادلة ويستخدم الجدول (٥-١) لتعيين قيم (K_s) للأنواع المختلفة من المواسير .

ويستخدم الجدول (٥-٢) لتعيين قيم (υ) معامل اللزوجة عند درجات الحرارة المختلفة سواء لمياه الشرب او للمياه الملوثة.

جدول (٥-١) قيم (K_s) خشونة الجدار لمختلف الأنواع من المواسير

نوع الماسورة	قيم (K_s) (مم)		
	حالة الماسورة جيدة	حالة الماسورة عادية	حالة الماسورة قديمة
١ – اسبستوس اسمنتى	٠.٠١٥	٠.٠٣	
٢- بلاستيك (pvc)			
• مواسير بلاستيك بوصلات ملحومة	–	٠.٠٣	
• مواسير بلاستيك بوصلات رأس وذيل بحلقة كاوتش	–	٠.٠٣	
٣- بولستر مسلح بألياف زجاج	٠.٠٠٣	٠.٠٣	–
٤-خرسانة سابقة الاجهاد	–	٠.٠٣	–
٥- خرسانة عادية	٠.٠٦	٠.١٥	٠.٣
٥- خرسانة مسلحة	٠.٠٦	٠.١٥	٠.٣
٧ – زهر مرن			
• مواسير ذات حماية داخلية من المونة الاسمنتية.	–	٠.٠٣	–
• مواسير ذات حماية داخلية من البيتومين	–	٠.٠٣	–
٨- صلب			
• مواسير ذات حماية داخلية من المونة الاسمنيتة	–	٠.٠٣	–
• مواسير ذات حماية داخلية من البيتومين	–	٠.٠٣	–
٩- فخار ذات رأس وذيل بالوصلة المرنة وكذلك بوصلة المونة الاسمنتية (القلفطة)	–	٠.٠٦	–

جدول (٥-٢) قيم معامل اللزوجة (υ) عند درجات الحرارة المختلفة

درجة الحرارة م°	معامل اللزوجة ١٠^-٦ م٢/ث	درجة الحرارة م°	معامل اللزوجة ١٠^-٦ م٢/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

٥-٤-٢ المعادلات الافتراضية (الصورة العامة)

وهذه معادلات تعتمد على افتراض صيغة معينة تكون على الصورة الاتية:

$$V = CR^{\alpha}S^{\beta} \qquad (٥-٩)$$

حيث:

V = السرعة المتوسطة للسائل (م/ث)

R = المحيط المبتل ووحداته (م)

C = معامل يتعين بالتجربة المعملية يتوقف على خشونة جدار الماسورة.

α,β= قيم لتحقيق طرفى المعادلة وتستنتج بالتجربة المعملية

وتمتاز هذه المعادلات بأنه سهلة التطبيق وتعطى دقيقة عند الاخذ فى الاعتبار قيم الثوابت لكل معادلة ومن أشهر هذه المعادلات:

٥-٤-٢-١ معادلة هازن ويليامز (Hazen Williams Formula)

وتعتبر هذه المعادلة من أكثر المعدلات شيوعا فى الاستخدام لعدة اسباب منها:

١. ذات صيغة مناسبة فى الاستخدام.

٢. حققت نتائج معملية مناسبة تتفق مع الصيغة الرياضية.

٣. صالحة للاستخدام لمدى واسع من الاقطار من ١٥٠مم ولقيم C اكبر من ١٠٠.

والمعادلة على الصورة

$$H = \frac{6.78L}{D^{1.165}}\left[\frac{V}{C}\right]^{1.85} \qquad (٥-١٠)$$

ومنها يمكن استنتاج معادلة السرعة

$$V = 0.355CD^{0.63}\left[\frac{H}{L}\right]^{0.54} \qquad (٥-١١)$$

حيث:

C: معامل الاحتكاك لهازن ويليامز ويحدد من الجدول (٥-٣)

جدول (٥-٣)

قيم معامل الاحتكاك فى معادلة هازن ويليامز C

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

٥-٤-٢-٢ معادلة مانينج:

وهى معادلة مشهورة وتستخدم بكثرة وذلك للميزات الاتية".

١. الفواقد (H_f) تتناسب طرديا مع السرعة.

٢. معامل الاحتكاك لمانينج (n) يكون ثابت لنفس نوع المواسير.

٣. نظرا لان الفواقد الثانوية الناتجة من القطع الخاصة والاكواع والمحابس والتيهات وغالبا تضاف الى فواقد الاحتكاك ويعبر عنها بالصيغة $H = KV^2$ فتكون معادلة مانينج هى الانسب فى التطبيق.

٤. فى حالة التصرفات الكبيرة ودراسة خطوط مواسير قديمة ذات سطح داخلى خشن واذا كان معامل هازن ويليامز للاحتكاك "C" أقل من ١٠٠ فتكون معادلة مانينج هى الانسب فى التطبيق عن معادلة هازن ويليامز ومعادلة مانينج تكون على الصورة الاتية:

$$H = \left[\frac{n^2}{(0.379)^2}\right] x \left[\frac{LV^2}{D^{\frac{4}{3}}}\right] \qquad (١٢-٥)$$

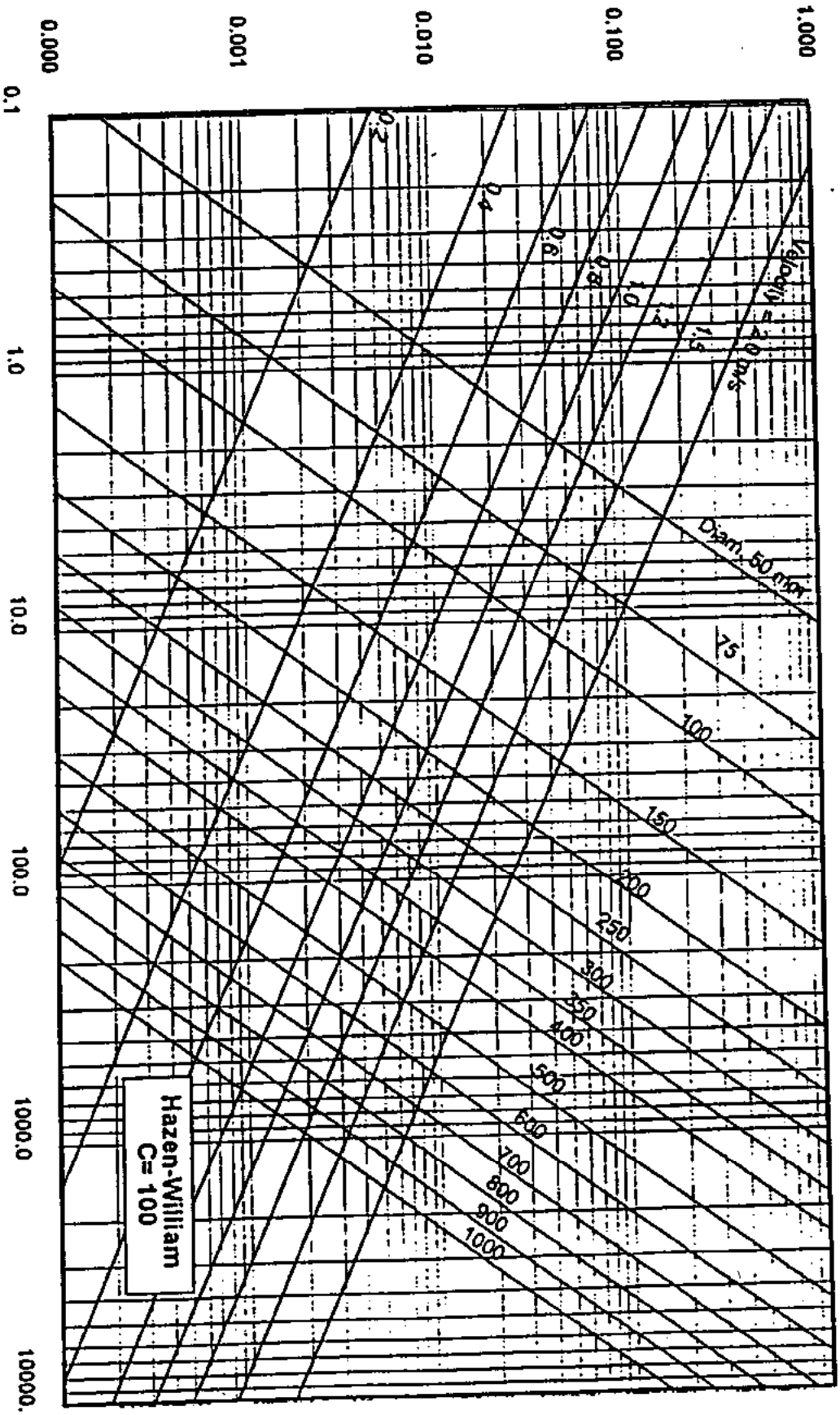
$$V = \left[\frac{0.379}{n}\right] x \left[\frac{H}{L}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (١٣-٥)$$

والجدول (٥-٤) يعطى قيم معامل الاحتكاك (n) فى معادلة مانينج وكذلك قيم معامل الاحتكاك (f) فى معادلة دارسى.

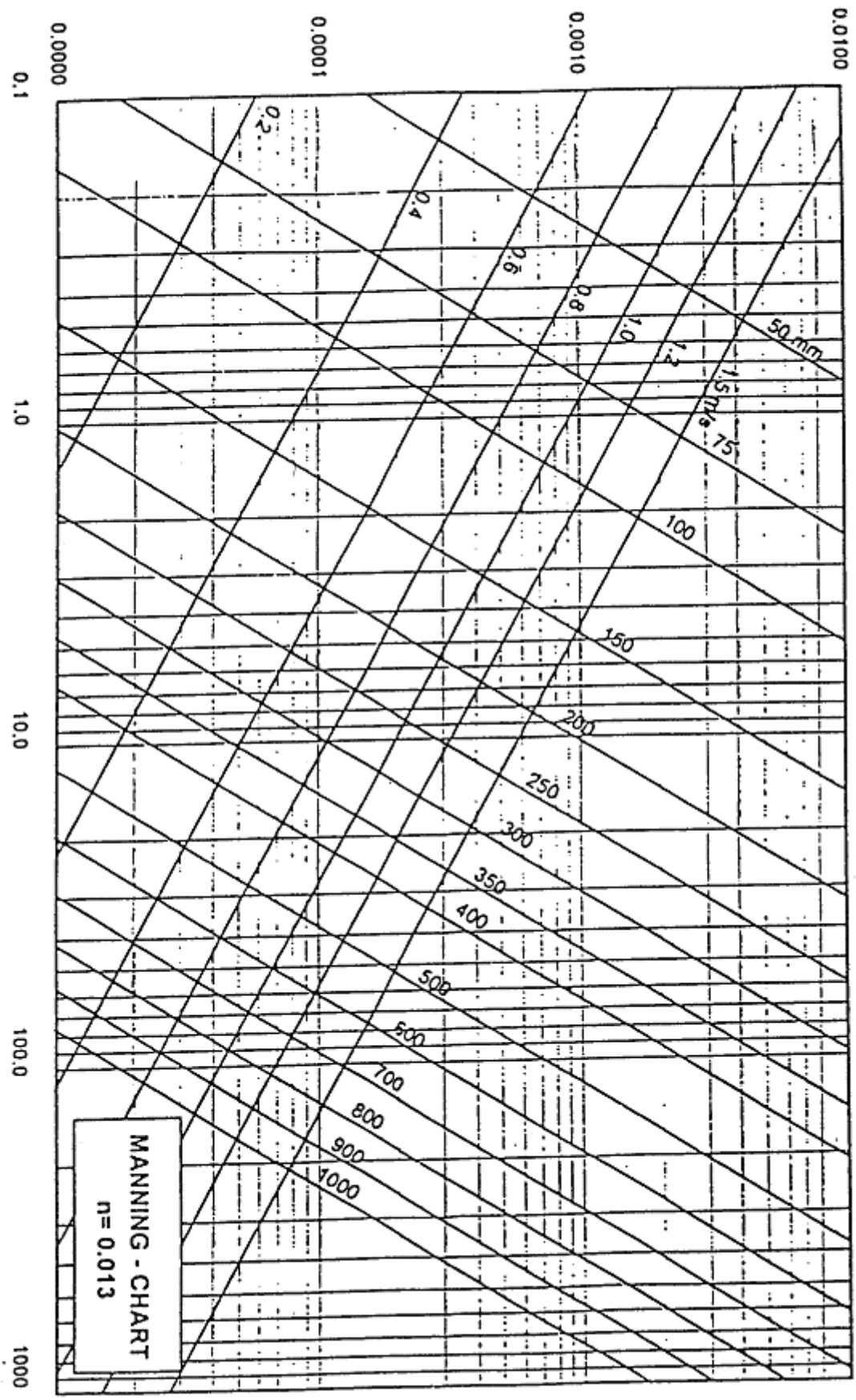
كما يمكن استخدام المنحنيات التصميمية لتحديد عناصر التصميم الهيدروليكى كما يلى:

الشكل رقم (٥-١) عناصر التصميم الهيدروليكى طبقا لمعادلة هازن وليامز.

والشكل رقم (٥-٢) عناصر التصميم الهيدروليكى طبقا لمعادلة لمانينح.



شكل رقم (٥-١) منحنيات هازن وليامز لخطوط المواسير



شكل رقم (٥-٢) المنحنيات الخاصة بمعادلة مانتج

جدول (٥-٤)

قيم معامل الاحتكاك (n) فى معادلة مانىج

(f) فى معادلة دارسى

نوع الماسورة	معامل الاحتكاك (f) معادلة دراسى	معامل الاحتكاك (n) معادلة مانىج
١- اسبستوس اسمنتى	٠.٠٠١ – ٠.٠١	٠.٠١١ -٠.٠١٥
٢- مواسير زهر		
• غير مبطنة	٠.٠٠٨٥	–
• مبطنة بالاسفلت	٠.٠٠٠٤	–
• مبطنة بمونة الاسمنت	٠.٠٠١-٠.٠١	٠.٠١١-٠.٠١٥
٣- مواسير خرسانية	٠.٠٠١-٠.٠١	٠.٠١١-٠.٠١٥
٤- مواسير بلاستيك	٠.٠١	٠.٠١١-٠.٠١٥
٥- مواسير فخار	٠.٠٠١-٠.٠١	٠.٠١١-٠.٠١٥

٥-٥ تقسم المدينة الى مناطق صرف

نظرا لان مواسير شبكة الصرف الصحى توضع بميل يسمح بجريان الماء فيها بالانحدار الطبيعى فمن البديهى انه فى البلاد المسطحة نسبيا يزيد عمق الماسورة كلما زاد طولها. المر الذى يزيد التكاليف الانشائية ويمثل خطر على المنشآت المجاورة للخندق الذى توضع فيه الماسورة. لذلك يتحتم تقسيم المدينة الى مناطق متعددة على ان تؤدى شبكة الصرف فى كل منطقة الى محطة رفع خاصة بالمنطقة – هذه المحطة ترعف المخلفات السائلة الى المجمع الرئيسى الذى يصل الى محطة الطلمبات الرئيسية وهذا يسمى (Sectional System) اى الصرف مع التقسيم الى مناطق.

٥-٦ خطوات تصميم قطاعات المواسير لشبكة الإنحدار

بعد تقدير كمية المخلفات التى تمر فى كل فرع من فروع شبكة الصرف الصحى وكذلك تقدير التغيرات فى هذه الكمية من وقت لآخر. يمكن تصميم المواسير وذلك مع مراعاة الشروط الآتية:

١. تصميم مواسير الصرف بحيث لا تكون ممتلئة القطاع بل بحيث يكون ارتفاع الماء فيها كالآتى:

حوالى ثلث القطر عند مرور ادنى تصرف جاف.

حوالى نصف القطر عند مرور اقصى تصرف جاف.

حوالى ثلاثة أرباع القطر عند مرور أقصى تصرف ممطر للمواسير الكبيرة التى يزيد قطرها عن سبعين سنتيمترا.

القطر الكامل تقريبا عند مرور أقصى تصرف ممطر للمواسير التى يقل قطرها عن سبعين سنتيمترا.

٢. يجب أن تكون السرعة فى مواسير الصرف كافية لمنع رسوب المواد العالقة فى قاع الماسورة. وهى ما تسمى (Self-Cleaning Velocity) وقد وجد أن هذه السرعة يجب ألا تقل عن ٦٠ سنتيمترا فى الثانية، عندما يكون التصرف فى الماسورة مساويا للتصرف المتوسط فى اليوم بينما فى حالة أقصى تصرف جاف يجب ألا تقل السرعة عن ٧٥ سنتيمترا فى الثانية.

أما فى حالة أدنى تصرف فيسمح بهبوط السرعة حتى ٤٥ أو ٥٠ سنتيمترا فى الثانية، وذلك لان المياه عندئذ تكون خالية نسبيا من المواد العالقة نظرا لان هذا التصرف يحدث عادة فى ساعات الليل حيث يكون مصدر اغلب المياه فى الماسورة هو مياه الرشح.

وبذلك نضمن عدم حدوث اى ترسيب فى جميع الحالات.

والجدول رقم (٥-٥) يبين مساحة القطاع المائى ونصف القطر الهيدروليكى والسرعة والتصرف عند مرور الماء فى قطاع دائرى على اعماق مختلفة.

جدول رقم (٥-٥)

العلاقات الهيدروليكية فى تصميم خطوط مواسير الإنحدار

عمق الماء	المساحة	نصف القطر الهيدروليكى	السرعة	التصرف
١/٤ ق	٠.١٥٣ م^{٢}	٠.١٤٦ ق	٠.٧٠ م/ث	٠.١٣٧ ص
١/٣ ق	٠.٢٦٦ م^{٢}	٠.١٨٤ ق	٠.٨٢ م/ث	٠.٢٣٥ ص
٢/٣ ق	٠.٣٩٢ م^{٢}	٠.٢٥٠ ق	١.٠٠ م/ث	٠.٥٠ ص
٢/٣ ق	٠.٥٦٠ م^{٢}	٠.٢٥٠ ق	١.١١ م/ث	٠.٧٩ ص
٢/٤ ق	٠.٨٧٤ م^{٢}	٠.٣٤١ ق	١.٣٤ م/ث	٠.٩١٢ ص
ق	٠.٧٨٤ م^{٢}	٠.٢٥٠ ق	س	ص

حيث:

ق: قطر الماسورة (مم)

س = سرعة الماء عند امتلاء الماسورة (م/ث)

ص = التصرف عند امتلاء الماسورة (لتر/ث)

٣. يجب ألا تزيد سرعة المياه عن السرعة المتلفة (Destructive Velocity) وقيمتها تتوقف على مادة تصنيع الماسورة ويفضل عادة ألا تتجاوز السرعة فى الماسورة عن متر ونصف فى الثانية.

٤. اقل قطر ممكن لماسورة الصرف هو ١٥٠مم (ويفضل احيانا ١٧٥مم أو ٢٠٠مم) وذلك منعا لاحتمال إنسدادها بما قد تحمله من مواد صلبة كبيرة الحجم.

ويتم تصميم قطاع الماسورة اى تعيين القطر والميل بإتباع الخطوات الآتية:

١. يعين التصرف الذى يمر فى الماسورة (أدنى تصرف Q_{min}، التصرف المتوسط Q_{ave} و اقصى تصرف Q_{max}).

٢. بفرض ان ادنى تصرف Q_{min} يمر بحيث يكون ارتفاع الماء فى الماسورة يساوى ثلث القطر وبالرجوع الى جدول رقم (٥-٥)، نجد ان نسبة هذا التصرف الى التصرف عندما يكون القطاع ممتلئ تساوى ١:٠.٢١٥ أى أن التصرف عند امتلاء القطاع = ٤.٢٥ × ادنى تصرف.

٣. بفرض سرعة المياه للقطاع الممتلئ (V_f) تساوى ٨٠-١٠٠ سنتيمترا/ثانية.

تكون مساحة القطاع A= $\frac{Q}{V}$.

ومن ثم يمكن إيجاد القطر – فإذا لم يتواجد هذا القطر فى الأسواق يختار القطر الأكبر منه مباشرة.

٤. بمعرفة القطر (D) الذى وقع عليه الاختيار عند امتلاء القطاع تساوى $\frac{4Q}{\pi D^2}$ ويمكن ايجاد الميل S الذى توضع عليه الماسورة وذلك بالتعويض فى احد المعادلات الاتية حيث R=D/4.

(١٤-٥)

(Chezy)	$V = C\sqrt{RS}$
(Manning)	$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$
(Santo Crimo)	$V = 83R^{2/3} S^{1/2}$
(William-Hazen)	$V = 1.318CR^{0.63} S^{0.54}$

حيث:

V= السرعة بالمتر/ ثانية

R = نصف القطر الهيدروليكى بالمتر

= مساحة قطاع الماسورة الممتلئ بالماء

مساحة محيط الماسورة المبلول بالماء

S = ميل الماسورة – ويساوى كذلك معدل الفاقد فى الاحتكاك

C = معامل ثابت يتوقف على نوع الماسورة ويعطى كاتر (Kutter) قيمة لهذا الثابت بالمعادلة الآتية:

(١٥-٥)

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.0055}{S}}{1 + 23 + \frac{0.0055}{S}\frac{n}{\sqrt{R}}}$$

حيث:

n = ثابت يتوقف على مادة تصنيع الماسورة

٠.٠٠٨ ⟵ ٠.١٠ للخشب الممسوح جيدا

٠.٠١٠ ⟵ ٠.١٢ للمواسير المبطنة بالاسمنت

٠.٠١٢ ⟵ ٠.٠١٤ للخشب الغير ممسوح

٠.٠١٠ ⟵ ٠.٠١٣ للمواسير الخرسانية

٠.٠١٢ ⟵ ٠.٠١٥ للمواسير الفخار المزجج

٠.٠١٥ ⟵ ٠.٠١٧ للمواسير المبنية بالطوب أو الدبش

٥- يستعمل والمنحنى فى الشكل (٥-٣) يوضح العناصر الهيدروليكية لمواسير الإنحدار الغير ممتلئة وذلك لحساب السرعة عند التصرفات المختلفة التى تتواجد فى الماسورة ويبين كل منهم المساحة النسبية والسرعة النسبية والتصرف النسبى للمواسير المستديرة عند وجود الماء على اعماق مختلفة فى ماسورة الصرف.

اى يبين العلاقة بين $\frac{d}{D},\frac{q}{V}$ وكذلك العلاقة بين $\frac{d}{D},\frac{q}{Q}$

حيث:

a = المساحة عند مرور الماء بعمق قدره d

A = المساحة الكلية للماسورة

أما فى حالة أدنى تصرف فيسمح بهبوط السرعة حتى ٤٥أو٥٠ سنتيمترا فى الثانية، وذلك لان المياه عندئذ تكون خالية نسبيا من المواد العالقة نظرا لان هذا التصرف يحدث عادة فى ساعات الليل حيث يكون مصدر اغلب المياه فى الماسورة هو مياه الرشح. وبذلك نضمن عدم حدوث اى ترسيب فى جميع الحالات. ويمكن استخدام المنحنى الموضح بالشكل السابق ذكره رقم (٥-٣) لتحديد اقصى وادنى سرعة طبقا للتصرف فى كل حالة.

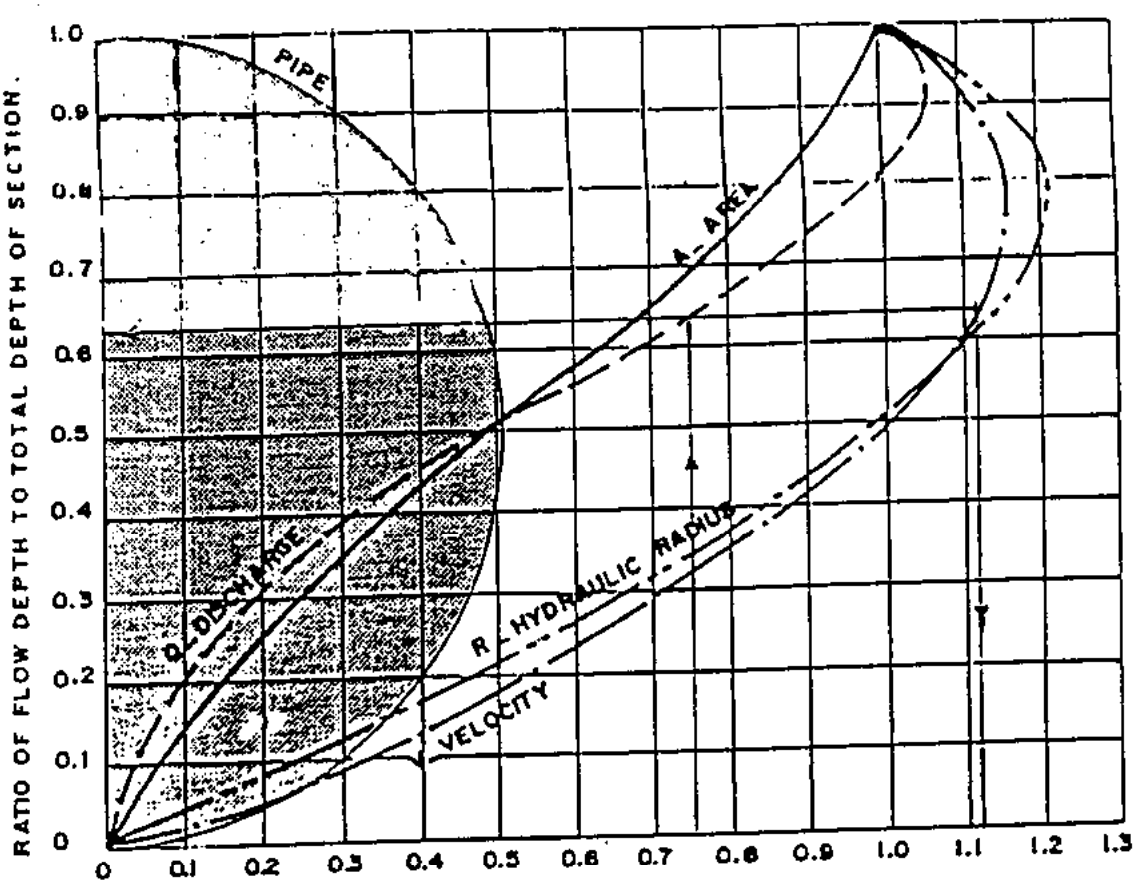
٦- يتغير أقل ميل للماسورة حسب قطرها. ويوضح جدول رقم (٥-٦) أقل ميل مسموح به للماسورة.

جدول رقم (٥-٦)

العلاقة بين قطر الماسورة وأدنى ميل لخط المواسير

قطر الماسورة (مم)		اقل ميل للماسورة (م/م)
بوصة	مم	
٧	١٧٥	٥
٨	٢٠٠	٤
٩	٢٢٥	٣.٥
١٠	٢٥٠	٣.٢٥
١٢	٣٠٠	٣.٠
١٥	٣٧٥	٢.٧٥
١٨	٤٥٠	٢.٥
٢٠	٥٠٠	٢.٠
٢٤	٦٠٠	١.٥
٣٢	٨٠٠	٠.١
٤٠	١٠٠٠	٠.٨
٤٨	١٢٠٠	٠.٦
٦٠	١٥٠٠	٠.٤

ويمكن استخدام الجداول الملحقة من هذا الكتاب وذلك لتصميم مواسير تجميع مياه الصرف الصحى بالانحدار مباشرة بعد معرفة التصرف المملوء والميل الاقتصادى.



RATIO OF HYDRAULIC ELEMENTS OF THE FILLED SECTION TO THOSE OF THE FULL SECTION.

$$\frac{V}{V_{full}}, \frac{Q}{Q_{full}}, \frac{A}{A_{full}} \& \frac{R}{R_{full}}$$

EXAMPLE (1)

$$\frac{Q_{max}}{Q_{full}} = 0.75 \rightarrow \frac{V_{max}}{V_{full}} = 1.12 , \frac{D_{max}}{D_{full}} = 0.83$$

EXAMPLE (2)

$$\frac{Q_{min}}{Q_{full}} = 0.20 \rightarrow \frac{V_{min}}{V_{full}} = 0.73 , \frac{D_{min}}{D_{full}} = 0.51$$

الشكل (٥-٣) العناصر الهيدروليكية لمواسير الإنحدار الغير ممتلئة فى القطاع الدائرى

٥-٧ اعتبارات التصميم لخطوط مواسير الإنحدار

٥-٧-١ قطر الماسورة:

يتم اختيار قطر ماسورة الصرف الصحى بحيث تستوعب اقصى تصرف (Design peak flow)، على ان تكون الماسورة مملوءة جزئيا حتى لا يحدث تحلل لاهوائى، وتتراوح نسبة الامتلاء من ٠.٥ الى ٠.٨ من تصرف الامتلاء.

ومن واقع الخبرة العملية فان نسبة الامتلاء تتغير تبعا لقطر الماسورة كما هو موضح بالجدول رقم (٥-٧)

جدول رقم (٥-٧)

العلاقة بين نسبة الامتلاء وقطر ماسورة الصرف الصحى

قطر الماسورة (مم)	نسبة الامتلاء
١٧٥، ٢٢٥، ٢٥٠	٠.٥
٣٠٠، ٣٧٥، ٤٥٠، ٦٠٠	٠.٦٧
٨٠٠ وأكبر	٠.٨

ولا يجب ان يقل قطر ماسورة الصرف الصحى عن ١٧٥مم للوصلات المنزلية الصغيرة، وذلك منعا لاحتمال سددها بما قد تحمله من مواد صلبة كبيرة.

٥-٧-٢ معامل الاحتكاك

يفضل استعمال معامل احتكاك (n) = ٠.٠١٣ بحيث يغطى كل أنواع المواسير.

٥-٧-٣ السرعة فى مواسير الصرف

يجب ان تكون سرعة سريان المياه فى مواسير الصرف كافية لمنع رسوب المواد العالقة فى قاع الماسورة. وتسمى هذه السرعة سرعة النظيف الذاتى (Self-cleaning velocity). وقد وجد انها ألا تقل عن ٦٠ سنتيمترا فى الثانية، عندما يكون التصرف فى الماسورة مساويا للتصرف المتوسط فى اليوم، بينما فى حالة اقصى تصرف جاف الا تقل السرعة عن ٧٥ سنتيمترا فى الثانية. ويوضح الجدول رقم (٥-٨) العلاقة بين السرعة النسبية والتصرف النسبى للمواسير المستديرة.

جدول رقم (٥-٨)

العلاقة بين السرعة النسبية والتصرف النسبى للمواسير دائرية الشكل

عمق الماء قطر الماسورة	المساحة النسبية a/A	نصف القطر الايدروليكى r/R	السرعة النسبية v/V	التصرف النسبى q/Q
٠.٠١	٠.٠٠١٧	٠.٠٢٦٥	٠.٠٨٩	٠.٠٠٠٥
٠.٠٢	٠.٠٠٤٨	٠.٠٥٢٨	٠.١٤٠٨	٠.٠٠٠٧
٠.٠٥	٠.٠١٨٧	٠.١٣٠٢	٠.٢٥٦٩	٠.٠٠٤٧
٠.١	٠.٠٢٥٠	٠.٢٤٥١	٠.٤٠١٢	٠.٠٢٠٩
٠.١٧	٠.١١٢٧	٠.٤١٦٧	٠.٥٥٧٨	٠.٠٢٦٩
٠.٢	٠.١٤٢٤	٠.٤٨٢٤	٠.٦١٥١	٠.٠٨٧٦
٠.٣٠	٠.٢٥٢٣	٠.٦٨٣٨	٠.٧٧٦١	٠.١٩٥٨
٠.٣٣	٠.٢٨٧٨	٠.٧٣٧٨	٠.٧١٧٢	٠.٢٣٥٢
٠.٣٥	٠.٣١١٩	٠.٧٧٤٠	٠.٨٤٣٠	٠.٢٦٢٩
٠.٤٠	٠.٣٧٣٥	٠.٨٥٦٩	٠.٩٠٢٢	٠.٣٣٧٠
٠.٥٠	٠.٥٠٠٠	١.٠٠٠٠	٠.٠٠٠٠	٠.٥٠٠٠
٠.٦٠	٠.٦٢٦٥	١.٦١٠٦	١.٧٠٢٤	٠.٦٧١٨
٠.٦٧	٠.٧١٢٢	١.١٦١٧	١.١٠٨٣	٠.٧٨٩٣
٠.٧٠	٠.٧٤٧٧	١.٠١٨٤٩	١.١١٩٨	٠.٤٣٧٢
٠.٨٠	٠.٨٥٧٦	١.٢١٦٨	١.١٣٩٧	٠٩٧٧٥
٠.٨١	٠.٨١٧٧	١.٢١٧٢	١.١٤٠٠	٠.٩٨٩٢
٠.٨٥	٠.٩٠٥٩	١.٢١٣١	١.١١٢٧٤	١.٠٣١٤
٠.٩٠	٠.٩٤٨٠	١.١٩٢١	١.١٢٤٣	١.٠٦٥٨
٠.٩٤	٠.٩٧٥٥	١.١٥٧٩	١.١٠٢٧	١.٠٧٥٧
٠.٩٥	٠.٩٨١٣	١.١٤٥٨	١.٠٩٥٠	١.٠٧٤٥
١.٠٠	١.٠٠٠٠	١.٠٠٠٠	١.٠٠٠٠	١.٠٠٠٠

جدول رقم (٥-٩)

العلاقة بين ادنى انحدار وقطر خط مواسير الصرف الصحى

القطر بالبوصة	مياه صرف صحى خام سرعة ٧٥سم/ثانية		مياه صرف صحى معالجة ٦٠ سم/ثانية
	ماسورة خرف أو أسمنتية	ماسورة زهر	ماسورة خزف أو أسمنتية
٥	١١٠:١	٩٠:٩	١٨٥:١
٦	١٥٠:١	١٢٢:١	٢٤٠:١
٧	١٩٠:١	١٥٥:١	٢٩٥:١
٩	٢٦٥:١	٢١٥:١	٤١٥:١
١٢	٨٥:١٣	٣١٥:١	٦١٠:١
١٥	٥٢٠:١	٤٢٠:١	٨٢٠:١
١٨	٦٦٠:١	٥٣٥:١	١٠٥٠:١
٢٤	٩٧٠:١	٨٠٠:١	١٥٠٠:١
٢٧	١١٠٠:١	٩٠٠:١	١٨٠٠:١
٢٠	١٣٠٠:١	١٠٦٠:١	٢٠٥٠:١
٣٣	١٥٠٠:١	١٢٣٠:١	٣٢٥٠:١
٣٦	١٦٥٠:١	١٣٤٠:١	٢٦٠٠:١
٣٩	١٨٥٠:١	١٥٠٠:١	٧٩٠٠:١
٤٢	٢٠٥٠:١	١٦٧٠:١	٣٢٠٠:١
٤٥	٢٢٥٠:١	١٨٣٠:١	٣٥٠٠:١

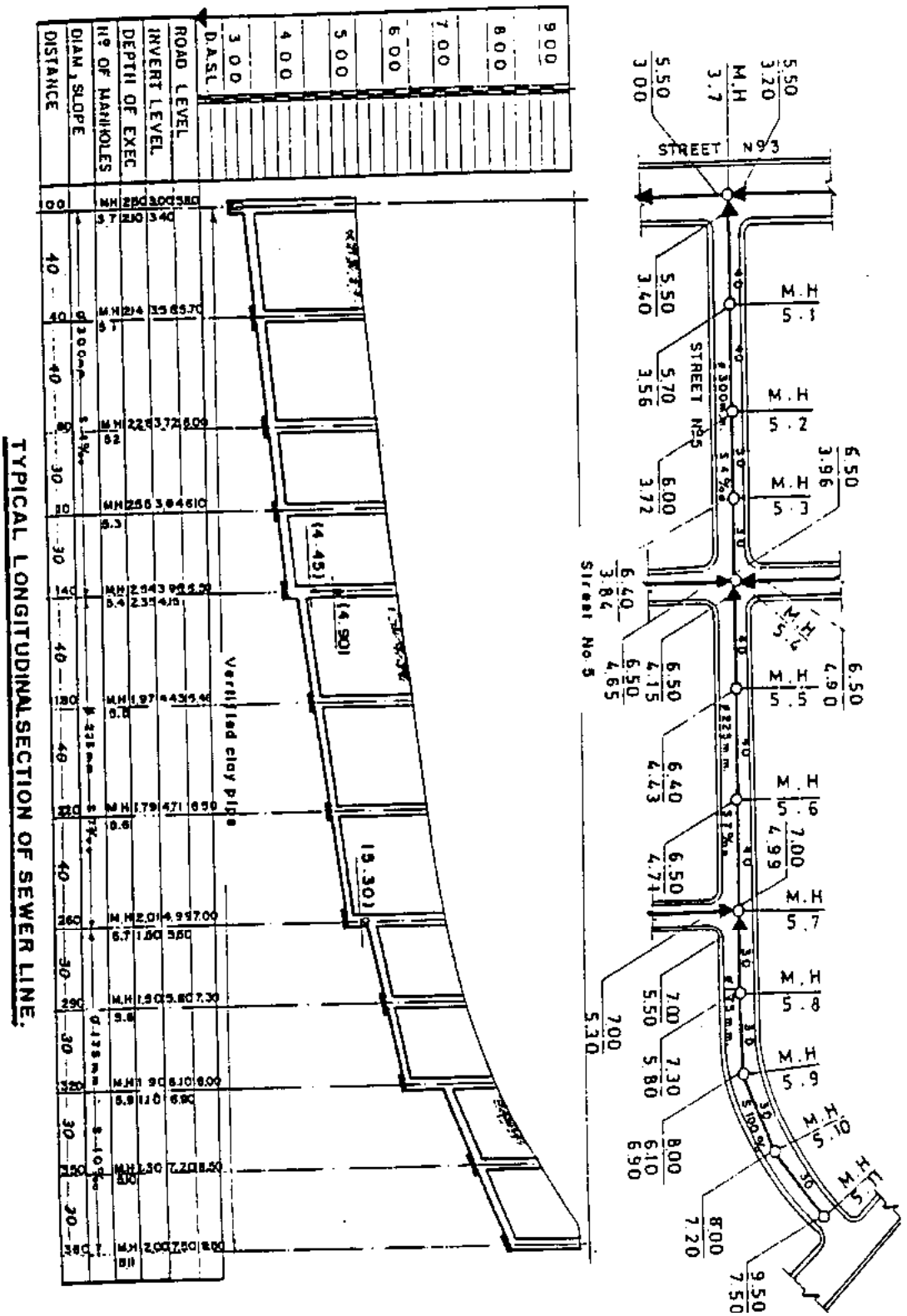
كما يبين الجدول رقم (٥-٩) اقل انحدار توضع عليه المواسير بحيث يتوفر شرط عدم هبوط السرعة عن الحدود المقررة.

وبعد تحديد قيمة التصرف عند امتلاء الماسورة بحوالى ٤.٢٥× أدنى تصرف. فأن تصميم ماسورة الصرف الصحى هو فى الواقع تطبيق القوانين السابقة على ماسورة دائرية ممتلئة ولكن ليست تحت ضغط، هذه القوانين تحتوى على خمسة متغيرات S-n-D-V-Q إذا علم ثلاثة منها أمكن معرفة الاثنان الباقيان، الا فى حالة معرفة D-V-Q فلا يمكن تحديد قيمة S-n.

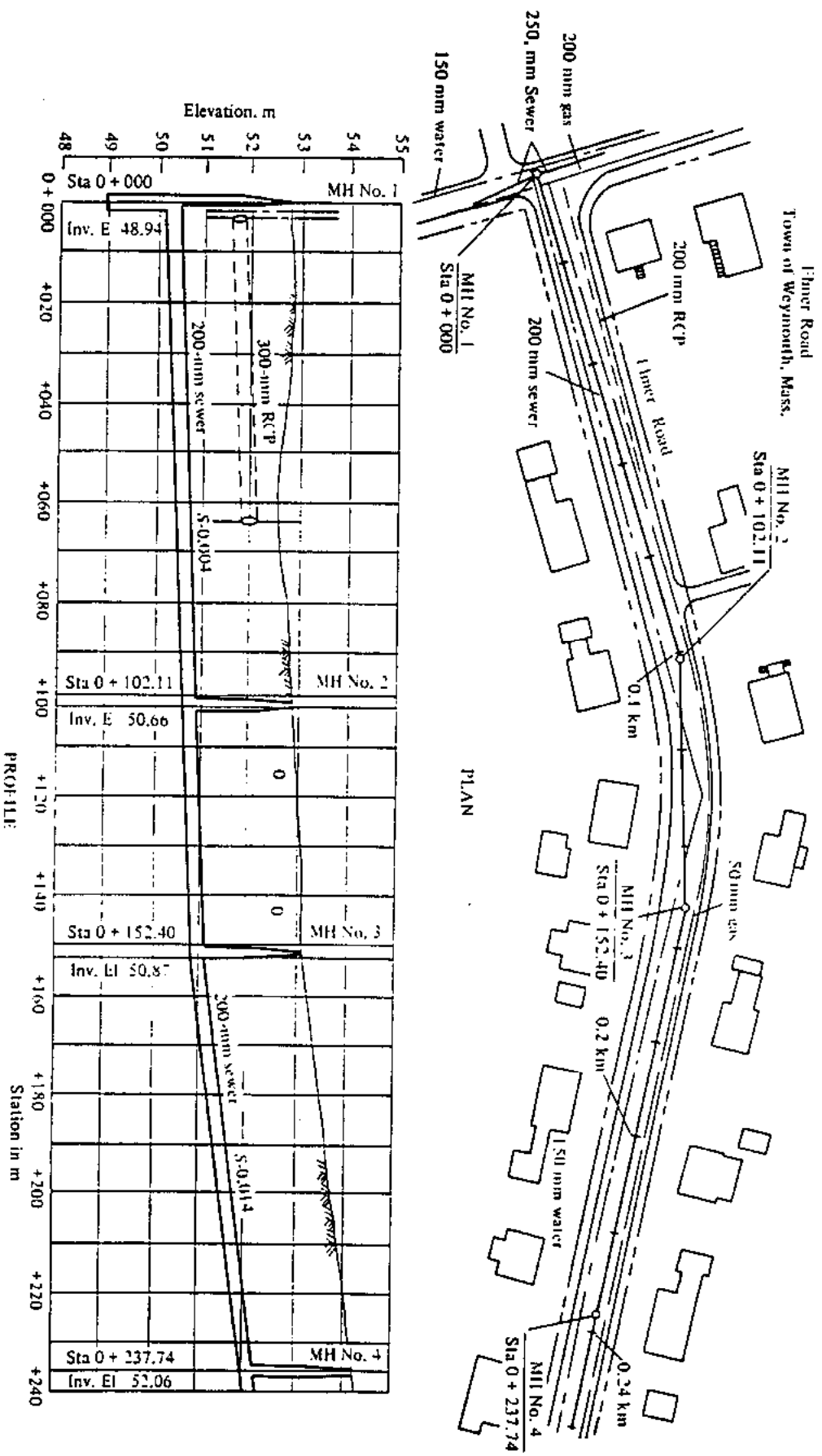
٥-٧-٤ القطاعات الطولية لمواسير الانحدار

بعد اتمام تصميم مختلف مواسير شبكة تجميع مياه الصرف الصحى بالانحدار الطبيعى، أى تعين القطر والميل، ترسم قطاعات طولية لخطوط المواسير المختلفة، كالمبين بالشكلين رقم (٥-٤)، (٥-٥) وتوضح عليها البيانات الآتية:

أ - منسوب الارض الطبيعية او منسوب اعلى الرصف.
ب – منسوب قاع الماسورة.
ج - عمق الحفر حتى قاع خندق الماسورة.
د - ميل الماسورة.
هـ - نوع مادة الماسورة.
و - اماكن تقاطع المواسير حيث تنشأ المطابق.
ز - اماكن المطابق وارقامها.
ح - مواقع المنشآت المقامة على الخط.
ط - مواقع عبور العوائق المختلفة (سكك حديدية – مجارى مائية – ترع ومصارف – طرق رئيسية).
ك - توصيلات المبانى المختلفة على خطوط المواسير.
ل - اساسات المواسير ومناسيبها.



شكل رقم (٥-٤) قطاع طولى لخطوط مواسير الإنحدار لشبكات الصرف الصحى نموذج رقم (١)



شكل رقم (٥-٤) يوضح قطاع طولى لخطوط مواسير الإنحدار لشبكات الصرف الصحى نموذج (٢)

الفصل السادس

أنواع مواسير شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

٦-١ مقدمة

هناك بعض العوامل التى يجب ان تؤخذ فى الاعتبار عند اختيار نوع المواسير المستخدمة فى شبكات تجميع مياه الصرف الصحى ويمكن ذكر هذه العوامل كما يلى:

١. خواص مياه الصرف الصحى التى تحملها المواسير.
٢. العمر الافتراضى لنوع المواسير وعلاقته بالفترة التصميمية للمشروع .
٣. مدى مقاومة المواسير للنحر نتيجة السرعات العالية للتصرفات الواردة.
٤. التآكل نتيجة الاحماض المتواجدة داخل المواسير وخاصة فى الجزء العلوى الداخلى.
٥. السهولة فى النقل والمناولة والتركيب وتحمل المواسير للأحمال المؤثرة عليها داخليا وخارجيا.
٦. نوع الوصلات المستخدمة لهذا النوع وسهولة تركيبها.
٧. مسامية مادة المواسير.
٨. الأقطار والنوعية المتاحة.
٩. أسعار المواسير.

ومن الصعب ان تتوافر جميع الاحتياجات فى نوع من أنواع المواسير المختلفة ولذلك فانه يتم اختيار انسب هذه الأنواع طبقا لظروف كل مدينة ومنطقة .

وعموما فان انسب انواع المواسير لشبكات الأنحدار الطبيعى والتى تستخدم فى تجميع مياه الصرف الصحى هى مواسير الفخار المزجج، والبلاستيك، والالياف الزجاجية (الفيبر جلاس)، والمواسير الخرسانية. وسنتناول فيما يلى هذه الانواع الاربعة مع تلخيص مميزات وعيوب كل نوع منها.

٦-٢ مواسير الفخار المزجج Vitrified Clay Prpes

يعتبر هذا النوع من المواسير من أفضل الأنواع لخطوط الإنحدار وهو منتج فى مصر – سهل التصنيع وينتج حاليا حتى قطر ١٢٥٠مم فائق الجودة توجد خاماته بوفرة فى مصر وتخضع للمواصفات المصرية رقم ٥٦ لسنة ١٩٨٦.

وهذا النوع من المواسير يصنع من خليط متجانس من الطين المحروق فى درجة حرارة لا تقل عن ١١٠٠ درجة مئوية، وهى مزججة من الداخل والخارج بطبقة شبيهة بالزجاج ويتم ذلك بغمسة فى محلول كلوريد الصوديوم قبل عملية الحرق الكاملة. وينتج هذا النوع من المواسير باطوال تتراوح من ١.٠٠ متر الى ٢.٠٠ متر وباقطار تتراوح من ١٥٠ مم الى ١٢٥٠ مم.

٦-٢-١ مميزات مواسير الفخار المزجج

١. لها مقاومة عالية للتآكل والبرى.
٢. ذات مقاومة عالية للاحماض والكيماويات (باستثناء حمض الهيدروفولريك).
٣. مصممة للتركيب باستخدام وصلات مرنة او بحبل الكتان والمونة الاسمنتية.
٤. تتميز بنعومة سطحها الداخلى.
٥. لا تتأثر بالعوامل الجوية او الارضية او التيارات الكهربائية الشاردة.
٦. العمر الافتراضى للمواسير طويل يصل الى ٦٠ او ٧٠ عاما.
٧. ارخص انواع المواسير لان الخامات متوفرة فى مصر.

٦-٢-٢ عيوب مواسير الفخار المزجج:

١. مقاومتها ضعيفة للصدمات.
٢. تحتاج الى عناية خاصة عند مناولتها وتركيبها نظرا لسهولة كسرها.
٣. ذات مسامية عالية لذلك لا ينصح باستخدامها فى المناطق التى يرتفع بها منسوب المياه الجوفية.
٤. لا يزيد طول الماسورة من هذا النوع عن مترين فقط، وبالتالى فسوف تحتاج الخطوط الى عدد كبير من المواسير مما يستغرق وقتا كبيرا فى الانشاء.

٦-٢-٣ أنواع الوصلات بين مواسير الفخار المزجج

تنتج مواسير الفخار المزجج برأس وذيل، وبأطوال ١، ١.٥، ٢ متر، وباقطار من ١٥٠ مم حتى ١٢٥٠ مم ، وتكون وصلاتها كما يلى:

٦-٢-٣-١ مواسير الفخار ذات الوصلة المرنة

الوصلة المرنة هى وسيلة اتصال بين المواسير مصنعة من مادة البوليمرات (البلاستيك) مثبتة بين ذيل الماسورة ورأس الماسورة التالية لها وتساعد على تحقيق المرونة فى خط المواسير لمواجهة احتمالات الهبوط فى التربة على طول مساره.

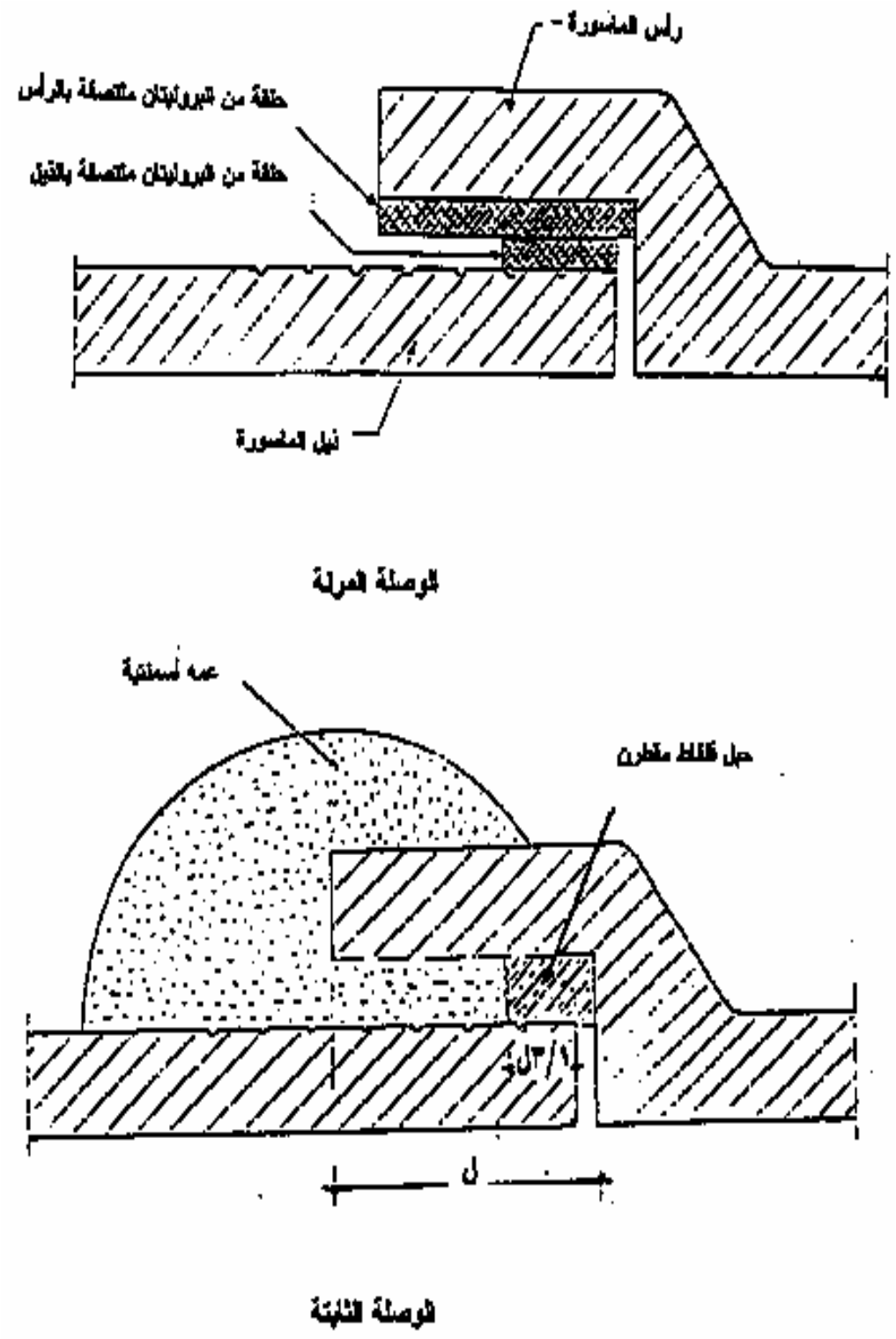
والوصلة المرنة لمواسيرالفخارأى وصلة رأس وذيل مزودة بحلقة أو بحلقات من الكاوتش (أو البلاستيك) وكما هو موضح بالشكل رقم (٦-١).

٦-٢-٣-٢ تركيب المواسير الفخار ذات الوصلة الثابتة:

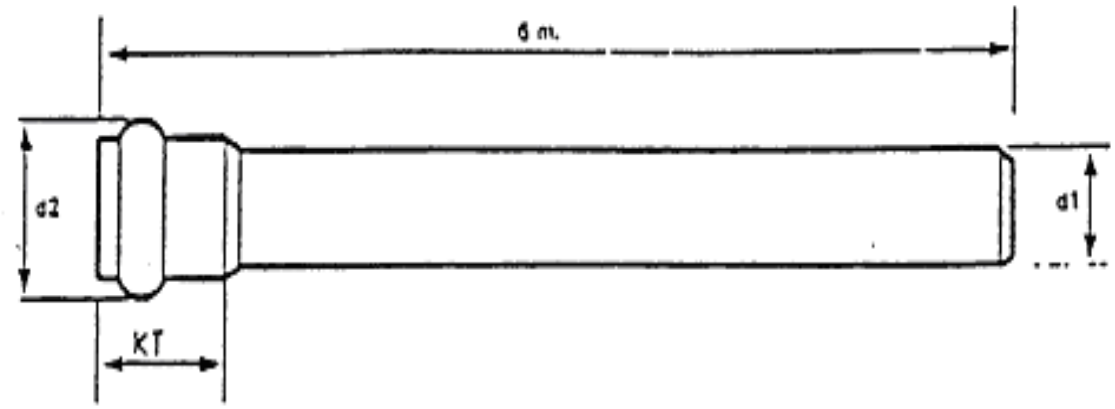
يتم توصيل المواسير بان يدخل ذيل الماسورة فى راس الماسورة التالية، وذلك بعد ان توضع حلقة من حبل الكتان المشبع بالاسمنت اللبانى فى الفراغ بين الذيل والرأس. ثم يتم الدك جيدا، ويملأ الفراغ الباقى بمونة اسمنت ورمل بنسبة ١:١.

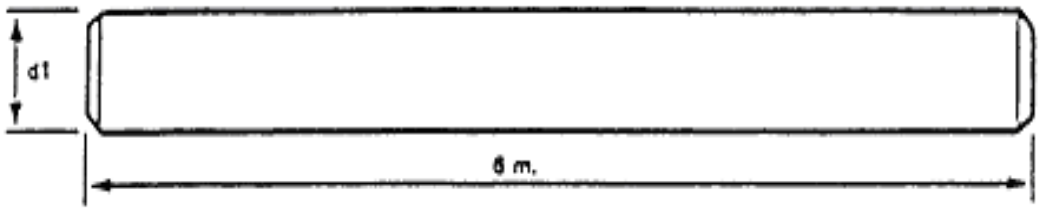
يتم تركيب المواسير الفخار ذات اللحام بمونة الاسمنت والرمل ان تلحم المواسير بخلطة (مونة) من الرمل والاسمنت بنسبة ٦٠٠كجم اسمنت لك متر مكعب رمل مع استعمال حبل القلفاط المقطرن (اسطبة مقطرنة) ومراعاة وضع رأس الماسورة فى عكس اتجاه سير المياه وتغطية اللحام حول الرأس والذيل بنفس المونة على شكل كروى بنصف قطر يساوى طول الرأس ومحددة بنهاية الرأس كاملا طبقا للمواصفات، وكما هو موضح بالشكل رقم (٦-٢).

كما يجب التحقق من خلو المواسير من العوائق وذلك بتمرير بلف معدنى ذو دليل للتحقق من مرور المياه داخلها بدون عائق ويتم تمرير البلف بين كل مطبقين من كلتا الجهتين بعد نهو تركيب المواسير للفرعة وعلى ان يكون قطر البلف اقل مقدار ٥ سم عن قطر الماسورة.

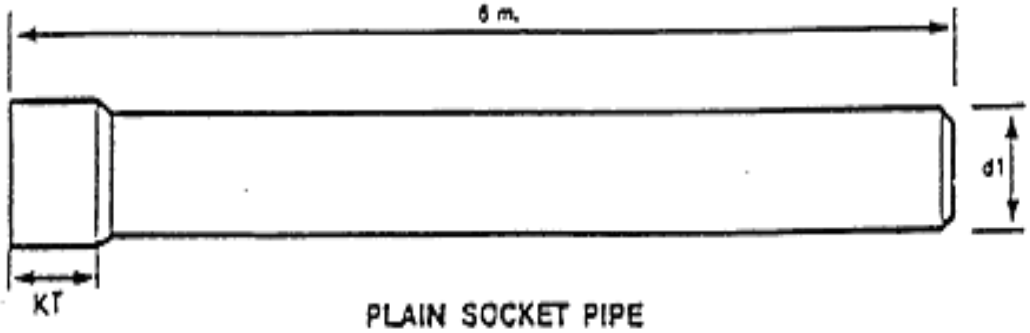


الشكل رقم (٦-١) الوصلة المرنة والوصلة الثابتة لمواسير الفخار المزجج.





PLAIN ENDED PIPE



PLAIN SOCKET PIPE

الشكل رقم (٦-٢) أشكال المواسير البلاستيك

وتمتاز هذه الوصلة بما يلى:

أ. ضمان استقامة محاور المواسير المتتابعة.

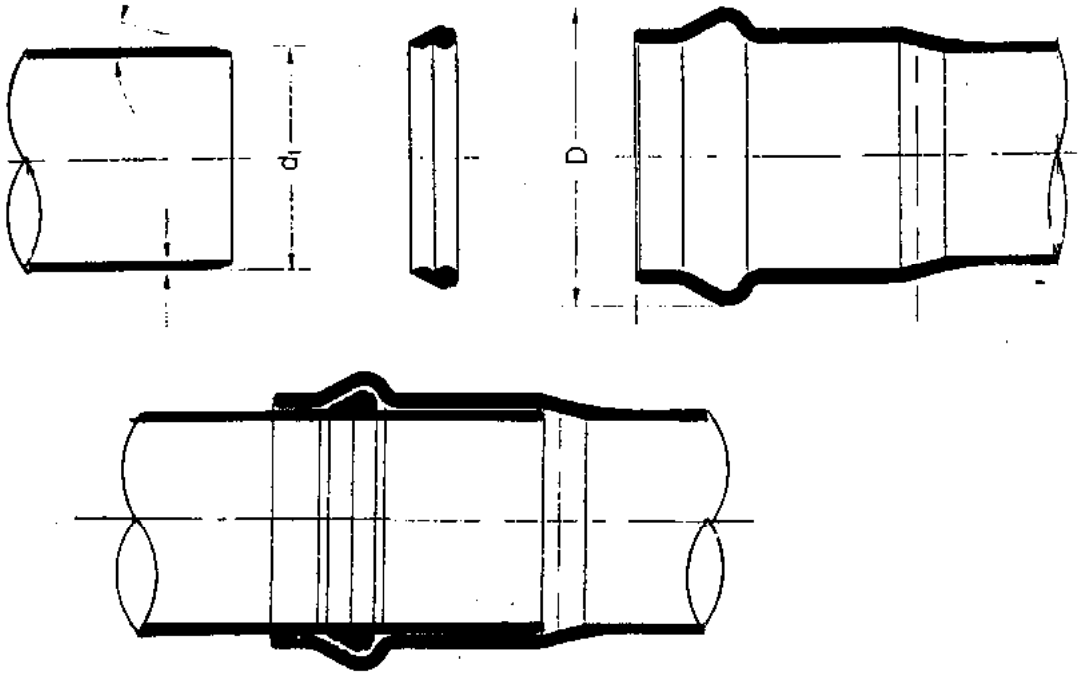
ب. منع تسرب مونة الاسمنت والرمل الى داخل الماسورة.

ج. ثبات المواسير فى موضعها وعدم هبوطها او تلف لحاماتها قبل جفاف الاسمنت.

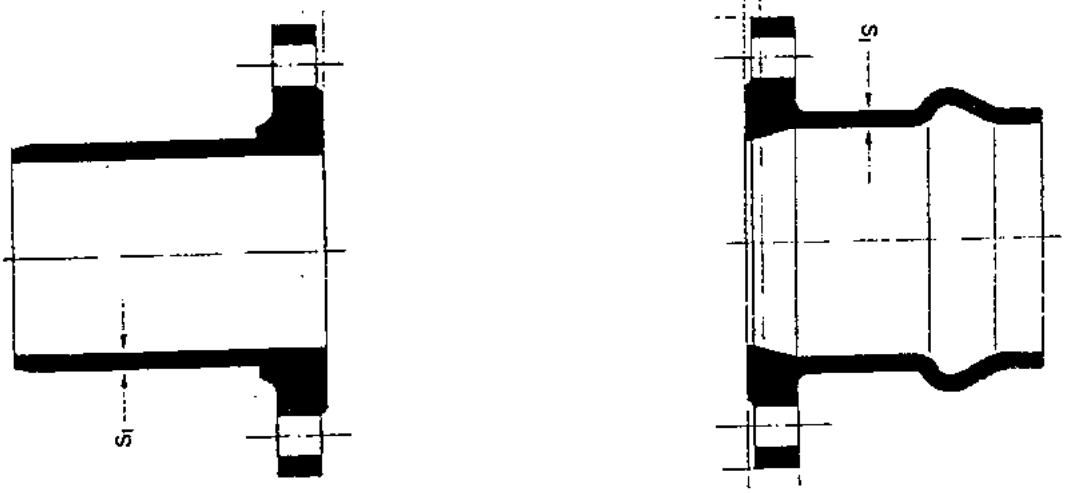
اما عيوب الوصلة فتتمثل فى انها صلبة، مما يعرضها للشرخ اذا حدث هبوط فى التربة اسفل الماسورة. لذلك يفضل استبدال مونة الاسمنت والرمل بمادة بيتومينية تسخن حتى درجة ٤٦٠ فهرنهيت (٢٠٥ درجة مئوية)، ثم تصب فى الفراغ الموجود بين الرأس والذيل.

٦-٣ مواسير البلاستيك uPVC

هى مواسير مصنوعة من مادة بولى كلوريد الفينيل غير اللدن وبعض المواد المضافة غير السامة. وينتج هذا النوع من المواسير فى مصر باطوال ٣، ٦، ٩ أمتار، وبأقطار حتى ٤٠٠ مم. ويوضح الشكل رقم (٦-٣أ) و (٦-٣ب) قطع الاتصال المستخدمة فى تركيبها.



مواسير PVC



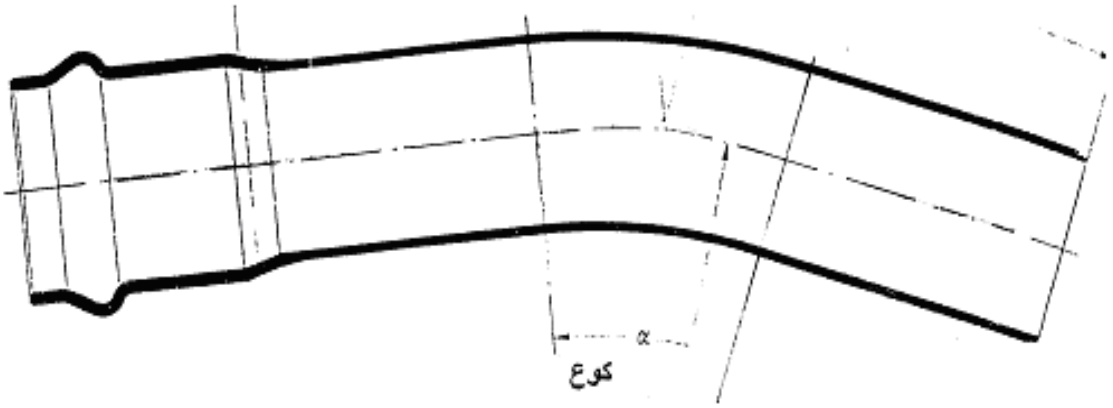
قطعه أتصال وجه ورأس

قطعه أتصال وجه وذيل

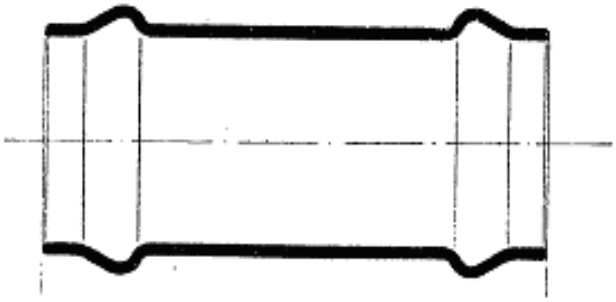
المواسير و القطع الخاصـــه

(بوليفينيل كلورايد)

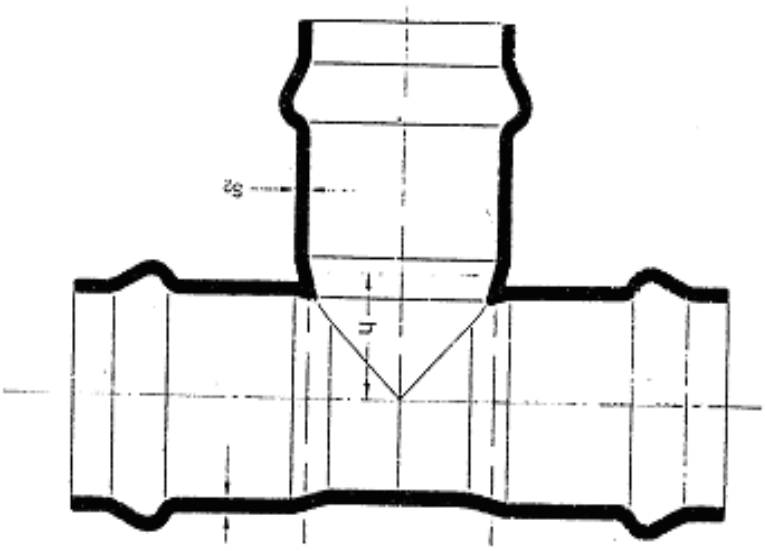
الشكل رقم (٦-٣ أ) قطع الاتصال المستخدمة فى تركيب



كوع



ماتشون



مشترك

القطع الخاصه بالمواسير بوليفينيل كلورايد (مواسير الضغط)

الشكل رقم (٦-٣ ب) قطع الاتصال المستخدمة فى تركيب مواسير البلاستيك

٦-٣-١ مميزات مواسير البلاستيك:

١. خفيفة الوزن.

٢. سهلة التركيب.

٣. قوية التحمل للصدمات.

٤. عديمة التأثير بالاحماض او القلويات او الاملاح.

٥. مقاومة للصدأ.

٦. لا تؤثر فى خواص السوائل المنقولة.

٧. نعومة السطح الداخلى مما يقلل احتمال حدوث ترسب داخلها.

٨. عدم نفاذيتها واحكام وصلاتها مما يقلل من احتمالات وصول مياه الرشح اليها.

٩. مقاومة للحرائق.

٦-٣-٢ عيوب المواسير البلاستيك

تتأثر مواسير البلاستيك بالحرارة الشديدة لذلك لا تستخدم فوق سطح الارض وتحت اشعة الشمس المباشرة، وكذلك لا تستخدم فى نقل السوائل ذات الحرارة الاعلى من ٦٠ درجة مئوية، حيث أن درجة القوة لهذه المواسير تتأثر سلبيا بدرجات الحرارة.

٦-٤ مواسير الالياف الزجاجية (الفيبر جلاس)

هى مواسير مصنوعة من خليط مكون من الاتى:

١. بولى استر، وهى راتنج سائل كمادة لاصقة.

٢. الياف الزجاج المعرفة بالـــ E.Galss، وتستخدم على هيئة خيوط مركبة من شعيرات مستمرة، متوسط قطر الشعيرة حوالى ١٥ ميكرون.

٣. شرائط رقيقة من الياف الزجاج الزجاج المعروفة بالـــC Glass ، مصنوعة من شعيرات دقيقة منسوجة من الزجاج المحتوى على نسبة عالية من أكسيد السليكون (٦٦%)، وتستخدم فى بناء الطبقة الداخلية والخارجية للمواسير.

٤. رمل الكوارتز، ويحتوى على ٩٥% اكسيد سيليكون، ويستخدم فى التصنيع كمادة مالئة، وتختلف نسبة اضافته حسب نوعية المواسير.

ويتم تصنيع هذا النوع من المواسير فى مصر باطوال من ٦ الى ١٢ مترا واقطار من ٢٠٠مم الى ١٨٠٠مم.

وأنواع وصلات مواسير الفيبر جلاس موضحا بالشكل رقم (٦-٤أ) و(٦-٤ب).

٦-٤-١ مميزات مواسير الفيبرجلاس.

ومن مميزات مواسير الفيبر جلاس ما يلى :

١. متانة عالية.

٢. مرونة مناسبة.

٣. نعومة فائقة للسطح الداخلى.

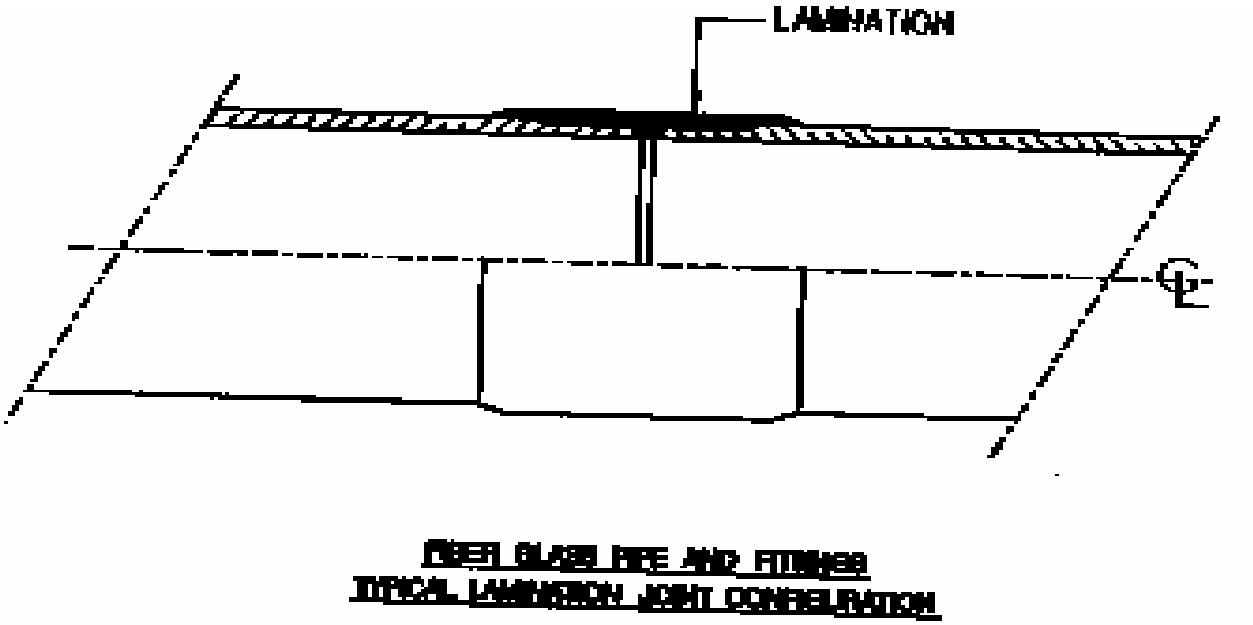
٤. مقاومة عالية لتأثير الاحماض والقلويات والمواد المؤكسدة والأملاح والكيماويات المختلفة.

٥. مقاومة عالية لتأثير اشعة الشمس ودرجات الحرارة حتى ٢٥٠ درجة مئوية.

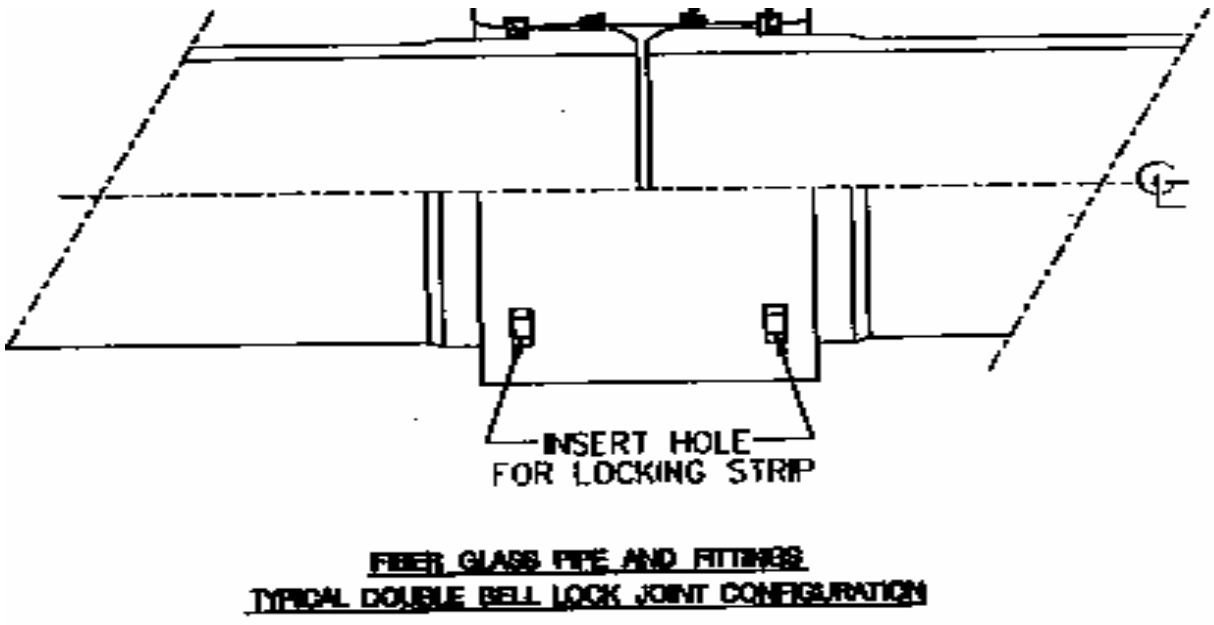
٦. العمر الافتراضى طويل ويصل الى خمسين عاما.

٦-٥ المواسير الخرسانية

تنتج محليا باقطار تبدأ من ٦٠٠مم وتصنع من الخرسانة العادية او الخرسانة المسلحة. وهناك أنواع منها تصنع من الخرسانة المسلحة سابقة الاجهاد. ويستخدم الاسمنت المقاوم للبكتريتات فى صناعة هذه المواسير، كما يتم دهانها من الداخل والخارج بالبيتومين الساخن، او تبطينها بطبقات من البلاستيك.



شكل رقم (٦-٤أ) أنواع وصلات مواسير الفيبر جلاس



شكل رقم (٦-٤ب) أنواع وصلات مواسير الفيبر جلاس

٦-٥-١ مميزات المواسير الخرسانية:

ومن مميزات المواسير الخرسانية ما يلى :

١. تجمع المواسير الخرسانية المسلحة بين المتانة وتحمل اجهادات الشد والضغط.
٢. سطحها الداخلى املس مما يقلل من مقاومة تدفق السوائل.
٣. تلائم اى نوع من الوصلات (رأس وذيل)، (فلانشات – جيبولت)، ويمكن تنفيذ انحراف لخط المواسير خلال الوصلات.
٤. ذات مقاومة عالية للصدمات.
٥. تنتج بأطوال كبيرة مما يوفر الوقت والجهد فى عمليات التركيب والاحلال.
٦. العمر الافتراضى طويل ويصل الى خمسين عاما.
٧. اللحامات المستخدمة متوافرة فى مصر.

٦-٥-٢ عيوب المواسير الخرسانية:

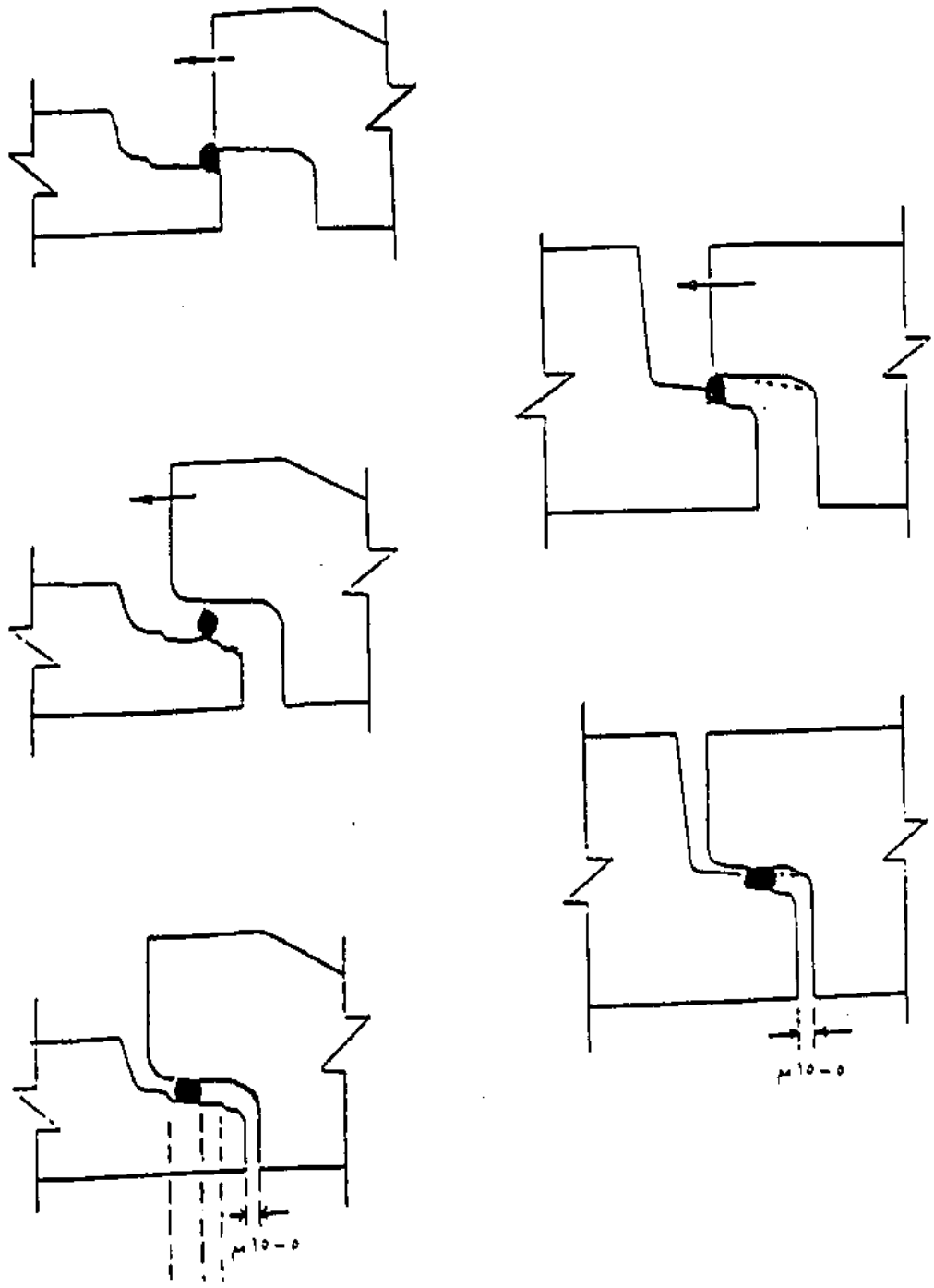
١. تصنيع المواسير فى الاجواء الحارة يزيد من احتمال نفاذتيها للمياه.
٢. عندما تستخدم فى مشروعات تجميع مياه الصرف الصحى او نقل مخلفات صناعية لابد من تكسية السطح الداخلى بشرائح رقيقة من البلاستيك سمكها لا يقل عن ٢.٠مم، أو دهان السطح الداخلى بكامله بثلاث طبقات من الايبوكسى وقطران الفحم بسمك لا يقل عن ٤٥٠ ميكرون؟

ويعرض الشكل رقم (٦-٥) طرق تركيب المواسير الخرسانية.

عندما تستخدم فى مشروعات تجميع المياه الملوثة او نقل مخلفات صناعية لابد من تكسية السطح الداخلى بشرائح رقيقة من البلاستيك، سمكها لا يقل عن ٢.٠ مم، او يتم دهان السطح الداخلى بكامله بثلاث طبقات من ايبوكسى وقطران الفحم بسمك لا يقل عن ٤٥٠ ميكرون.

٦-٦ نقل وتشوين وتفريد المواسير وملحقاتها:

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



الشكل رقم (٦-٥) طرق تركيب المواسير الخرسانية

٦-٦-١ المواسير الفخار المزجج والاسبستوس

لما كانت هذه المواسير تتأثر بالصدمات لذلك ينبغى العناية بها وعدم تعرضها لاى صدمات ببعضها او باى جسم معدنى خارجى يلزم استعمال ونش فى رفعها من موقع التشوين الى سطح السيارة لتفريدها بمحاذاة مسارات الخطوط، وفى حالة عدم استعمال الونش البومة تستخدم حبال غير معدنية فى ربط الماسورة، ولا يسمح باستخدام الخطاطيف لحملها من الاطراف الا باستعمال تغليف للخطافين من المطاط حتى لا تؤثر على سلامة الاطراف.

وفى حالة تعذر هذه الوسائل تستخدم طريقة الحبال والعمال فى التحميل والتنزيل من السيارة على طول حافة الخندق باستخدام عرقين من الخشب على ان يتم التنزيل تدريجيا مع مراعاة العناية بسندها اثناء دحرجتها على العروق الخشبية مع ضرورة البعد تمام عن القاء الماسورة فوق مخلفات الحفر او على الاطارات الكاوتش القديمة لان ذلك يسبب فى احداث شروخ شعرية بجسم المواسير كما يلزم العناية بالحلقات المطاطية المستعملة فى الجلب والقفزة للتركيب وعدم تعرضها لاشعة الشمس وحرارتها واتباع الاسلوب السليم فى التخزين بضرورة رشها ببودرة التلك وتخزينها فى اماكن رطبة مظلمة جيدة التهوية وذلك لضمان عدم تشققها.

٦-٦-٢ مواسير البولى استر المسلحة بالياف زجاجية(GRP)

عند استخدام هذا النوع من المواسير فيلزم الاهتمام الكامل بعد تعرضها لاى اجسام معدنية بطريقة احتكاك مباشر مما يعرضها للتلف ولذا يتم رفعها او انزلها بمعدات تكون مغطاة بالتيل او الكاوتش.

ويجب مراعاة عدم اسقاط المواسير من سطح السيارة على الارضية حتى لا تتعرض للتلف او الانبعاج كما يلزم العناية بالحلقات الكاوتش والاقفزة الزهر (الجيبولتات) وبعدم رميها من سطح السيارة).

٦-٦-٣ المواسير البولى كلوريد الفينيل غير الملدن (PVC)

يجب العناية التامة بهذا النوع من المواسير بعد تعرضها او اصطدامها باى اجسام لعدم اتلافها وعدم تعرضها لحرارة الشمس او اى مصدر حرارى اخر ممع مراعاة عدم تركها طويلا على حافة الخندق كما يجب تركيبها فور نقلها من موقع التشوينات.

ونظرا لخفة هذه المواسير فانه يمكن رفعها الى سطح السيارة او انزالها الى حافى الخندق بواسطة الايدى العاملة واذا لزم دحرجتها من فوق سطح السيارة بانه يلزم لذلك الواح خشبية خالية من اى مسامير ويمكن رفعها او انزالها باستخدام الحبال غير المعدنية. ويراعى العناية بالحلقات المطاطية المستخدمة فى التوصيل سواء اثناء التركيب او التخزين كما ذكر سابقا.

٦-٦-٤ المواسير الصلب والزهر الرمادى والزهر المرن:

يجب العناية اثناء نقل هذه المواسير حتى لا تتعرض 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 البومة فى الرفع او التفريد.

وتستخدم الطريقة المبنية بالشكل رقم (٦- ٦) كما يلزم العناية بالحلقات المطاطية سواء اثناء التركيب او التخزين كما سبق ذكره.

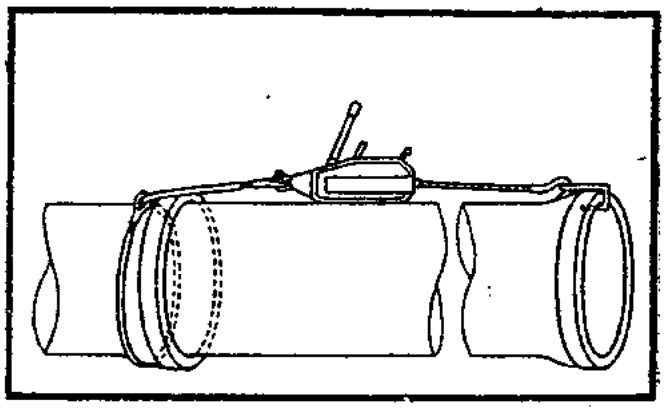
٦-٧ المواسير الخرسانية والخرسانية المسلحة والخرسانية سابقة الاجهاد:

نظرا لنقل هذه المواسير فيجب مراعاة تناسب قدرة الونش المستخدم فى الرفع او التنزيل مع وزن الماسورة ويستحسن استخدام وسادات بين حبال الربط والمواسير حماية لجدار الماسورة وكذلك يراعى عدم حملها من الاطراف وتتبع طريقة الرفع كما هو مبين بالشكل رقم (٦-٧) كما يجب تجنب كل من:

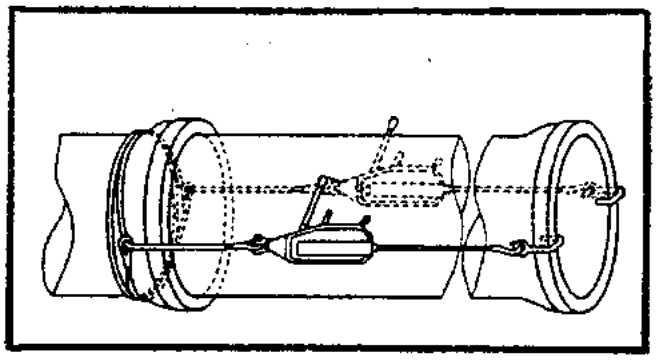
١. ارجحة الماسورة خوفا من سقوطها على الارض مما يعرضها لصدمات شديدة.

٢. عدم اسقاط الماسورة من على سطح السيارة على الارض حتى ولو كانت ارض رملية او على اطارات الكاوتش حتى لا يؤدى ذلك الى تحطيم جسم الماسورة او اطرافها.

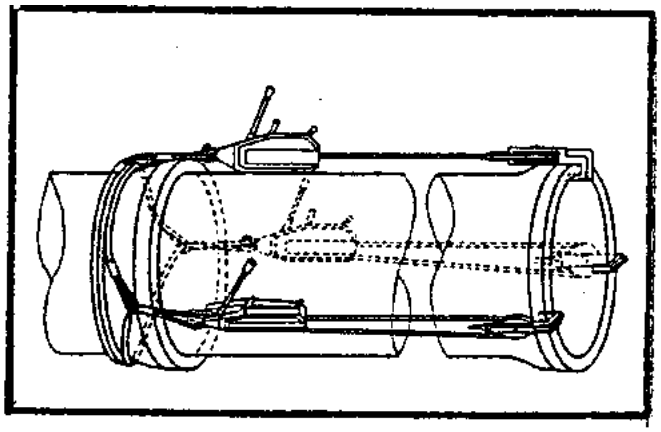
٣. دحرجة الماسورة او سحبها على الارض كما يلزم العناية بالحلقات المطاطية المستخدمة فى التركيب كما سبق ذكره سواء اثناء التركيب او اثناء التخزين.



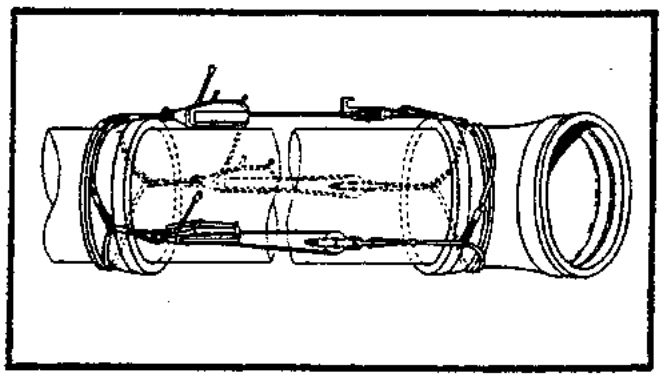
مواسير (١٥٠-٦٠٠) مم



مواسير (٧٠٠-١٢٠٠) مم

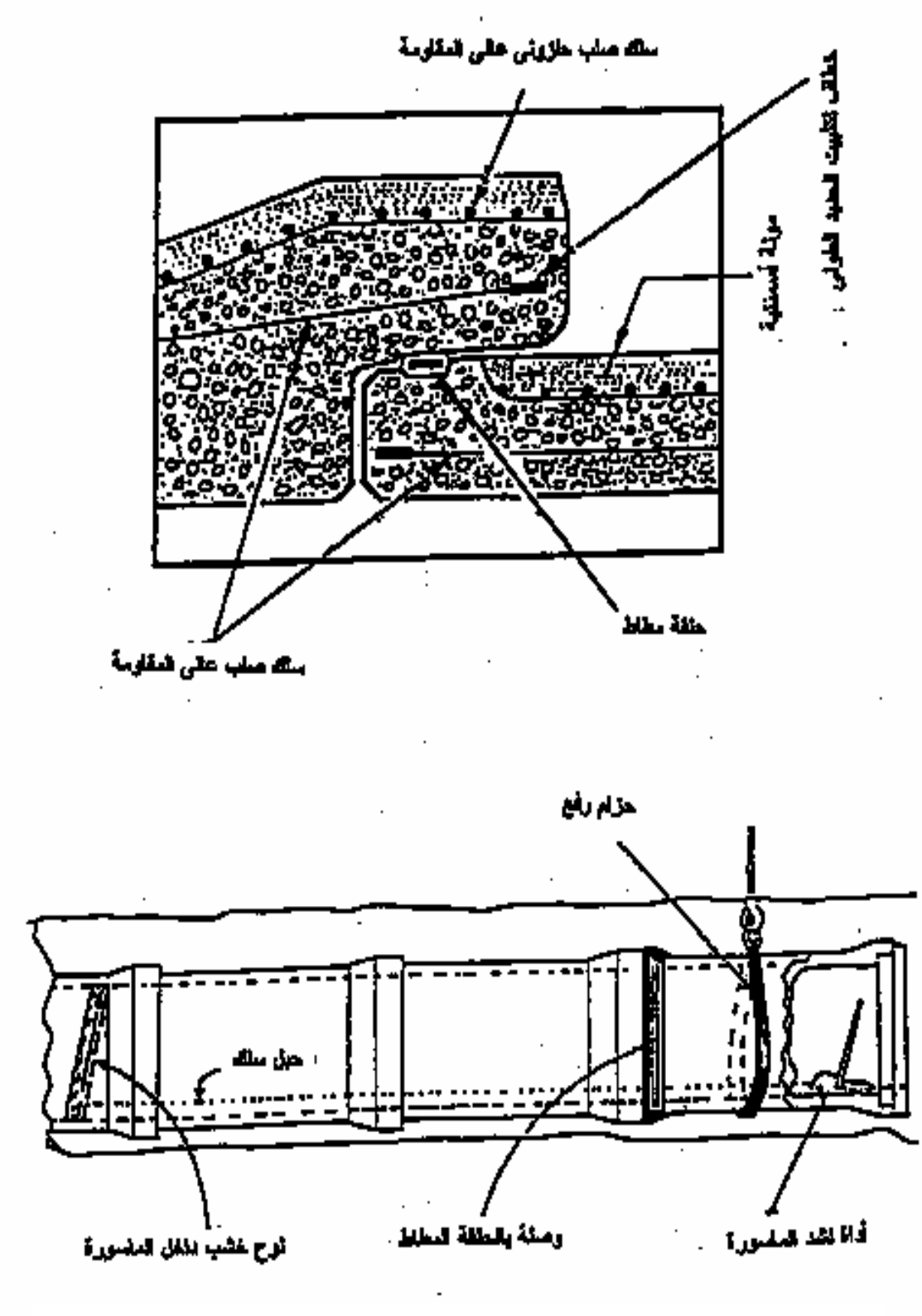


مواسير (١٤٠٠-١٨٠٠) مم



كوع (٥٠٠-١٢٠٠) مم

شكل رقم (٦-٦) تركيب مواسير الزهر المرن



شكل رقم (٦-٧) كيفية تركيب المواسير الخرسانية سابقة الإجهاد بدون الإسطوانة الداخلية

٦-٧-١ التفتيش على المواسير والمحابس والقطع الخاصة قبل التركيب:

أن بذل المجهود والعناية والوقت الكافى لتفتيش على المواسير والمحابس والقطع الخاصة قبل انزالها الى الخندق للتركيب سيوفر وقتا كبيرا يستغرق لاصلاح العيوب التى ستظهر اثناء التركيب وبعد اختبارات ومع أن المقاول مسئول مسئولية كاملة عن التفتيش على كل ماسورة او قطعة خاصة قبل التركيب الا ان توفير وقت اصلاح العيوب سيفيد المشروع كثيرا.

ويجب ان يتم هذا التفتيش بمعرفة وتحت اشراف مهندس التنفيذ بعرض البحث عن اى كسور او شروخ ظاهرية او شعرية فى جسم المواسير او اطرافها وكذلك طبقات الحماية الداخلية والخارجية وترميم واعادة طلاء هذا التلف من هذه الطبقات.

ويتم الكشف على الكسور الشعرية التى تتعرض لها المواسير الصلب فانه يتم الكشف عنها بتمرير قطعة من القماش مبللة بالكيروسين او سائل ملون مناسب على هذه المواسير وهى مشونة قبل انزالها خندق الحفر بالونش حيث ان هذه السوائل تظهر الشروخ الشعرية.

اما المواسير (PVC) عديد كلوريد الفينيل بنوعيه فانه يتم اختبارها بالطرق عليها بمطرقة خشبية على كل من جانبيها وملاحظة صوت هذه الطرقات.

أما بخصوص التفتيش على محابس القفل بنوعيها السكنية والفراشة وحنفيات الحريق ومحابس الهواء وبرايز خدمة المنازل فيجب التأكد من اتجاه الفتح للمحابس وعدد اللفات اللازمة لفتحه لسهولة الفتح والقفل، عدم وجود اى شوائب متراكمة فى مجارى السكنية ازالتها ان وجدت، والكشف عن اى شروخ ظاهرة فى جسم المحبس او اى تلفيات فى طبقات الدهان والتأكد من جودة الحشو وربط الجلاند او 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 اى تلفيات فى طبقات الحماية ومطابقة الثقوب فى الفلنشات لبعضها البعض.

٦-٧-٢ التفتيش الظاهرى على المواسير الفخار المزجج

١. يجب ان تكون جميع المواسير مستقيمة خالية من الانحناء وكاملة الاستدارة فى قطاعها وليست بيضاوية او منبعجة وبحيث تكون ملساء السطح الداخلى وذلك قبل انزالها للتركيب.

٢. يجب ان يكون جسم الماسورة خاليا من الفقاقيع التى ان وجدت ستسبب انفصال طبقة الطلاء عن جسم الماسورة من يؤدى الى زيادة النفاذية.

٣. عند طرق الماسورة بحصوة من الرخام (زلطة) ينتج عن رنينا حادا كما يجب عند كسرها انتظام مقطعها وتجانسه.

٤. يتم تشوين المواسير فى صفوف افقية بعناية تامة حتى لا يحدث خدش او شروخ بالسطح الخارجى للماسورة مما يعرضها للتلف.

وفى حالة المواسير ذات الجيبوليات او الوصلات الميكانيكية فانه يعد ضبط استقامة كل من:

الماسورتين يتم تركيب نصف الجيبوليت مع فردة حلقة مطاطى على كل طرف من طرفى الماسورتين وتيم تجميعها بالجزء الاوسط من الجيبوليت بين الماسورتين بالمسامير والصواميل.

الفصل السابع

المنشآت الهندسية لشبكات الانحدار لتجميع المياه الملوثة

٧-١ مقدمة

لكى تؤدى شبكات الانحدار لتجميع المياه الملوثة الغرض الذى من أجله تم إنشائها ويمكن الإستفادة منها بكفاءة عالية يجب إنشاء بعض الأعمال الهندسية لضمان حسن التشغيل والتفتيش والتنظيف والصيانة الدورية وكذلك إجراء أعمال الترميم والتجديد والإحلال وهذه الأعمال الهندسية تشمل مايلى:

١- المطابق.
٢- بالوعات صرف مياه الامطار
٣- بالوعات حجز الرواسب.
٤- اخواض حجز الزيوت والشحوم.
٥- احواض الدفق.
٦- السيفونات المقلوبة.
٧- عدايات خطوط المواسير تحت الطرق الرئيسية لسكك الحديد .
٨- عدايات خطوط المواسير تحت المجارى المائية.
٩- اعمال تهوية شبكة مواسير الانحدار .
١٠- التوصيلات المنزلية صرف المياه الملوثة.
١١-اجهزة قياس التصرف.
١٢-منظمات التصرف.

٧-٢ المطابق

تسمى احيانا فتحات التفتيش على شبكة التجميع للمياه الملوثة العمومية وهى عبارة عن بيارة رأسية باتساع كافى لنزول العمال بداخلها، تصل ما بين سطح الارض وقاع الماسورة، وتكون ماسورة صرف المخلفات السائلة داخل المطبق منزوعة الجزء العلوى منها وبذلك تظهر المخلفات السائلة اثناء سيرها فى مجرى بقاع المطبق مما يسهل الكشف على الماسورة وتسليكها وتنظيفها مما فيها من رواسب ان وجدت. ويمكن ازالة الرواسب من المواسير برفعها بعد كشطها وتجميعها من قاع خطر

المواسير او بسريانها مع المياه الملوثة ويتم ذلك بتسليط تصرف مائى كبير وتحت ضغط عالى من خرطوم مخصوص فى داخل الماسورة ويتم إدخال الخرطوم من خلال المطبق. كما ان الغرض من المطابق احيانا تهوية المياه الملوثة المواسير.

وتنشأ المطابق على خطوط شبكة مواسير الإنحدار بالأماكن التالية:

أ – عند تغيير قطر الماسورة.

ب – عند تغيير نوع بدن الماسورة.

ج – عند تغيير اتجاه خط المواسير.

د – عند تغيير ميل خط المواسير.

هـ – عند تقابل خطى مواسير لتجميع المياه الملوثة أو أكثر.

و – على مسافات مناسبة تتوقف على قطر الماسورة وذلك لإجراء عمليات التفتيش والصيانة.

وتسمح المواصفات الامريكية والاوربية ان تصل المسافة المسموح بها بين مطبقين متتالين كما هو مبين بالجدول رقم (٧–١)، ونظرا لكبر تكاليف انشاء هذه المطابق مما يدعو الى الاقلال منها كلما امكن ذلك ومن واقع الظروف المصرية نتيجة التخطيط العمرانى الضيق للمدن وكذلك نوع معدات التنظيف لشبكة تجميع المخلفات السائلة تدعوا الى تقليل هذه المسافة طبقا لما هو موضح بالجدول رقم (٧–١).

جدول رقم (٧–١) المسافات المقترحة بين المطابق

قطر الماسورة		المسافة بين المطابق (متر)	
(مم)	(بوصة)	المواصفات الأمريكية والأوربية	المواصفات المصرية
٢٠٠	٨	٩٠	٣٠
٢٥٠	١٠	١٠٠	٣٥
٣٧٥	١٥	١٢٠	٤٠
٥٠٠	٢٠	١٢٥	٤٥
٧٥٠	٣٠	١٣٠	٥٠
١٠٠٠	٤٠	١٤٠	٥٥
١٢٠٠	٤٨	١٥٠	٦٠
١٥٠٠	٦٠	١٨٠	٦٥
٢٢٥٠	٩٠	٢٠٠	٨٠
٣٠٠٠	١٢٠	٢٥٠	١٠٠

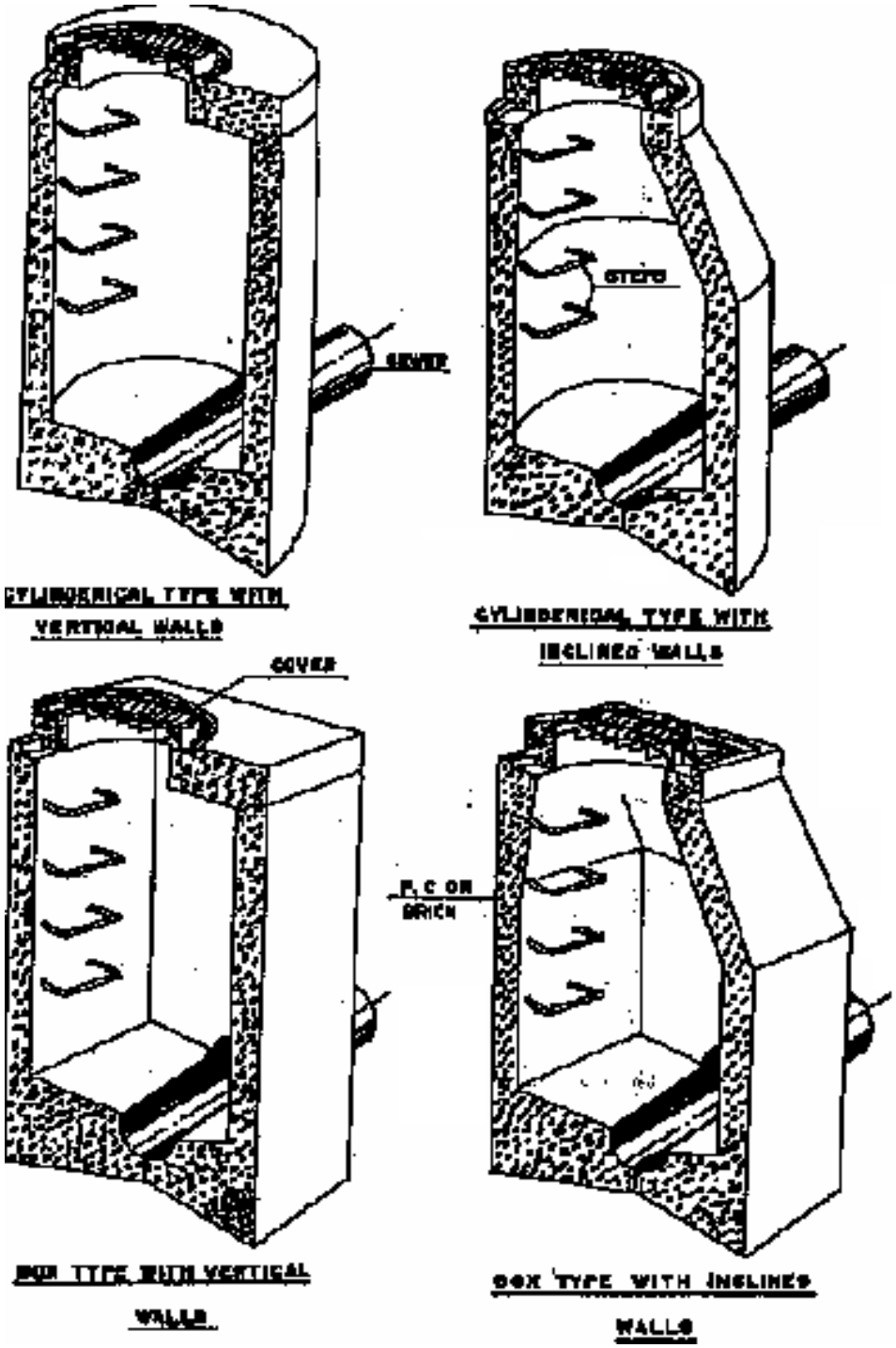
وعلى الطبيعة، فانه يمكن تغيير هذه المسافات، حيث انه يفضل وجود مطبق فى الشارع الرئيسى امام الشارع العرضى، حتى يمكن مستقبلا انشاء خط فى هذا الشارع الفرعى ويصب فى الخط الرئيسى، ايضا هذه المسافات تحدد طبقا لنوع معدات التسليك والصيانة وطبقا لميل الخط.

والقطاع الافقى للمطبق اما دائرى وهو الاكثر شيوعا – أو مربع او مستطيل ويتوقف اختيار الشكل الذى يبنى به المطبق على العوامل الاتية:

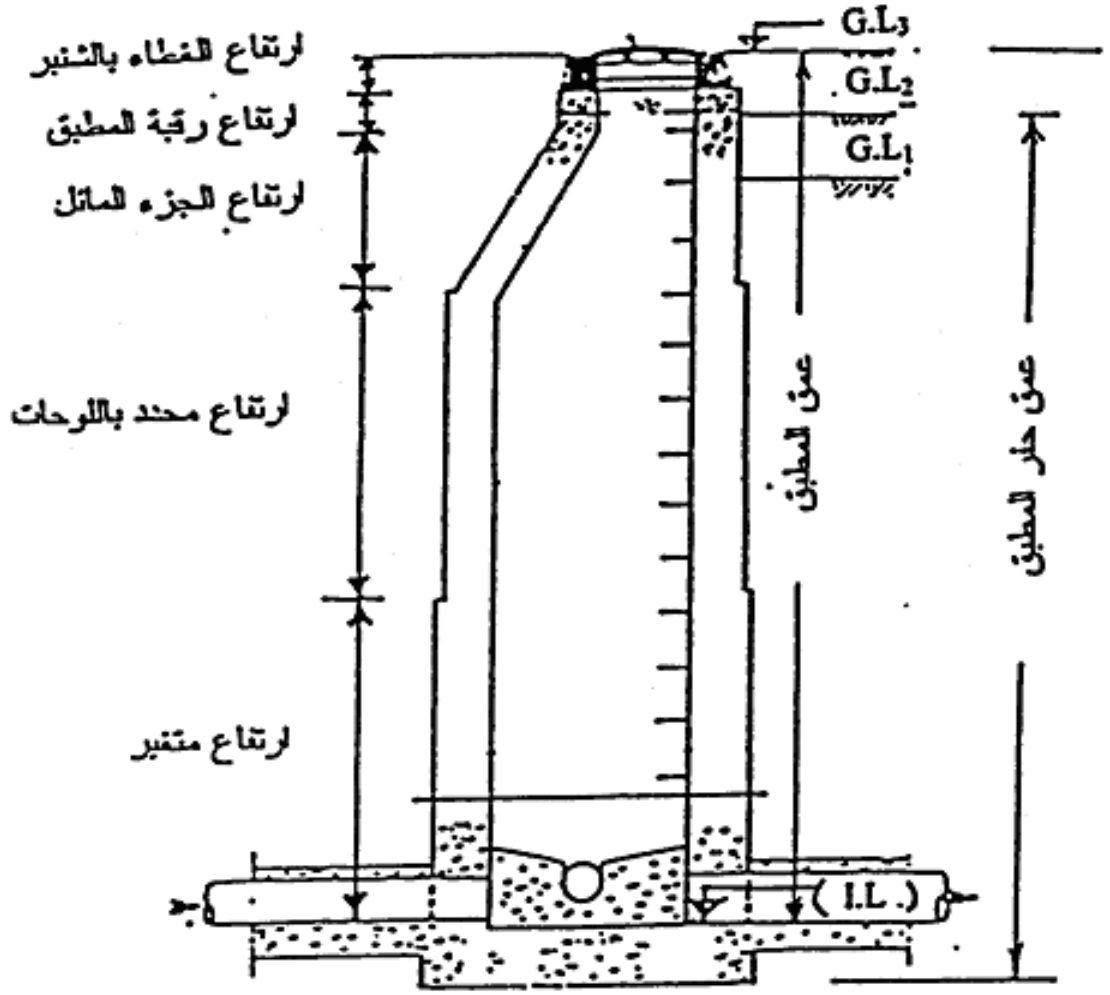
أ – الموقع
ب – مواد البناء المتاحة
ج – عمق المطبق.
د – نوع التربة
هـ – عدد المواسير الداخلة للمطبق وماسورة المخرج وكذلك اقطارها.

على أن لا تقل مقاسات المسقط الافقى الداخلى للمطبق عن متر واحد اذا كان دائريا او مربعا و٨٠ و٠متر، ١.٢٠مترا اذا كان مستطيلا. على انه فى المطابق العميقة لا داعى لانشاء المطبق بهذه المقاسات بكامل ارتفاعه بل يكتفى بإنشاء المطبق بهذه المقاسات حتى ارتفاعه يقل قليلا عن مترين وهو الارتفاع الذى يكفل للعامل مكانا ليقف ويعمل وتقل مقاسات المقطع الافقى بعد ذلك الى ٠.٦٠ متر – ٠.٦٠ مرت اذا كان مربعا او مستطيلا ويكون القطر ٠.٦٠ اذا كان دائريا وكما هو موضح بالاشكال (٧–١)، (٧–٢)، (٧–٣)، (٧–٤).

وتبنى المطابق من الخرسانة بنسبة ٢٥٠ كيلو جرام اسمنت للمتر المكعب ويفضل الا تقل عن ٣٥٠ كلما زادت ارتفاعها. على انه يجب بياض الحائط من الداخل والخارج بمونة الاسمنت والرمل بنسبة ١:١ وذلك للحد من تسرب الماء الجوفية الى داخل المطبق. علما بان الاسمنت المستخدم فى جميع الاحوال من النوع المقاوم للكبرتيات.



الشكل رقم(٧-١) الأشكال المختلفة للمطابق



- G.L = Ground Level
- I.L = Invert Level

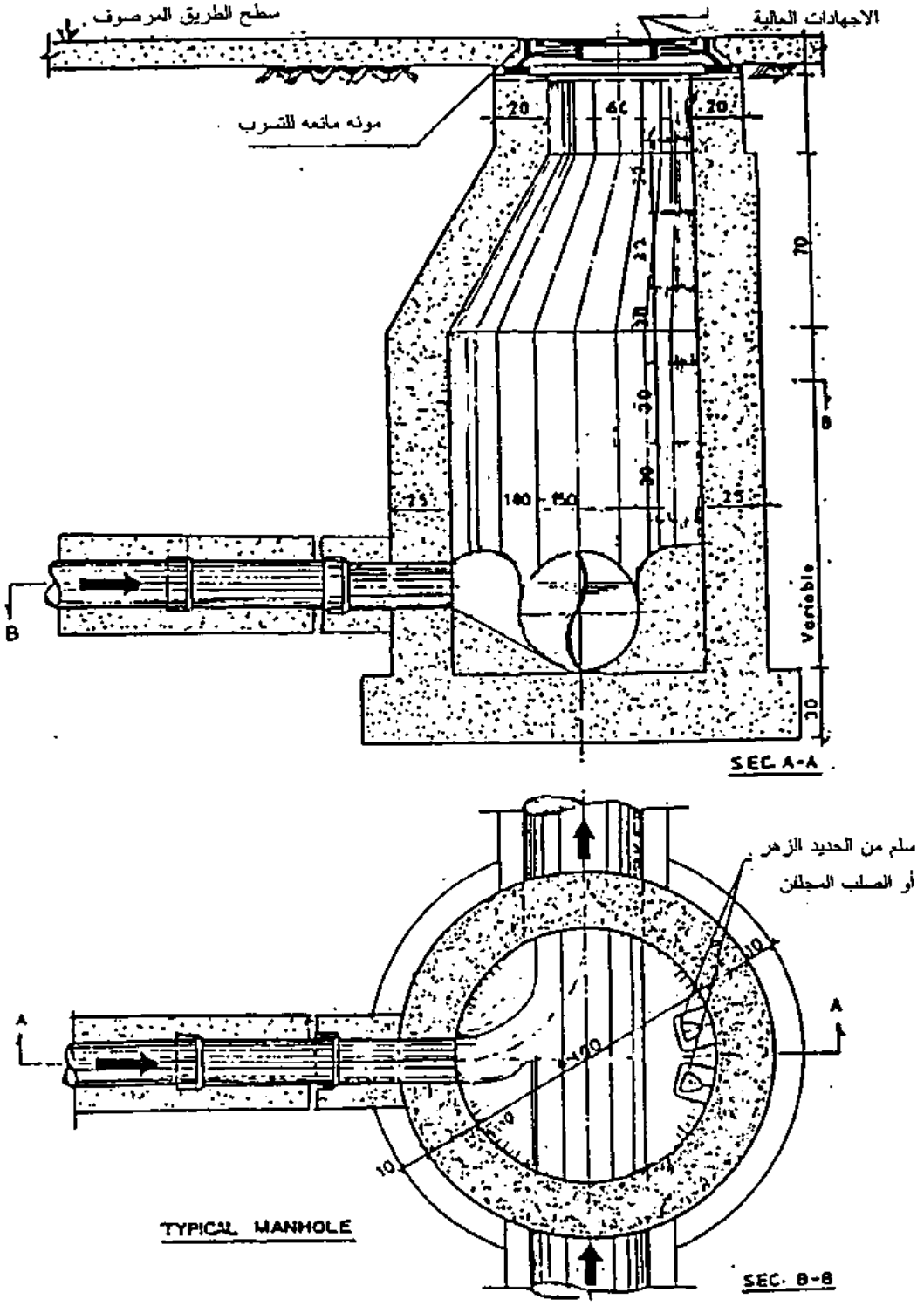
GL_1 منسوب سطح الأرض باللوحات ومنه يتم احتساب بنود العطاء

GL_2 منسوب سطح الأرض بالطبيعة ومنه يتم احتساب عمق المواسير

GL_3 منسوب سطح الأرض النهائى ومنه يتم احتساب ارتفاع المطبق

IL_1 منسـوب أوطى نقطة فى المطبق عند ماسورة الخارج. ويمكن اعتبارها منسوب منتصف المطبق حيث التغير فى المناسيب داخل المطبق اقل من ١سم

الشكل رقم (٧-٢) مناسيب المطابق



الشكل رقم(٧-٣) مطبق نموذجى

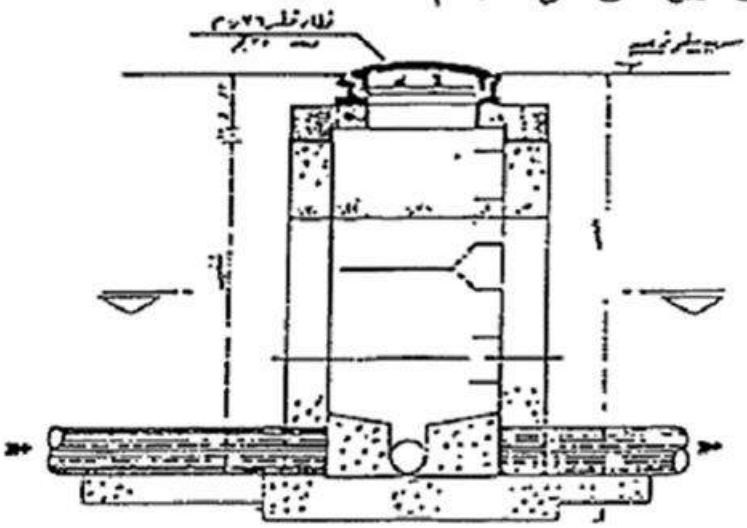
أبعاد المطابق المربعة

الأبعاد بالمتر

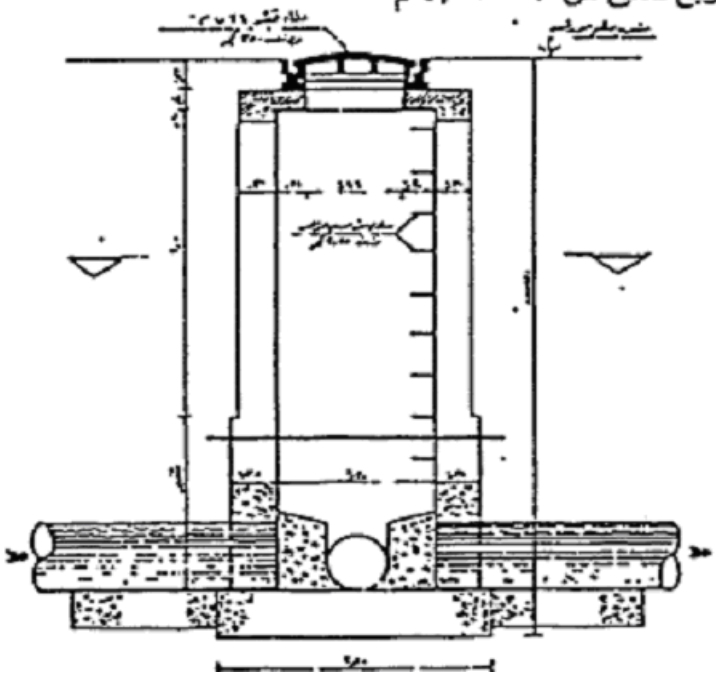
عمق المطبق	عرض القاعدة (ل)	أبعاد المطبق			سمك الحوائط		
		من	ص	م	أ	ب	جـ
أقل من ٣	٢	متغير	صفر	صفر	٠,٣٠	--	--
من ٣ حتى ٤,٥	٢,١٠	٢,٥	متغير	صفر	٠,٣٠	٠,٣٥	--
أكبر من ٤,٥	٢,٢٠	٢,٠	١,٥	متغير	٠,٣٠	٠,٣٥	٠,٤٠

نماذج المطابق المربعة:

١- مطبق مربع لعمق حتى ٣,٠٠ م



٢- مطبق مربع لعمق من ٣ – ٤,٥٠ م



شكل رقم(٧-٤ أ) نماذج مطابق مربعة

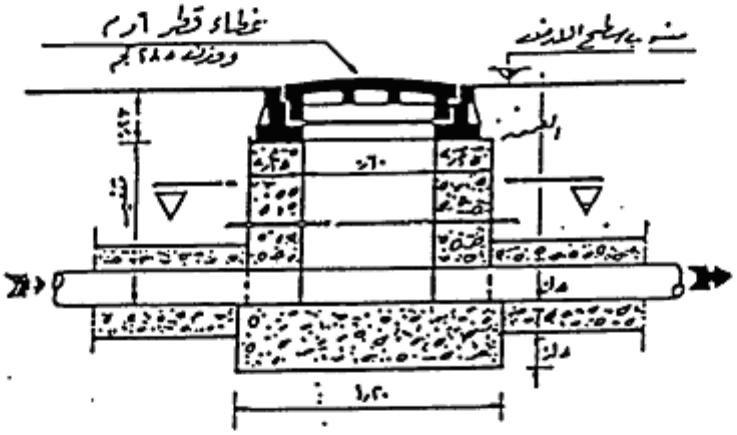
أبعاد المطابق الدائرية

(الأبعاد بالمتر)

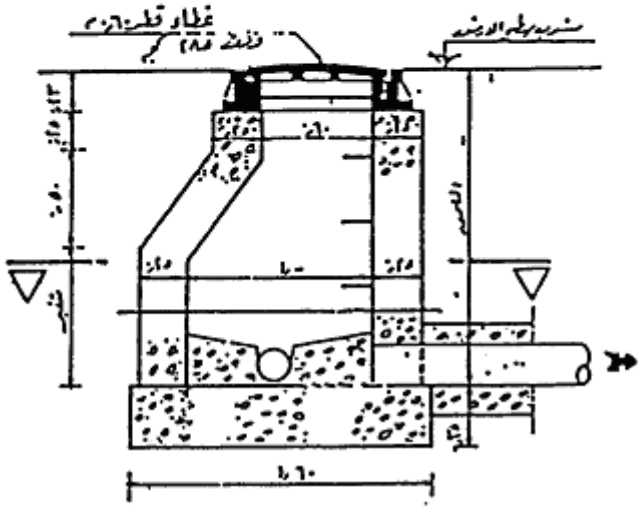
عمق المطبق	قطر المطبق (ك)	أبعاد المطبق			سمك الحوائط		عرض القاعدة
		س	ص	م	أ	ب	(ل)
أقل من ١,٢ م	٠,٦٠	صفر	متغير	صفر	٠,٢٥	--	١,٢٠
من ١,٢ حتى ٢,٥ م	١,٠٠	٠,٥	متغير	صفر	٠,٢٥	--	١,٦٠
من ٢,٥ حتى ٣,٥ م	١,٢٠	١,٠	متغير	صفر	٠,٣٠	--	١,٩٠
أكبر من ٣,٥ م	١,٢٠	١,٠	٢,٠	متغير	٠,٣٠	٠,٣٥	٢,٠٠

نماذج المطابق الدائرية:

١- مطبق دائرى لعمق أقل من ١,٢٠ م



٢- مطبق دائرى لعمق من ١,٢٠ – ٢,٥٠ م



شكل رقم(٧-٤ ب) نماذج مطابق دائرية

أما قاع المطبق فمن الخرسانة بسمك يتراوح من ٣٠-٥٠ سنتمتر. على ان يشكل ارضية المطبق من الداخل لتكون قناة او نقوات نصف دائرية تسير فيها الماء على ان تصل هذه القنوات ببعضها بمنحنيات سهلة وناعما – ويملأ الفراغ ما بين القنوات وحائط المطبق بالخرسانة بحيث يكون سطحها العلوى متجها الى اعلى بميل ١:١٠ من القناة الى الحائط وبذلك تنزلق على هذا الميل الى القناة اى رواسب قد تتجمع عليه كما يجب ان يزود المطبق بالسلالم اللازمة لنزول وصعود العامل اثناء اجراء عمليات التفتيش او الصيانة وتغطى فتحة المطبق بالسطح العلمى بغطاء من الحديد الزهر من القوة بحيث يتحمل حركة المرور وهناك نوع خاص من المطابق يستعمل اذا تقابلت ماسورة على عمق صغير بماسورة على عمق كبير – وهذا ما يسمى بالمطبق الساقط او الهابط او مطبق بهدار كما هو موضح بالشكل رقم (٧-٥)،(٧-٦)، (٧-٧)،(٧-٨)

وبذلك لا تصب الماسورة العليا فى تجويف المطبق بل تصل الى الماسورة السفلى عن طريق ماسورة راسية خارج تجويف المطبق.

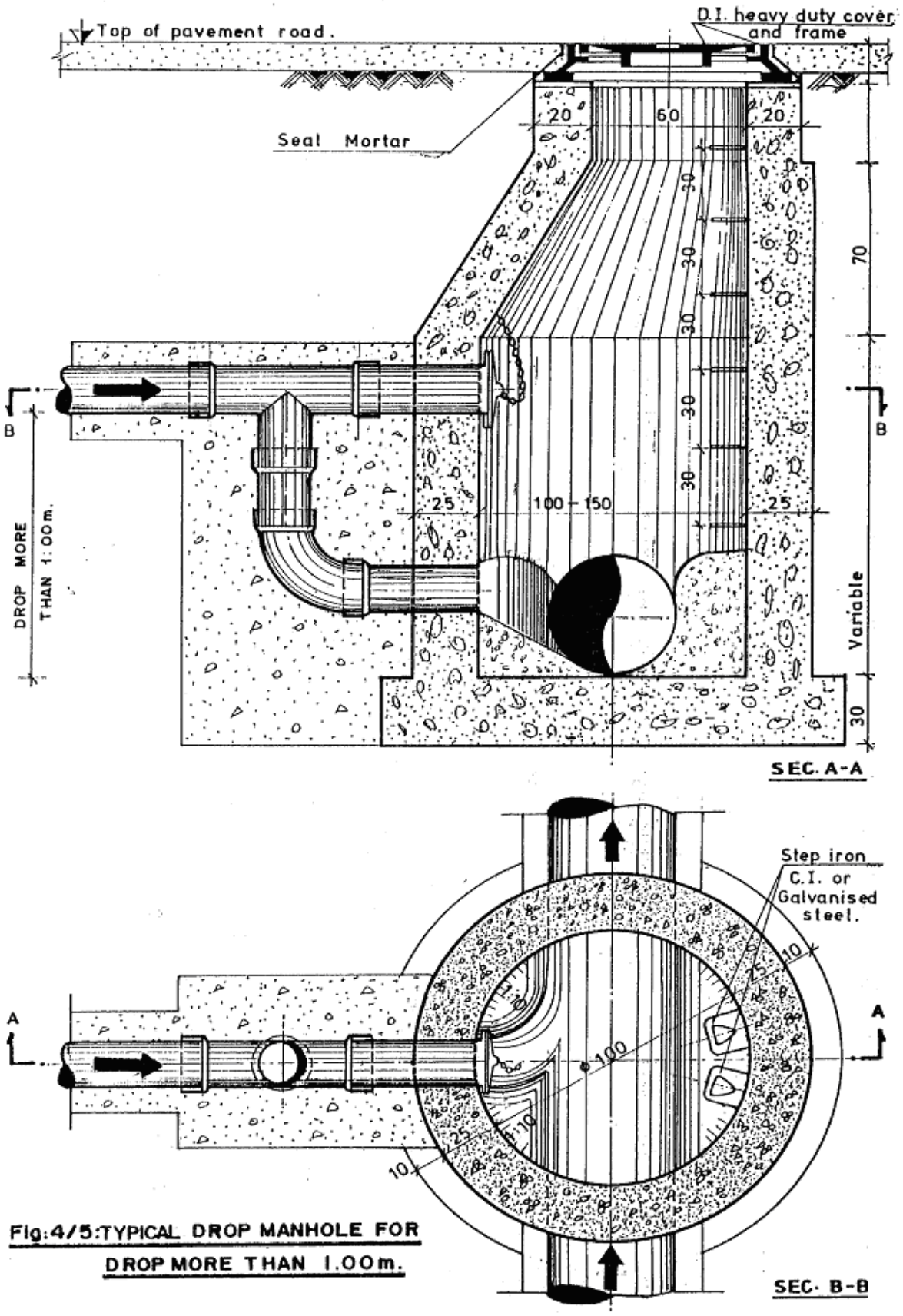


Fig:4/5:TYPICAL DROP MANHOLE FOR DROP MORE THAN 1.00m.

شكل رقم (٧-٥) مطبق بهدار لسقوط اكبر من متر

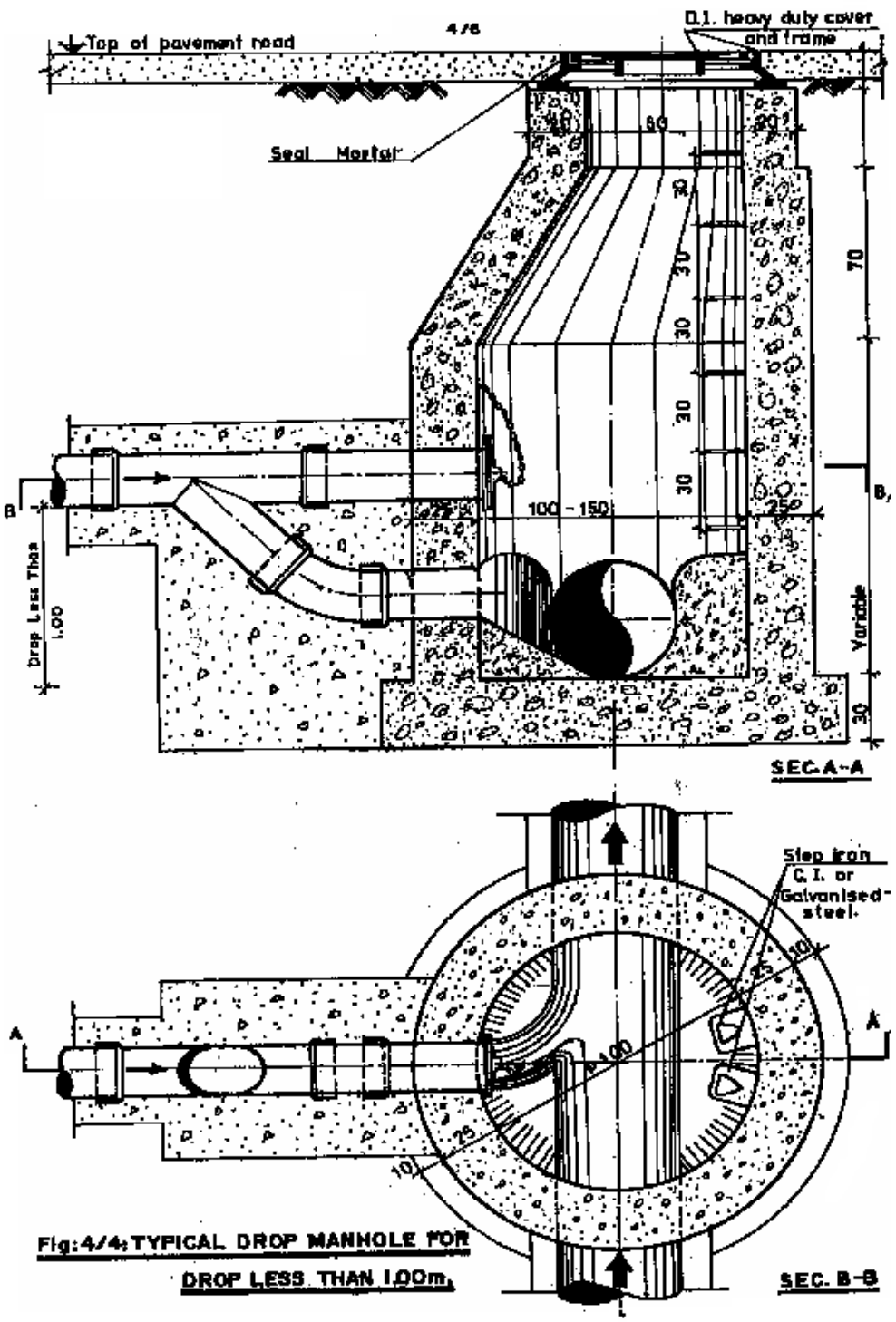
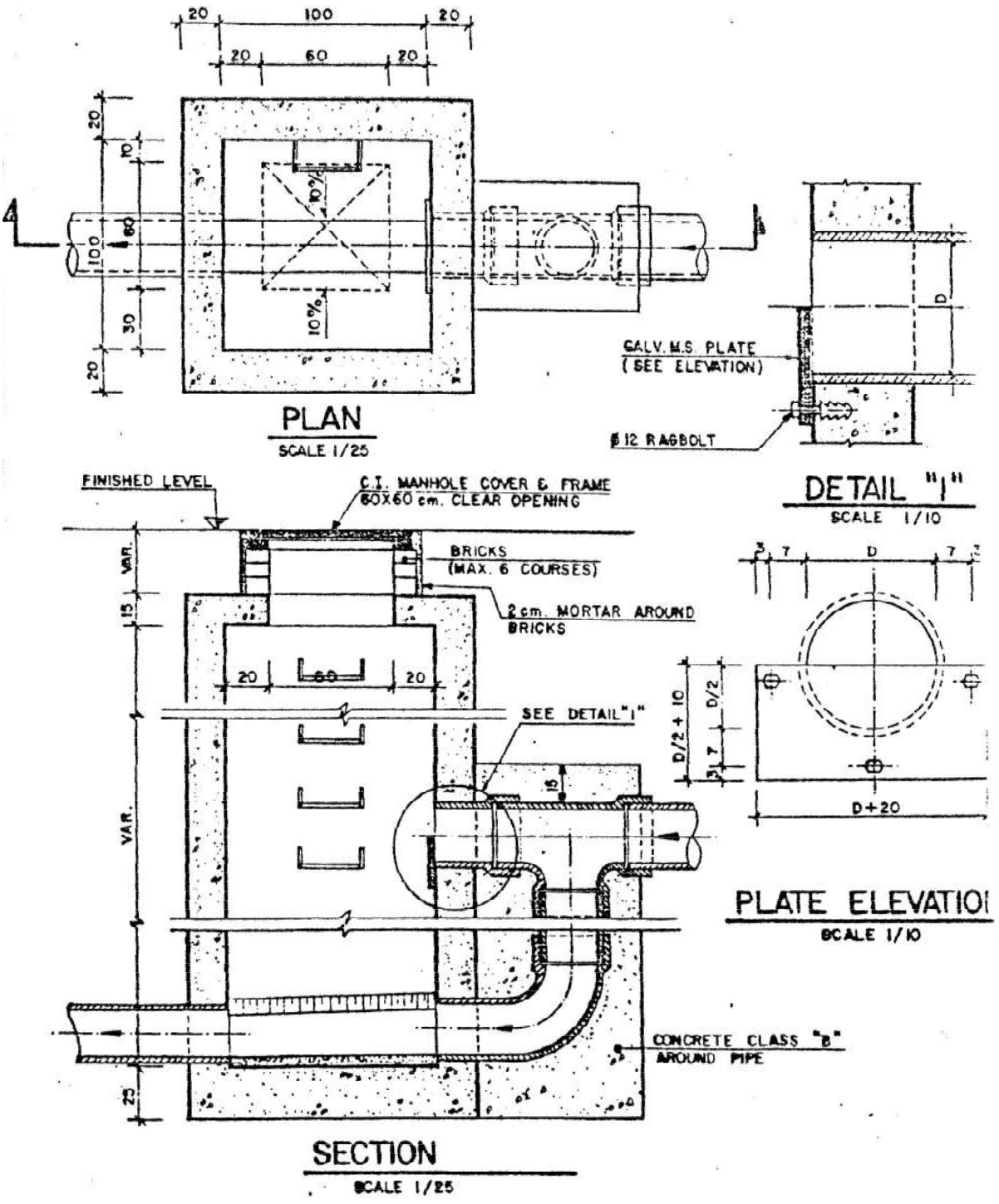


Fig:4/4:TYPICAL DROP MANHOLE FOR DROP LESS THAN 1.00m.

الشكل رقم (٧-٦) مطبق بهدار لسقوط اقل من متر



الشكل رقم(٧-٧) تفاصيل مطبق مربع الشكل بهدار سقوط اكبر من متر

٧-٢-١ عناصر انشاء المطابق

وتشمل عناصر إنشاء المطابق:

١) جسم المطبق

٢) مجارى القاع (البلشم)

٣) الغطاء الزهر

٤) السلالم الزهر

٥) العزل الداخلى

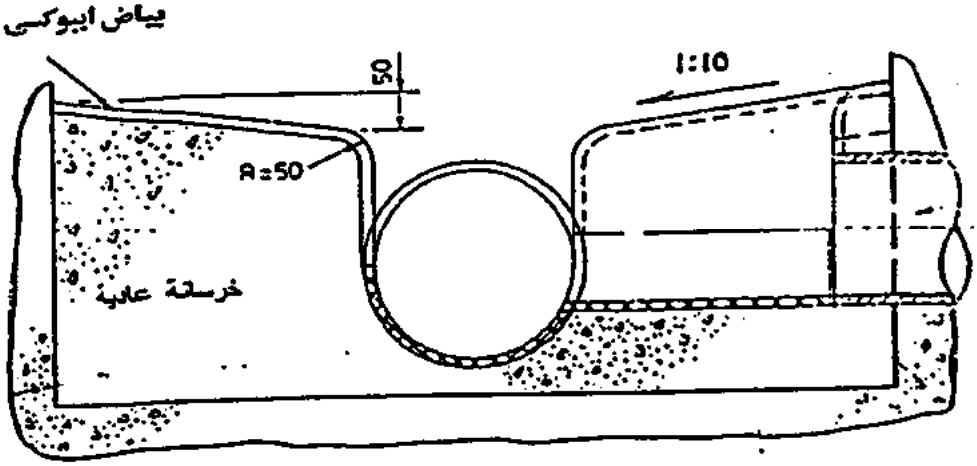
٦) العزل الخارج

٧-٢-١-١ جسم المطبق

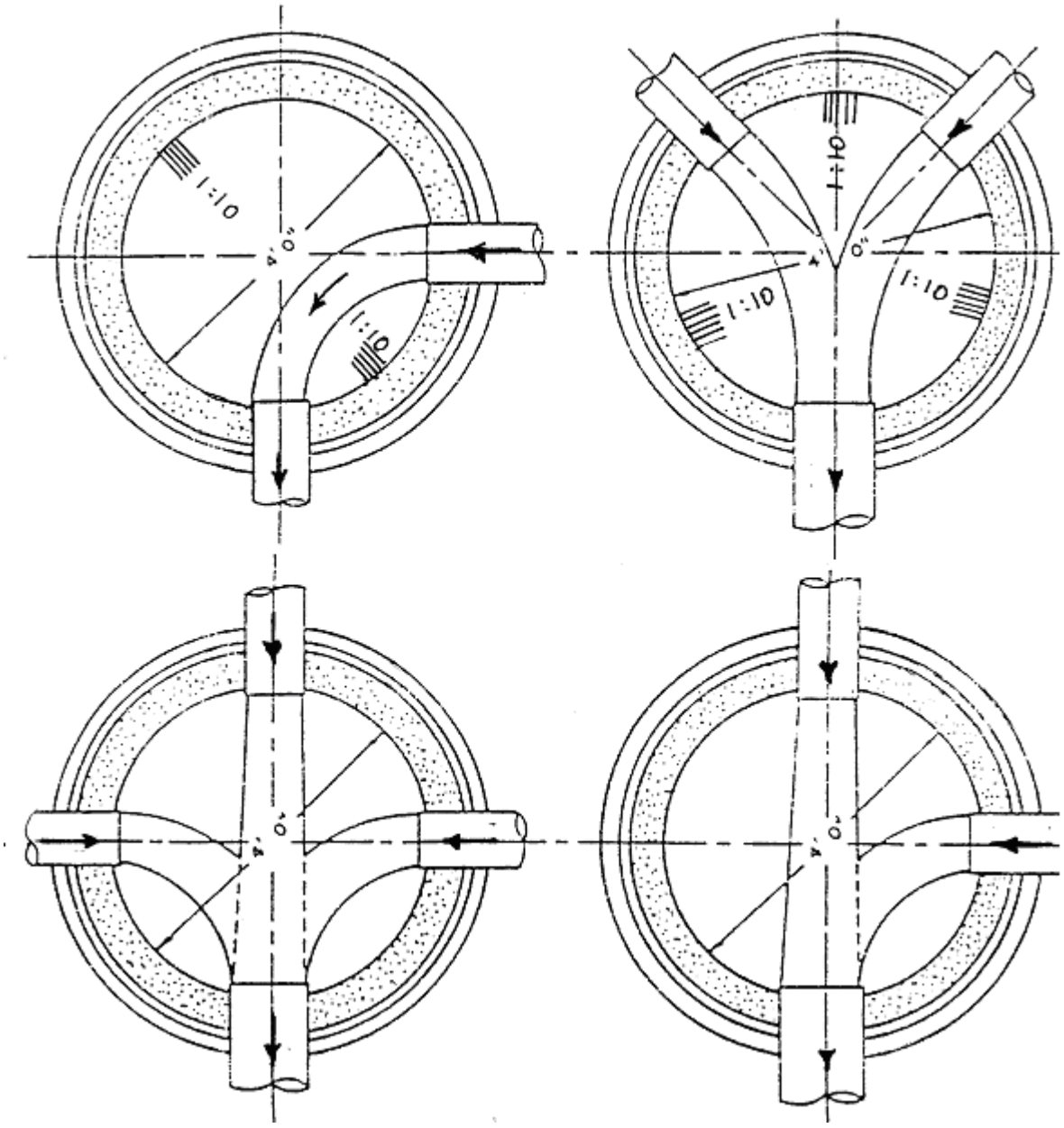
الارضية والحوائط والسقف من الخرسانة العادية او المسلحة باستخدام اسمنت مقاوم للكبريتات بنسبة ٣٥٠كجم/م^{٣} . يتم استخدام الفرم المعدنية لعمل الحوائط فى حالة المطابق الدائرية للحصول على سطح املس (Fair Face).

٧-٢-١-٢ مجارى القاع (البلشم) للمطبق

وتعمل من الخرسانة العادية وباستخدام اسمنت مقاوم للكبريتات. تشكل المجارى ثم يتم بياضها بمونة اسمنت مقاومة للكبريتات مع الخدمة الجيدة والتنعيم. الشكلان رقما (٧-٨) ، (٧-٩) ويتم عمل ميول فى الخرسانة بنسبة ١:١٠.



شكل رقم (٧-٨) تفاصيل مجارى القاع (البلشم)

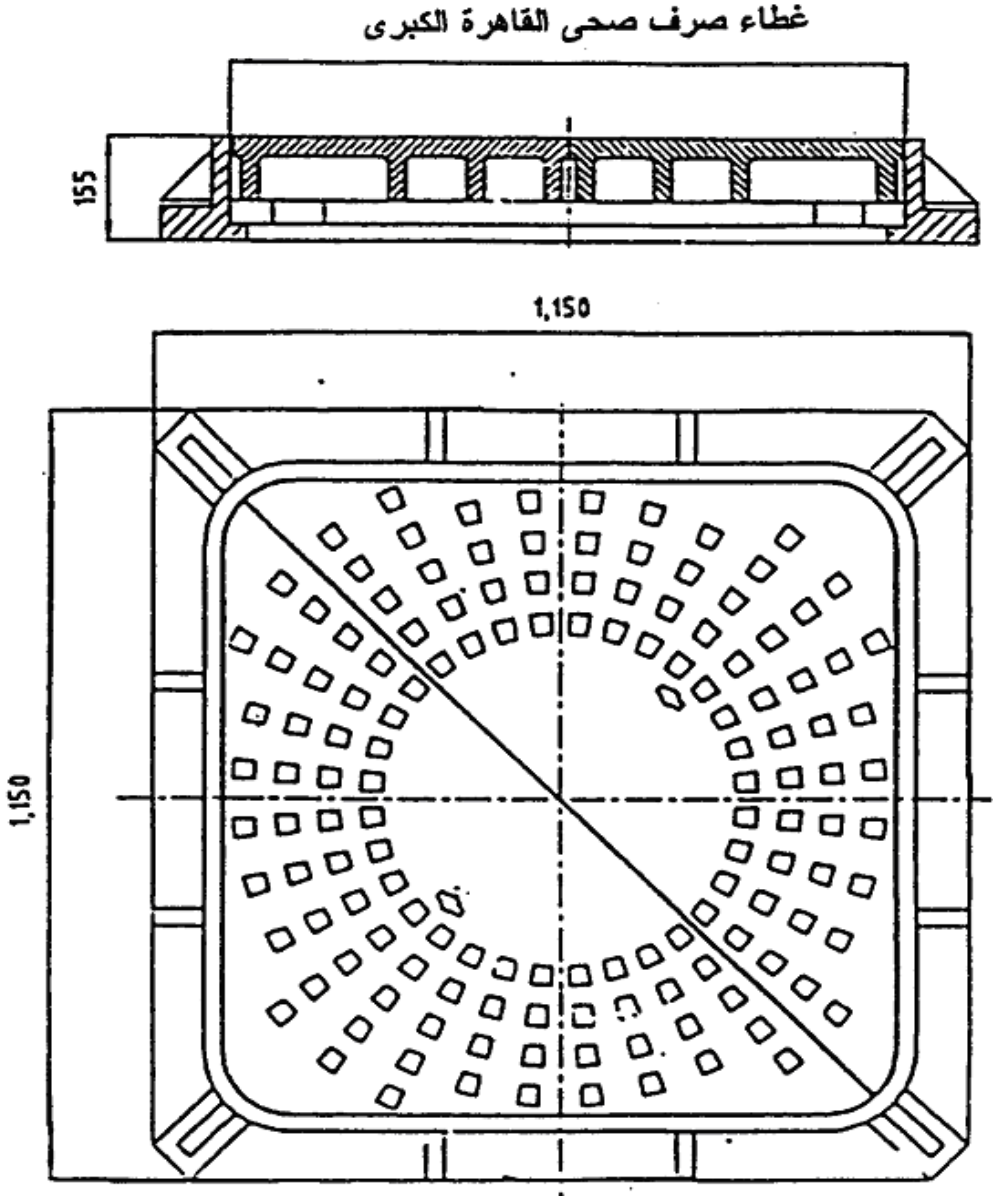


شكل رقم (٧-٩) تفاصيل مجارى القاع (البلشم)

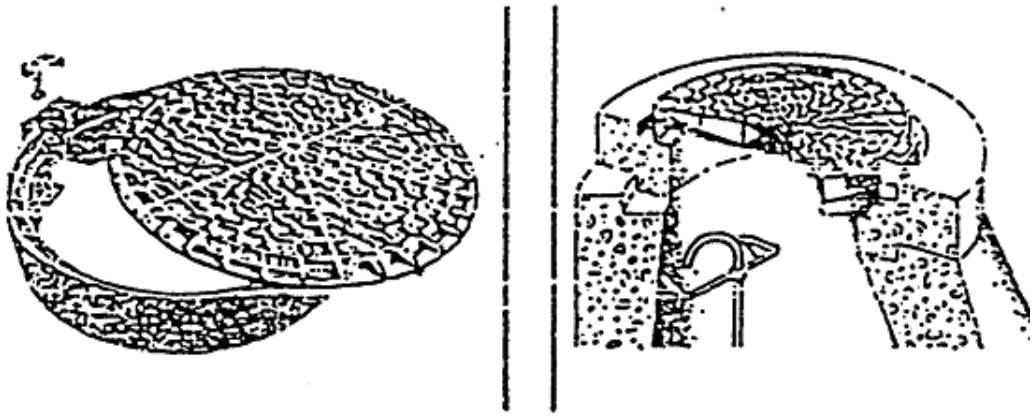
٧-٢-١-٣ الغطاء الزهر

تغطى المطابق بغطاء وإطار (شنبر من الحديد الزهر)، كما هو موضح بالأشكال أرقام (٧-١٠) ، (٧-١١) ، (٧-١٢) بوزن لا يقل عن ٢٨٠ كجم للغطاء والشنبر وبقطر ٦٠سم، وذلك للمطابق الدائرية بعمق صغير وقطر لا يزيد عن ١.٢م. ويكون وزن الغطاء والشنبر لا يقل عن ٣٥٠ كجم وبقطر ٧٦ سم للمطابق المربعة والدائرية ذات العمق الكبير والقطر أكبر من ١.٢م. ويكون مكتوب على الغطاء اسم المدينة وسنة

الصنع بالحروف البارزة ويتم تركيب الشنبر فوق رقبة المطبق بحيث يكون منسوب سطح الغطاء مع منسوب السطح النهائى للطريق، وذلك فى حالة الطرق الاسفلتية. وفى حالة الطرق الترابية الممهدة يكون منسوب سطح الغطاء أعلى مع متوسط منسوب مداخل المنازل المجاورة أو أعلى من أو مع منسوب الشارع بمقدار سمك طبقات الرصف (دقشوم + اسفلت) فى حالة ادماج الشارع خطة الرصف.

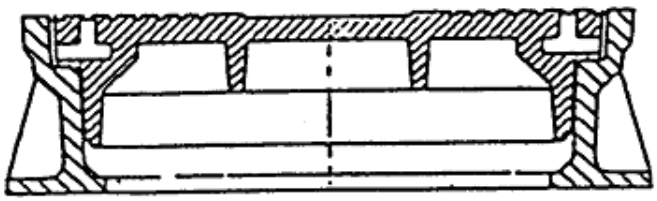


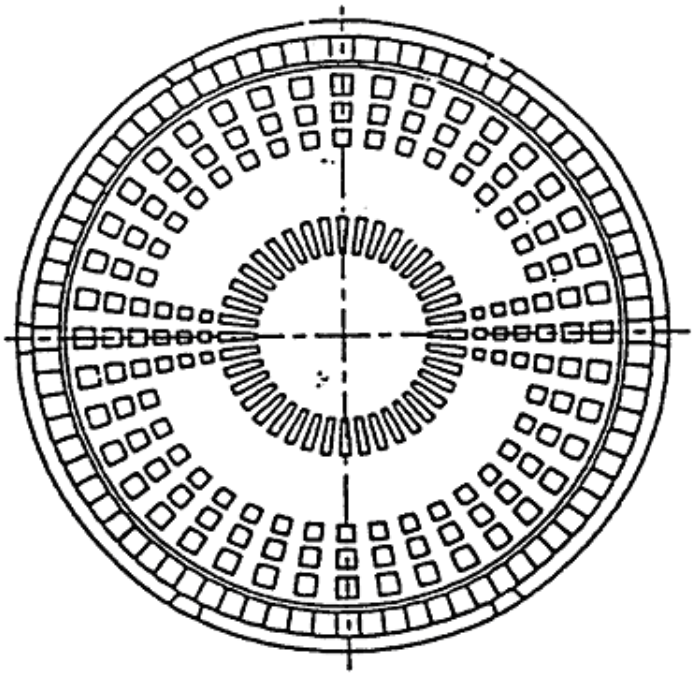
شكل رقم (٧-١٠) غطاء صرف صحى مربع ٩٠ × ٩٠سم ،وزن ٣٢٠كجم



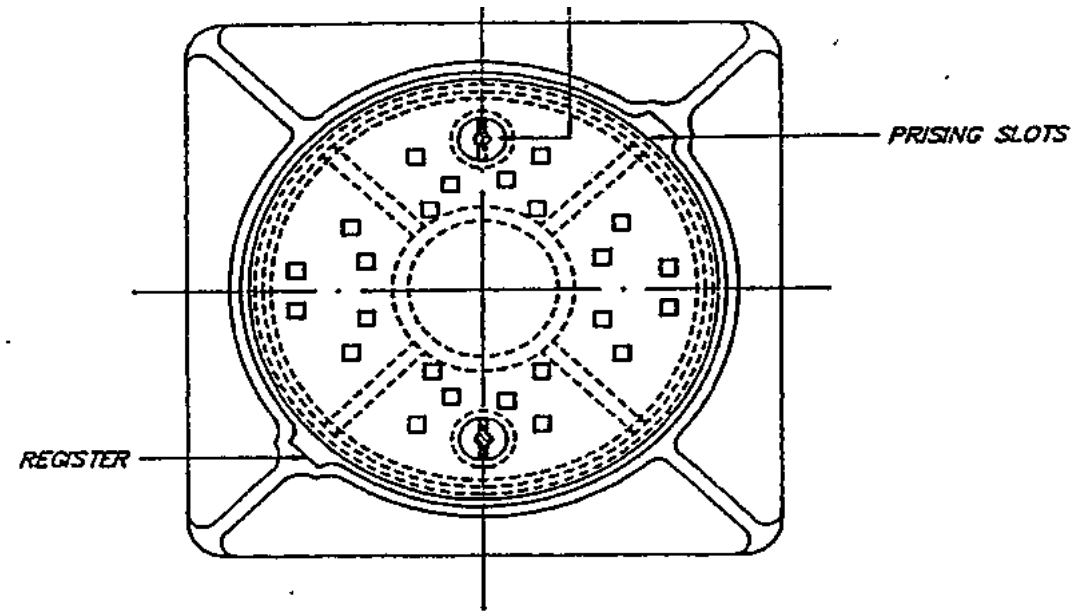
تركيب الغطاء أعلي المطبق الغطاء الزهر و الحلق

الغطـــاء الزهــر





الشكل رقم (٧-١١) غطاء صرف صحى (مطبق) وزن ٣٥٠/٢٨٥ كجم ، قطر ٧٦/٦٠سم
نموذج رقم (١)



الشكل رقم (٧-١٢) تفاصيل غطاء المطابق نموذج رقم (٢)

٧-٢-١-٤ مقاسات وأوزان الأغطية

يكون أوزان الغطاء الشنبر طبقا لقطر و أبعاد الغطاء على النحو التالى:

القطر أ- ٦٠ سم

ب- ٧٦ سم

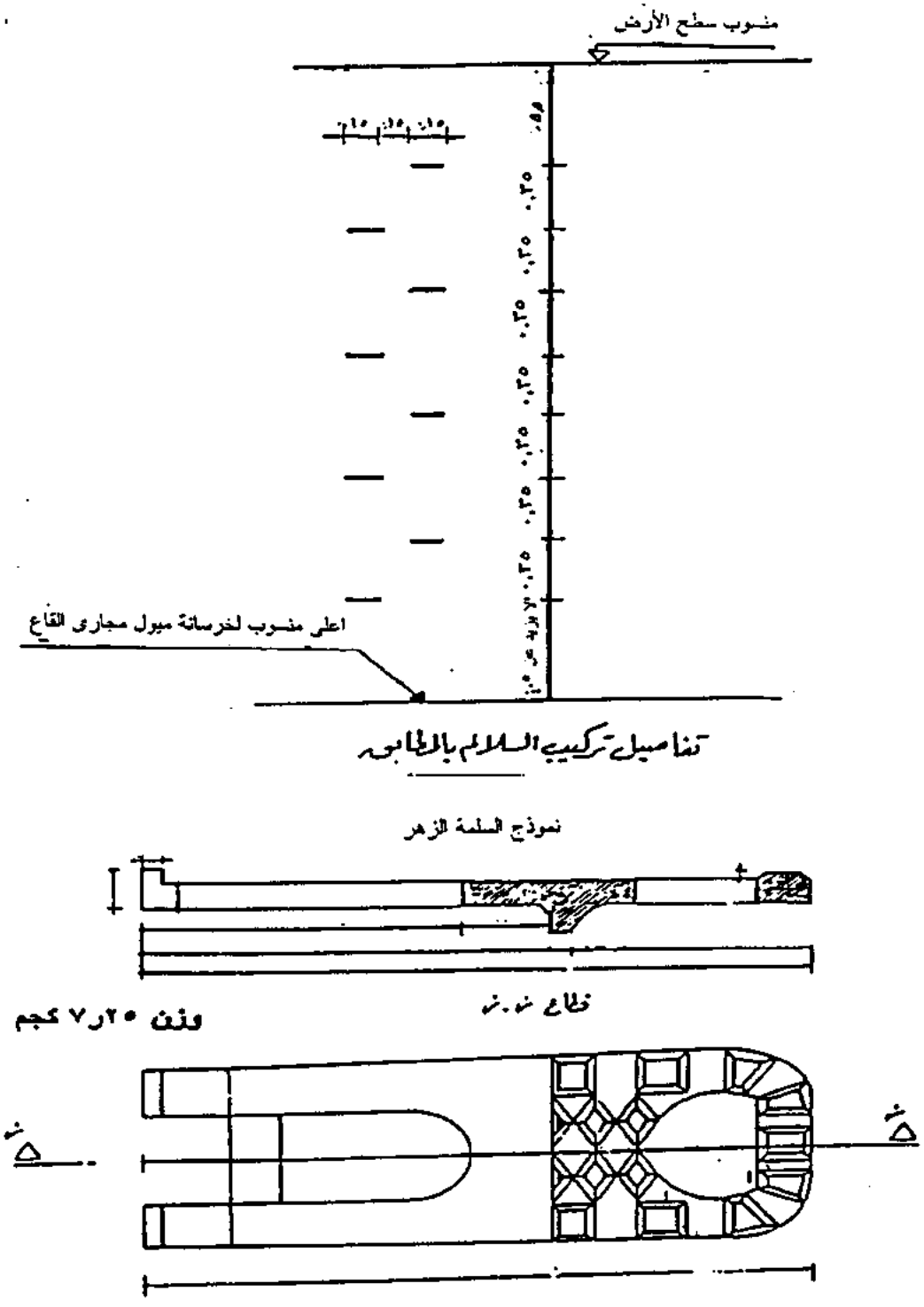
أبعاد ج- ٩٠سم × ٩٠سم ٢٨٥ كجم،

الوزن د- ٣٥٠ كجم،

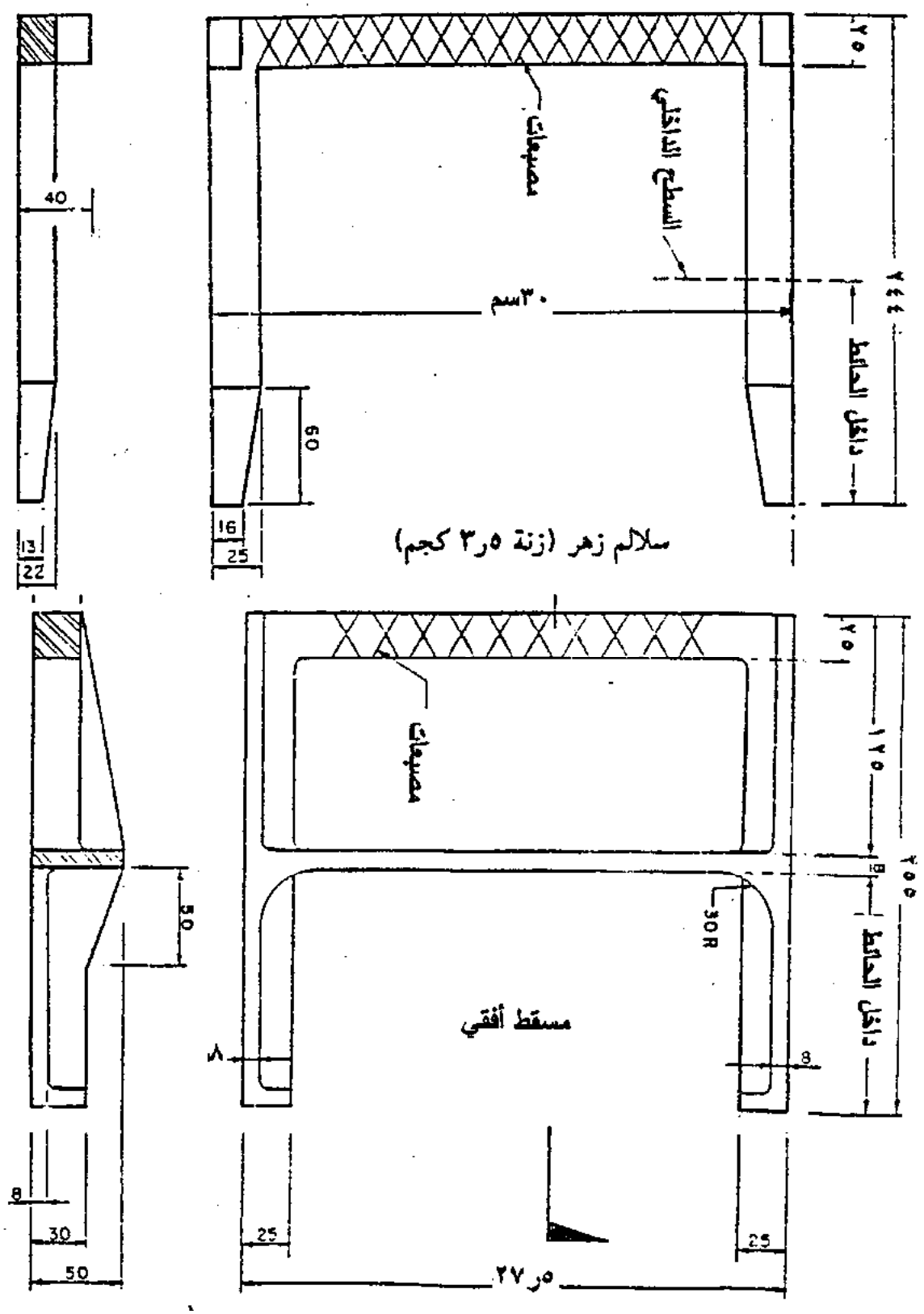
ه- ٣٢٠ كجم،

٧-٢-١-٥ السلالم الزهر

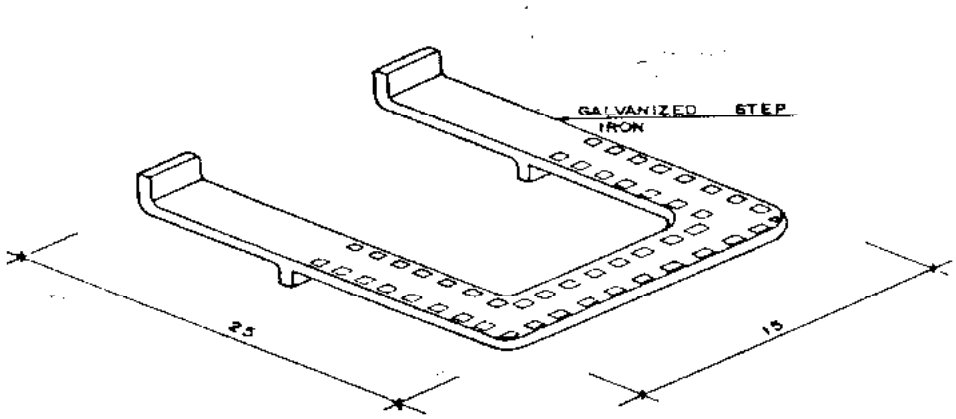
تركب السلالم الزهر لتسهيل نزول وصعود عمال الصيانة داخل المطبق. والأشكال أرقام (٧-١٣) ،(٧-١٤أ) ، (٧ – ١٤ب) توضح نماذج لهذه السلالم ويجب أن يختار مكان تركيب السلالم بعيدا عن مصب خطوط الصرف شكل رقم (٧-١٥). تحدد أوزان السلالم والاغطية الزهر، تبعا للجدول رقم (٧-٢). ويتم تركيب السلالم الزهر بالتبادل والمسافة الافقية بين صفى السلالم هى ١٥ سم وتكون المسافة بين الدرجة الاولى وسطح الارض ٥٥ سم ثم يتم تركيب الدرج بالتبادل على مسافات رأسية ٣٥ سم بحيث تكون المسافة الرأسية بين الدرجة الأخيرة وسطح خرسانة الميول ≥ ٥٠سم.



شكل رقم (٧-١٣) تفاصيل السلالم و تركيبها بالمطابق نموذج رقم (١)



شكل رقم (٧-١٤أ) تفاصيل السلالم الزهر نموذج رقم (٢)

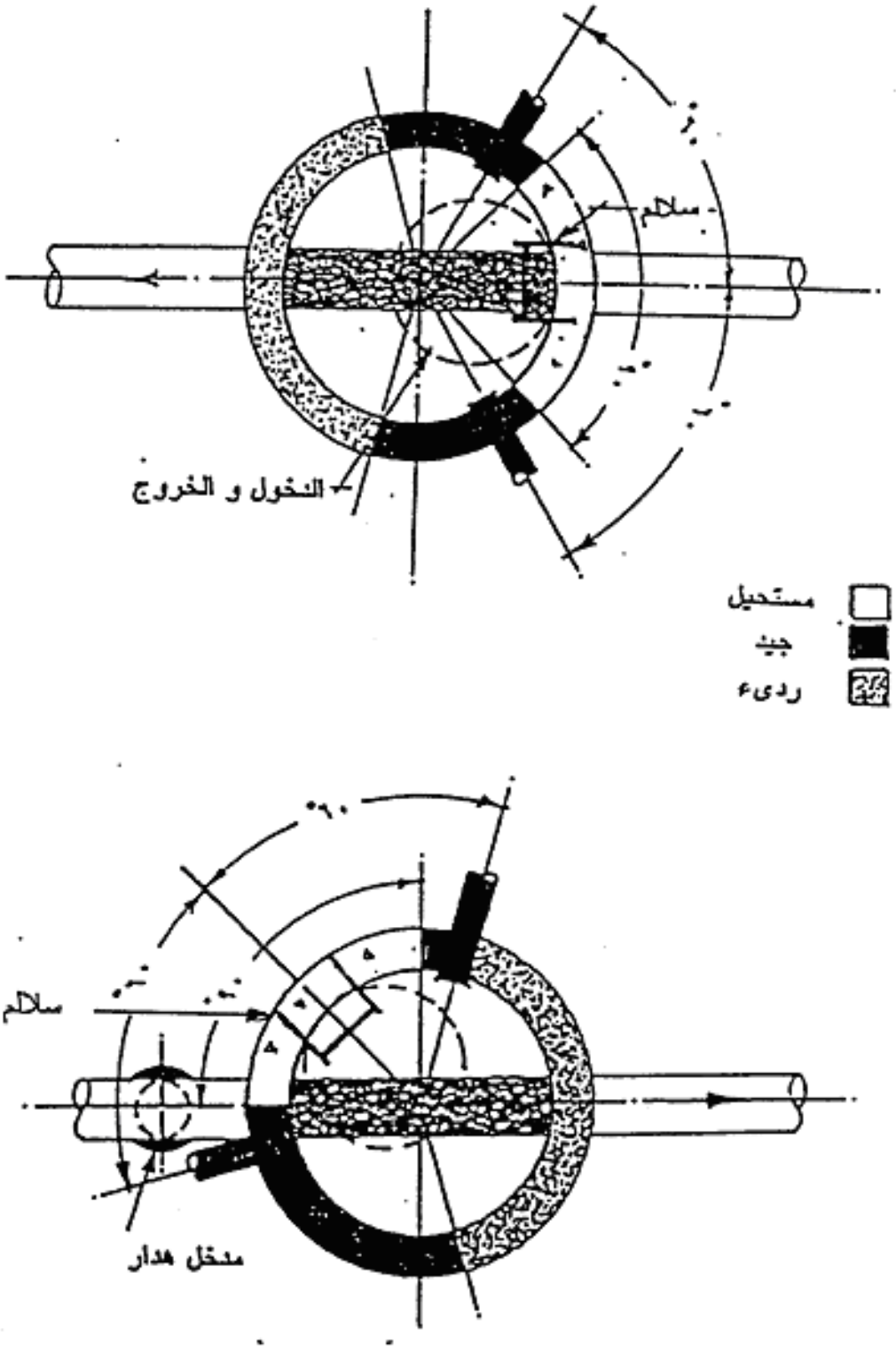


شكل رقم (٧-١٤ب) تفاصيل درج سلم نموذج رقم (٣)

جدول رقم (٧-٢) مقاسات وأوزان الأغطية والسلالم الزهر

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	أ	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
أكبر من ١.٢ وحتى ٢.٥	١.٠	ب	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧.٢٥	٠.٣٥	للمواسير حتى ٤٠٠مم
أكبر من ٢.٥ وحتى ٣.٥	١.٢	ج	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧٠.٢٥	٠.٣٥	(١٦ بوصة)
أكبر من ٣.٥	١.٢	د	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
حتى ٣.٠	١.٢	أ	مربع	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
اكبر من ٣.٠ وحتى ٤.٥	١.٢	ب	مربع	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	للمواسير أكبر من ٤٠٠مم (١٦ بوصة)
أكبر من ٤.٥	١.٢	ج	مربع	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
-	١.٥	د	مربع أم دائرى	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	تستخدم للمواسير ٩٠٠مم (٣٦بوصة)
-	أكبر من ١.٥	د	مربع أو دائرى	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	تستخدم للمواسير قطر ٩٠٠مم فأكبر

ويمكن إستعمال الغطاء المربع لجميع المطابق السابقة بدلا من الغطاء قطر ٧٦سم.



شكل رقم (٥-١٥)

إختيار أماكن تركيب السلالم بعيدا عن أماكن دخول الماسورة الى المطبق

٧-٢-١-٦ العزل الداخلى للمطابق

يمكن عزل المطابق بالدهانات الايبوكسية المقاومة للاحماض ثلاثة اوجه دون تخفيف وبسمك ٤٥٠ ميكرون بعد الجفاف.

وللمطابق الكبيرة يتم عزل الحوائط الداخلية بعمل كسوة من الطوب الازرق مع ملء فواصل المبانى بمادة ايبوكسية مقاومة للاحماض بعمق ٢.٥ سم مثل مادة FMA 151 أو ما يمثلها.

كما يمكن عزلها برقائق (P.V.C) على شكل (T-Lock).

٧-٢-١-٧ العزل الخارجى للمطبق

يدهن السطح الخارجى ثلاثة اوجه بمادة P.F.4 بسمك ٤٥٠ ميكرون بعد الجفاف:

٧-٣ أنواع المطابق

تشمل أنواع المطابق الشائعة الإستخدام فى مصر ما يلى:

١) مطابق مصبوبة فى الموقع من الخرسانة العادية.

٢) مطابق مصبوبة فى الموقع من الخرسانة المسلحة.

٣) مطابق خرسانية مسلحة سابقة الصب (سابقة التجهيز).

٤) مطابق الشوارع الضيقة، وتبنى بالطوب الازرق او الطوب الاسمنتى.

٥) مطابق المجمعات الدائرية سابقة الصب.

٧-٣-١ مطابق مصبوبة فى الموقع الخرسانة العادية

المطابق المصبوبة فى الموقع من الخرسانة العادية يمكن تنفيذها على الأشكال التالية:

١ – مطابق مستديرة.

٢ – مطابق مربعة.

٧-٣-١-١ نماذج المطابق (Manhole Types)

تنشأ المطابق طبقا لاحد النماذج التالية:

- مطابق دائرية ذات قطر داخلى لا يزيد عن ٠.٦م، ويسمى مطبق رقبة ويستعمل فى بداية الفرعات ولأعماق اقل من ١.٢٠م.

- مطابق دائرية ذات قطر داخلى لا يزيد على ١.٠٠م، وتستعمل للأعماق حتى ٢.٥م.
- مطابق دائرية ذات قطر داخلى لا يزيد على ١.٠م وتستعمل للأعماق اكبر من ٢.٥م. وتوضح الاشكال رقم (٧-١٦) فى المطبق الدائرى. كما يعض الجدول رقم (٧-٣) ابعاد المطابق الدائرية.
- مطابق مربعة ابعادها الداخلية لا تقل عن ١.٢م، وتستعمل لجميع الاعماق للأقطار اكبر من ٤٠٠مم (١٦ بوصة). ويوضح الجدول رقم (٧-٤) ابعاد المطابق المربعة. وتوضح الاشكال رقم (٧-١٧) قطاعات فى المطبق المربع.
- مطابق مربعة او مستطيلة تستخدم فى المجمعات وتحدد ابعادها الداخلية طبقا وعمق مواسير المجمع.
- مطابق ساقطة (هدارات) قطرها الداخلى لا يقل عن ١.٢م، وتستعمل فى حالة تقابل ماسورتين احداهما على عمق صغيرة والأخرى على عمق كبير، والمسافة الرأسية بينهما لا تقل عن ١.٠٠م، حتى لا تصب الماسورة العليا فى تجويف المطبق. وتصل الماسورة الى المطبق عن طريق ماسورة رأسية خارج تجويف للمحافظة على جسمه من النحر. ويوضح الشكلان رقم (٧-١٨)، (٧-١٩) مطابق دائرية ومربعة بهدارات.

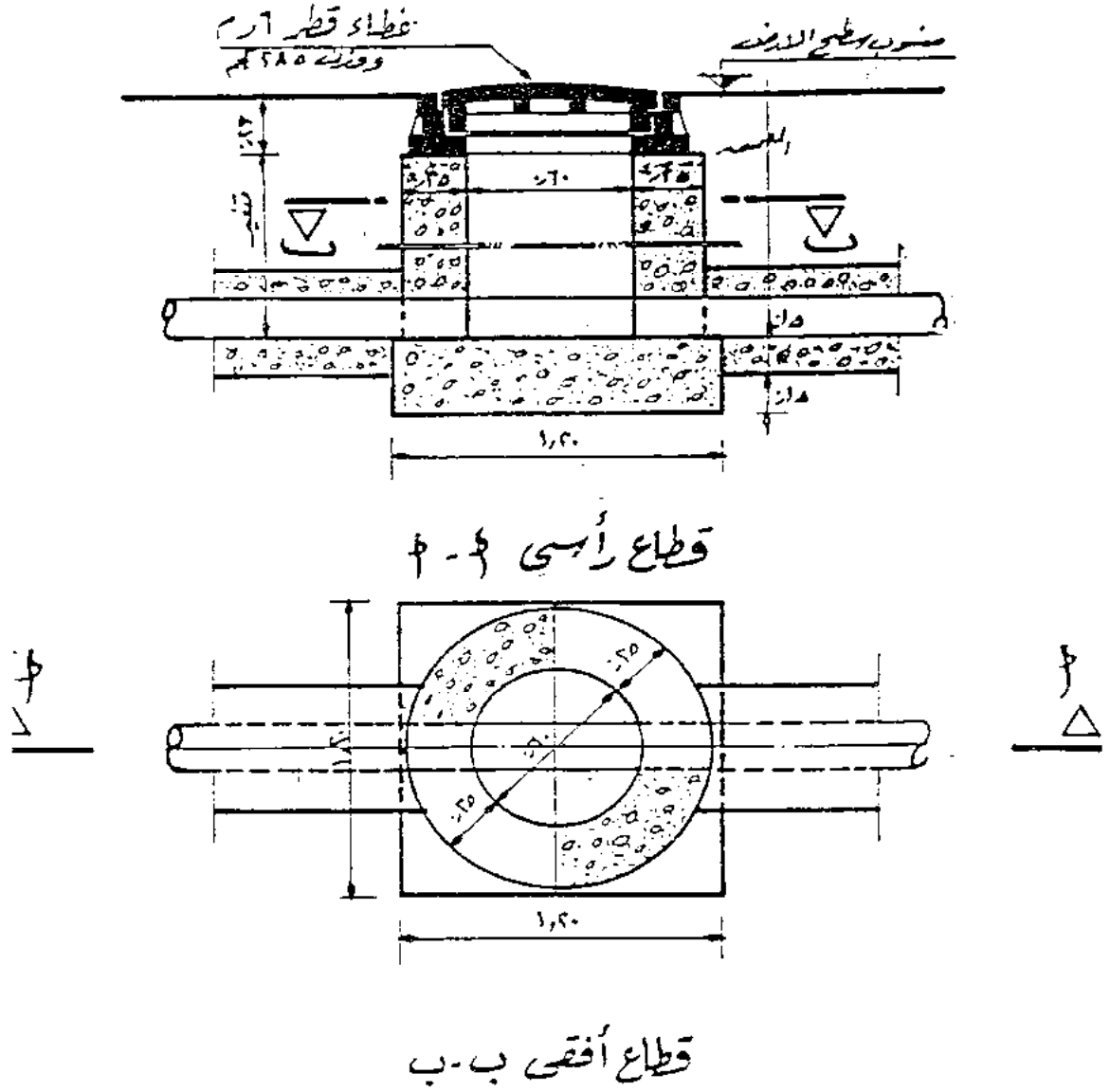
وكذلك الأشكال (٧-٢٠) ، (٧-٢١) ، توضح تفاصيل المطابق المنفذة بالموقع.

٧-٣-١-٢ طريقة التنفيذ للمطابق المصبوبة بالموقع من الخرسانة العادية:

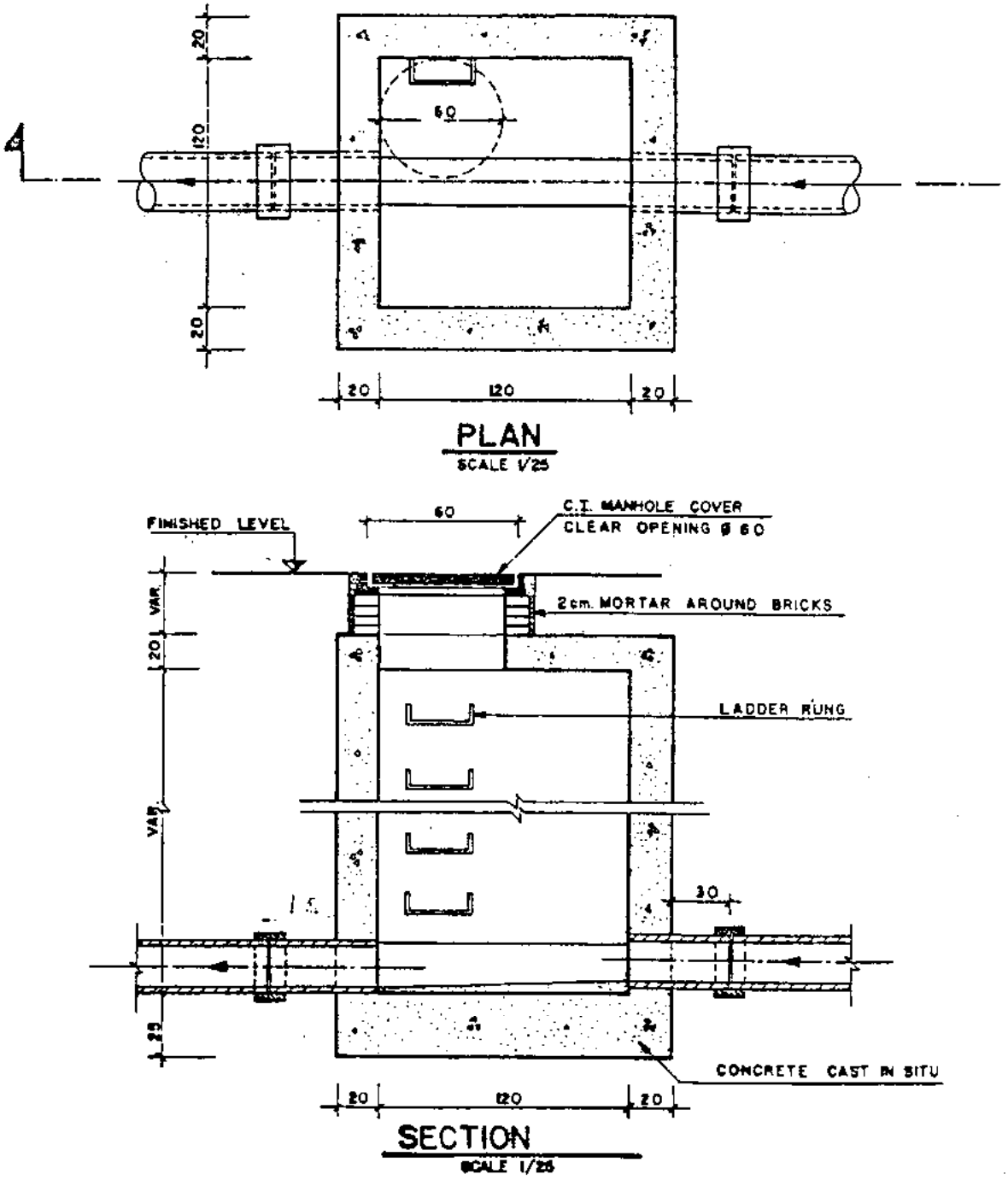
١) اجراء عملية الحفر وصلب الجوانب اذا لزم الامر.
٢) صب القاعدة الخرسانية على المنسوب المحدد بالرسومات.
٣) وضع المواسير الداخلة الى المطبق والخارجة منه وضبط الاتجاهات والمناسيب.
٤) صب مجارى القاع وتشكيلها حتى يمكن صب الحوائط.
٥) البدء فى التجهيز لصب حوائط المطبق وتستعمل الفرم الصاج (المستديرة او المربعة) لسرعة التنفيذ. دهان الفرم الصاج بدهان يمنع التصاق الخرسانة ثم ضبط رأسيتها ومكانها فوق المواسير وتثبيتها فى مكانها حتى اتمام الصب (يتم استخدام الاسمنت المقاوم للكبرتيات بنسبة ٣٥٠كجم/م^3.
٦) فك الفرمة فى اليوم التالى ومعالجة الخرسانة برش المياه ثم تركيب الفرمة الثانية وتثبيتها ثم الصب آخر فرمة بارتفاع يناسب منسوب الطريق (يتم صب جزء من الفرمة).

٧) عمل السقف (فى حالة المطبق المربع) من الخرسانة، ووصلة مائلة (للمطبق المستدير وتسمى الحطة المائلة)، ارتفاع الجزء المائل ٥٠سم فى المطابق قطر ١.٠٠م وارتفاع ١.٠٠م للمطابق قطر ١.٢٠م أو أكبر.

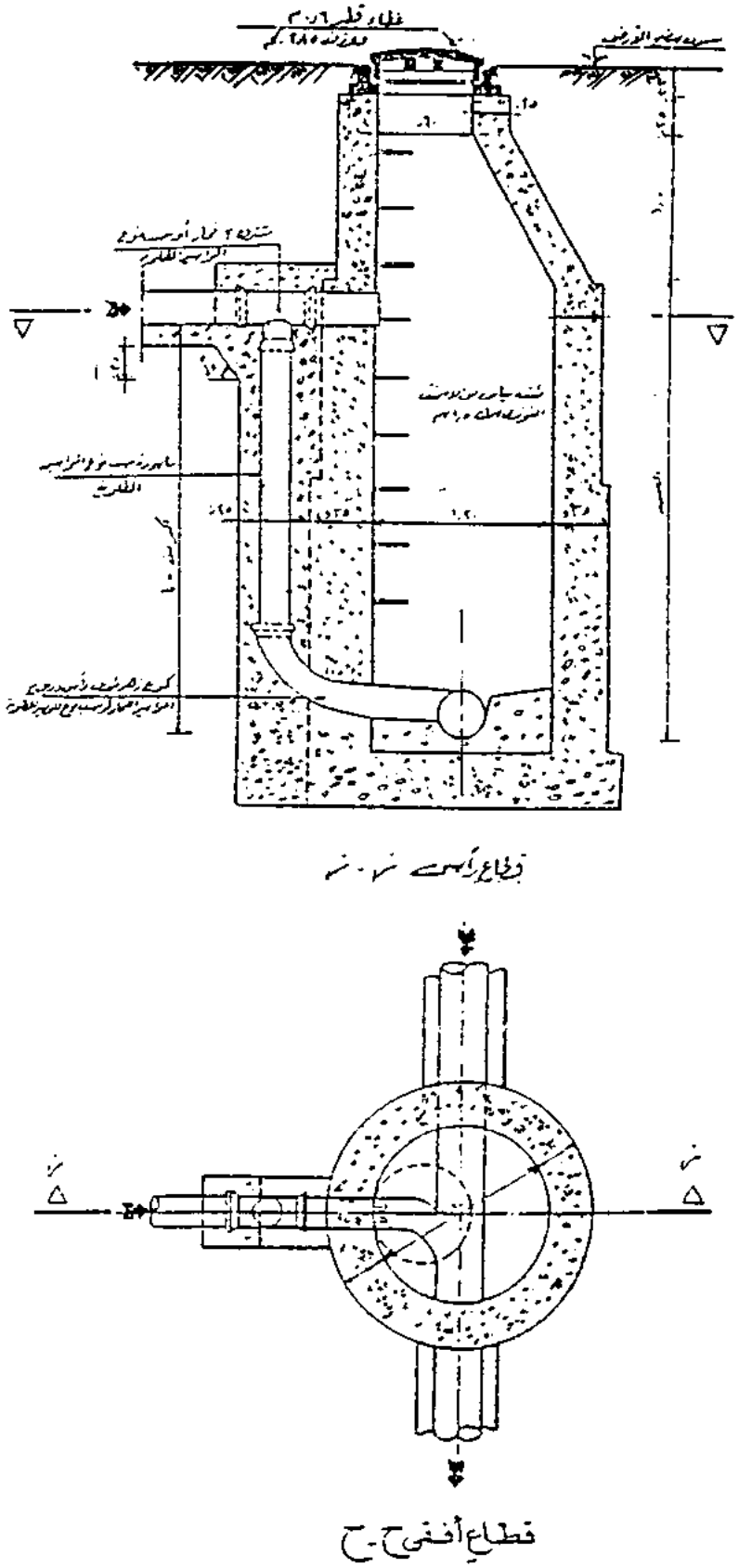
مطبق عمق أقل من ١ر٢٠ متر



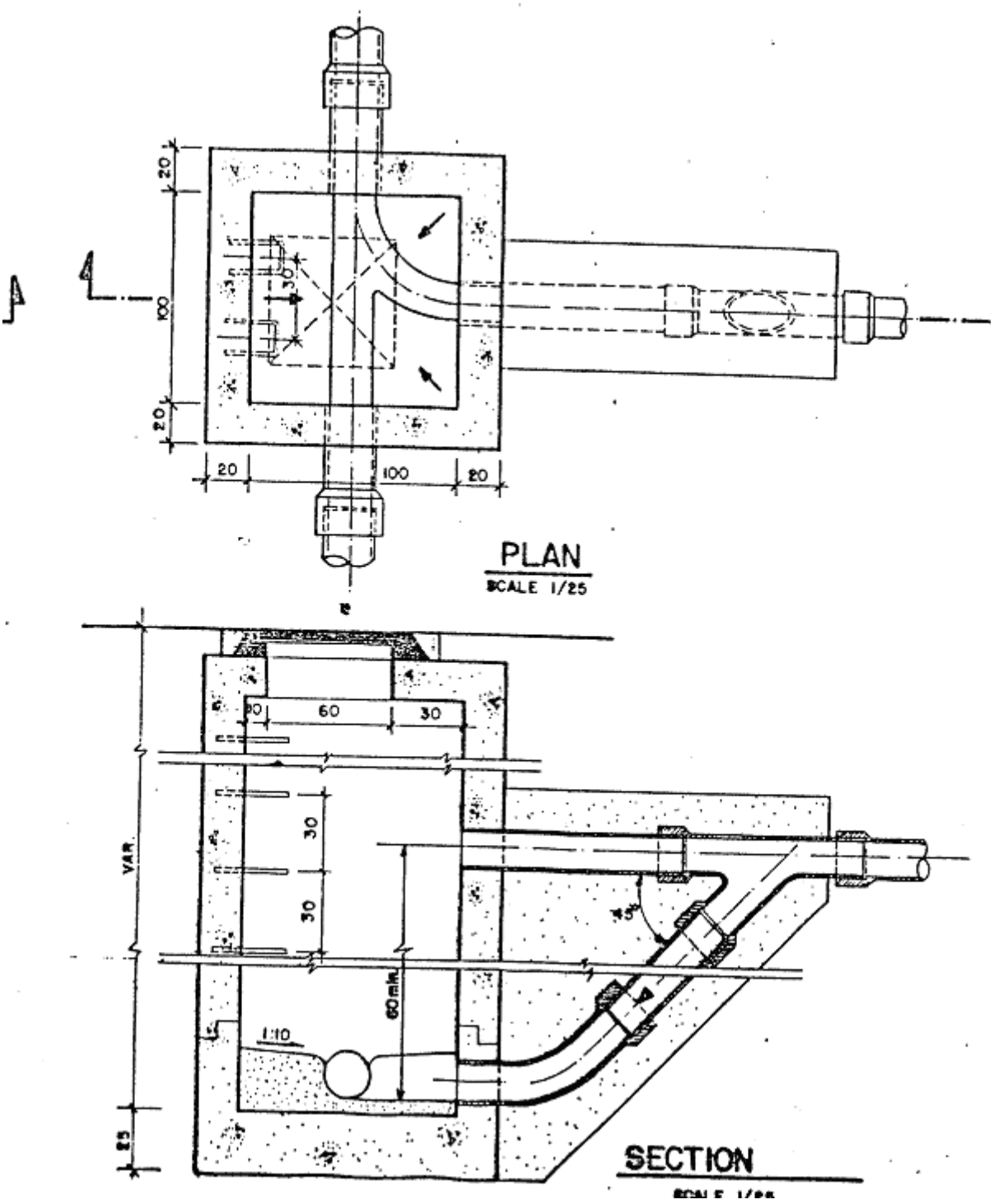
شكل رقم (٧-١٦) المطبق الدائرى



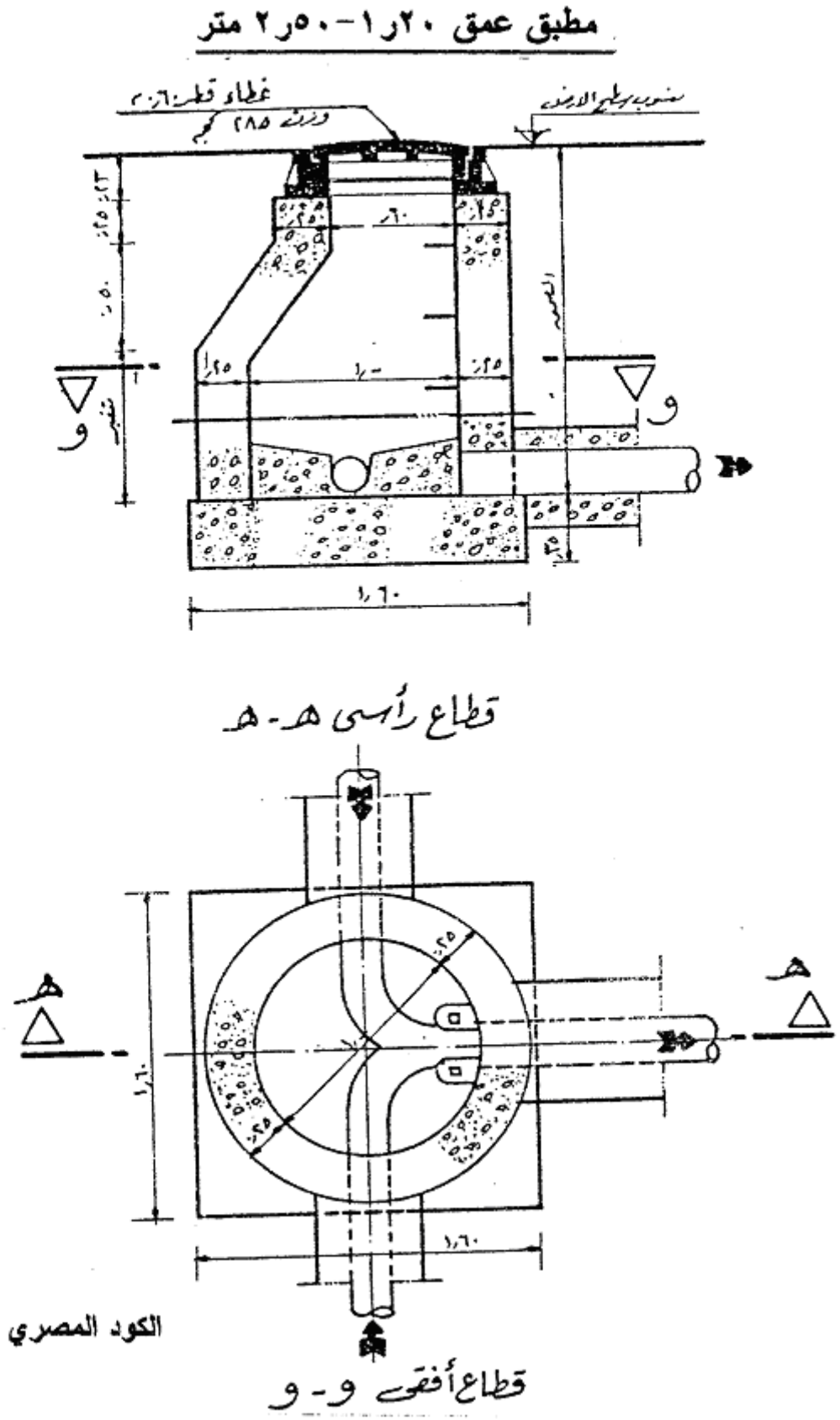
شكل رقم (٧-١٧) مطبق مربع عادى



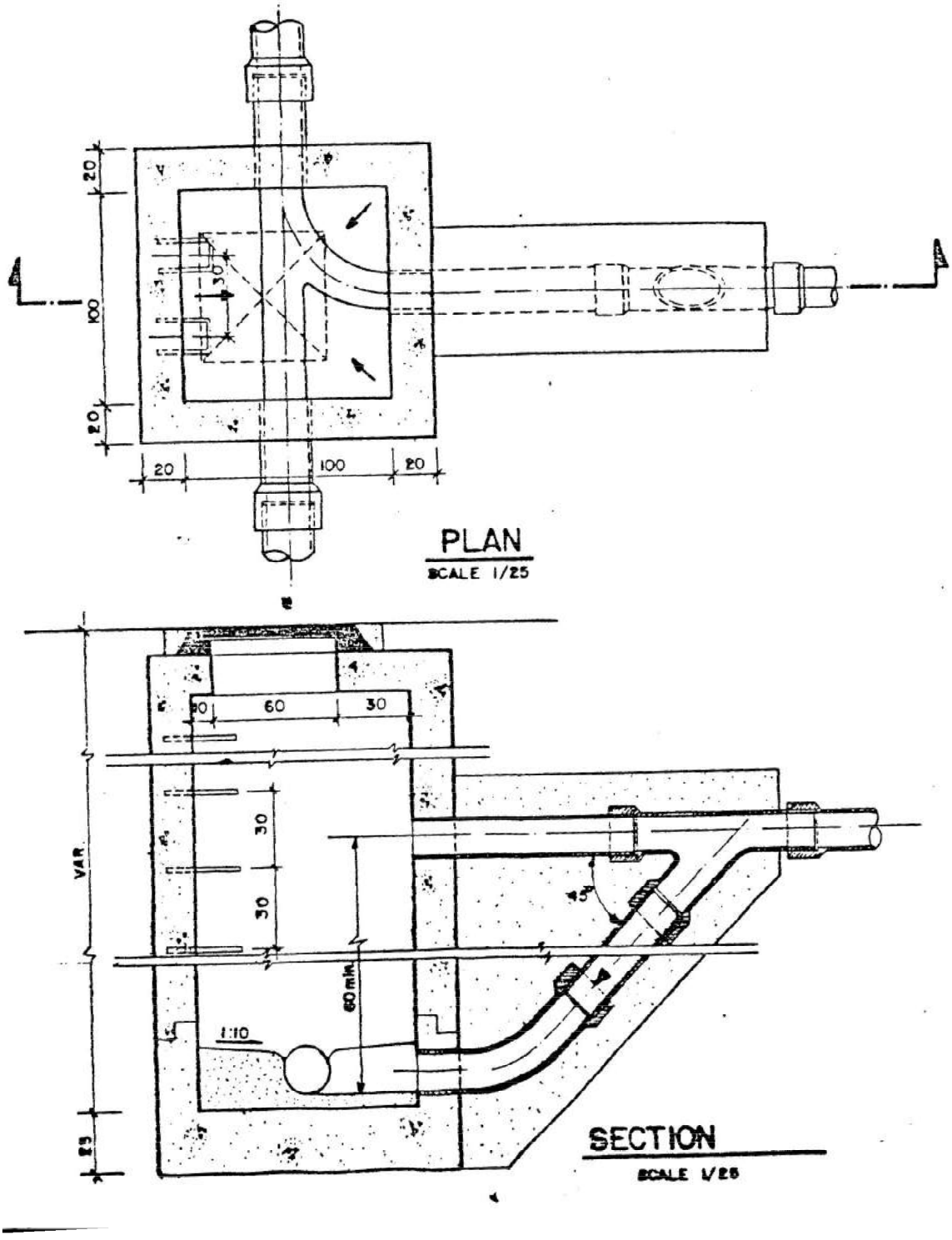
شكل رقم (٧-١٨) تفاصيل مطبق دائرى بهدار



شكل رقم (٧-١٩) تفاصيل مطبق مربع بهدار



شكل رقم (٧-٢٠) تفاصيل المطابق الدائرية المنفذة فى الموقع



شكل رقم (٧-٢١) تفاصيل المطابق بهدار المربعة المنفذة فى الموقع

عمل رقبة للمطبق من الخرسانة العادية فوق فتحة السقف ثم وضع الغطاء الزهر بحيث يكون افقيا تماما ومع منسوب الطريق.

٨) عمل شنايش فى حوائط المطبق لتركيب السلالم تم التحبيش عليها على ان يكون كل صف للسلالم على خيط رأسى واحد وتكون المسافة بين هذه السلالم متساوية ومناسبة.

٩) عمل بياض اسمنتى مقاوم للكبريتات على سطح البلشم (مجارى القاع) وعمل ميل الى الداخل ١:١٠.

١٠) بياض المطبق من الداخل فى حالة استعمال شدة خشبية.

١١) دهان المطبق من الداخل بالدهانات الايبوكسية المطلوبة طبقا للمواصفات.

١٢) عزل المطبق من الخارج بالبيتومين المؤكسد أول P.F.4

١٣) الردم حول المطبق بالأتربة النظيفة مع الدمك الجيد وذلك بعد إجراء تجارب الإستلام.

٧-٣-٢ المطابق المصبوبة فى الموقع من الخرسانة المسلحة

تنشأ هذه المطابق عادة على الخطوط والمجمعات الكبرى والتى تكون على اعماق كبيرة. وتكون طريقة ومواصفات الانشاء كما يلى:

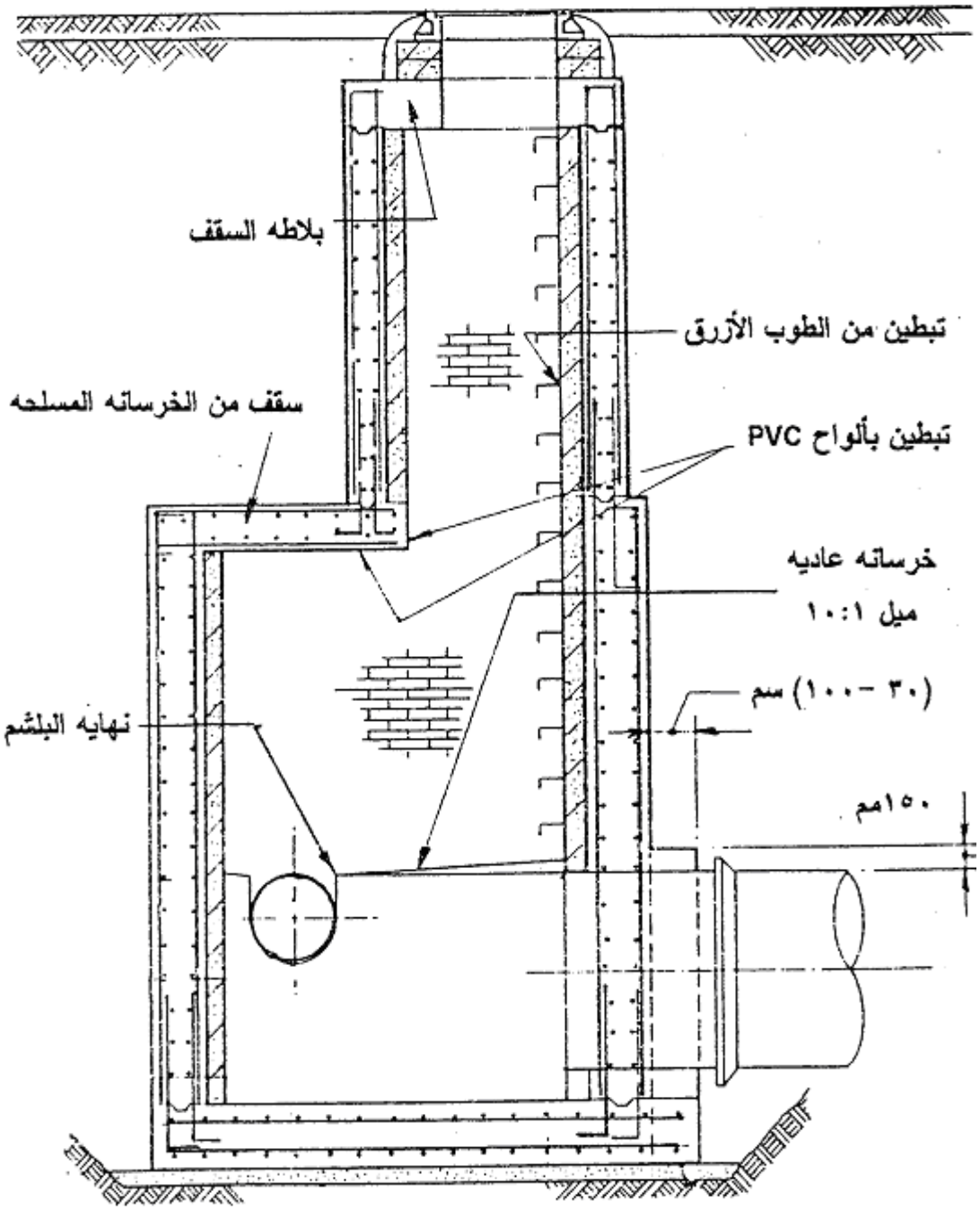
١. تجرى اعمال الحفر مع صلب الجوانب اذا لزم الامر مع التخلص من مياه الرشح ان وجدت.

٢.يتم صب الخرسانة العادية باستخدام الاسمنت المقاوم للكبرتيات – يتم عمل الشدات والفرم اللازمة لصب الارضية المسلحة.

٣.بعد الانتهاء من صب الارضية المسلحة، نبدأ فى عمل الشدات اللازمة للحوائط ثم التسليح والصب. ويراعى استخدام الاسمنت المقاوم للكبريتات بنسبة ٤٠٠ كجم اسمنت/م^{٣} كما يراعى اضافة مواد مانعة للرشح اثناء خلط الخرسانة. يراعى عمل كل ما يلزم لانتاج خرسانة عالية الجودة مثل اختيار المواد الجيدة بالاضافة الى الخلط والصب والدمك الميكانيكى.

٤.تعمل شدة السقف ثم يتم وضع رقائق من البولى فينيل كلورايد عليها. يوضع حديد التسليح ثم يتم الصب. يظهر السقف بعد فك الشدة مبطنا بالرقائق المقاومة للاحماض والغازات.

٥.تعمل مجارى القاع كما ذكر – ثم نبدأ فى عمل الكسوة من الطوب الاسمنتى بسمك نصف طوبة على أن يتم ربط الكسوة بكانات من الحديد المجلفن (ذيل اليمامة)، والتى تثبت فى الحائط بمسامير من الصلب بواسطة المسدس – شكل رقم (٧-٢٢) كل ١٠٠ سم فى الاتجاه الافقى و ٥٠ سم فى الاتجاه الرأسى والطرف الآخر داخل



شكل رقم (٧-٢٢) تفاصيل المطابق الخرسانية المسلحة المنفذة

٠٦العرموس. بينى الطوب الارزق على السيخ وبحيث يكون سمك الفاصل ٨ مم وعلى ان يترك الفاصل فارغا من المونة بعمق ٢.٥سم. ولتسهيل العمل يتم تصنيع السيخ بقطاع بسمك ٨مم وعرض ٢.٥ سم.

٠٧تنظف الفواصل جيدا من اى عوائق من المونة او الاتربة بواسطة ضغط الهواء، ثم تملأ هذه الفواصل بمادة ايبوكسية مقاومة للاحماض مثل FMA 151 (عبارة عن بيتومين مطبوخ مضاف اليه مادة لزيادة الصلابة).

٠٨يتم التحبيش على الفاصل بين نهاية الكسوة الطوب والسقف بنفس المادة الايبوكسية حتى لا يظهر اى جزء من خرسانة المطبق.

٠٩تعمل ثقوب فى حوائط المطبق لتركيب السلالم الزهر بحيث يخترق الكسوة الطوب ويدخل فى الحائط الخرسانى مسافة كافية. تملأ الثقوب بمادة كيمابوكسى ١٦٥ وتوضع السلالم داخلها وتزال اى مواد زائدة.

١٠تعمل رقبة فوق فتحة المطبق من الطوب الازرق او الخرسانة العادية مع ضبطها بارتفاع مناسب، ثم يركب الغطاء الزهر على ان يكون افقيا ومع منسوب الطريق ويكحل طوب الرقبة بالمادة الايبوكسية.

١١يدهن المطبق من الخارج بمادة P.F.4 ثلاثة أوجه على ان يكون سمك الدهان ٤٥٠ ميكرون بعد الجفاف.

١٢تجرى عملية الردم حول المطبق بالاتربة النظيفة مع الدمك الجيد حسب اصول الصناعة.

١٣يمكن تبطين الحوائط بالواح (P.V.C) على هيئة (T-Lock) حيث تثبت على الشدة الخشبية الداخلية قبل وضع حديد التسليح.

٧-٣-٢-١ المطابق الخرسانية المسلحة سابقة الصب (سابقة التجهيز بالمصانع)

ويمتاز هذا النوع من المطابق الخرسانية المسلحة سابقة التجهيز ما يلى:

١- الجودة الفائقة عن مثيله من الخرسانة العادية المصبوبة فى الموقع. حيث يتم تصنيع هذه المطابق بالمصنع من الخرسانة المسلحة وفى ظروف مثالية من حيث الخلط والصب والدمك الميكانيكى بالاضافة الى المعالجة المثالية.

٢- سرعة التنفيذ – حيث يستغرق تركيبه اقل من ساعة.

٣- الثمن المعتدل والزيادة الموجودة فى ثمن توريد المطبق عن المطبق المصبوب فى الموقع يقابلها السرعة التنفيذ، و التى تؤدى الى تقليل زمن استخدام شدات سند جوانب الحفر او زمن استخدام وسائل التحكم فى المياه الجوفية، مما يؤدى فى النهاية الى تكلفة معتدلة قد تكون اقل من تنفيذ المطبق بالموقع.

٤- يناسب جميع اقطار المواسير واى ارتفاعات مطلوبة. ومن أجل ذلك يتم انشاء المطبق على اجزاء ذات ارتفاعات مختلفة للحصول على الارتفاع المطلوب للمطبق.

مثلا:

حلقات ارتفاع: ٢٥سم، ٥٠سم، ١٠٠سم

او حلقات ارتفاع: ٣٣سم، ٦٦سم، ٩٩سم

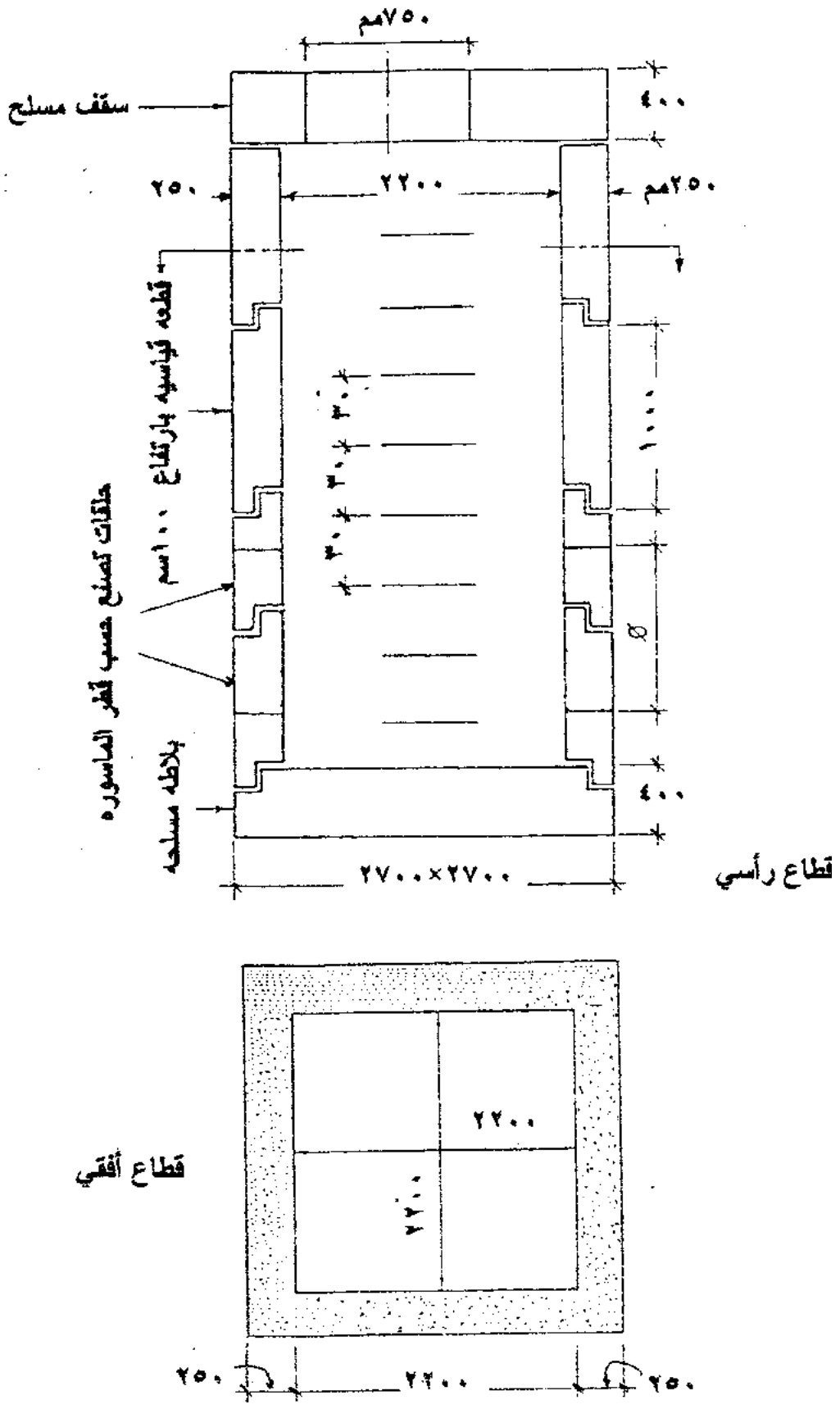
ويمكن باستخدام هذه الارتفاعات المختلفة الحصول على الارتفاع المطلوب للمطبق. ويوضح الشكلان رقما (٧-٢٣) ، (٧-٢٤) نماذج مختلفة للمطابق الجاهز.

٧-٣-٢-٢ طريقة التنفيذ للمطابق الخرسانية سابقة التجهيز

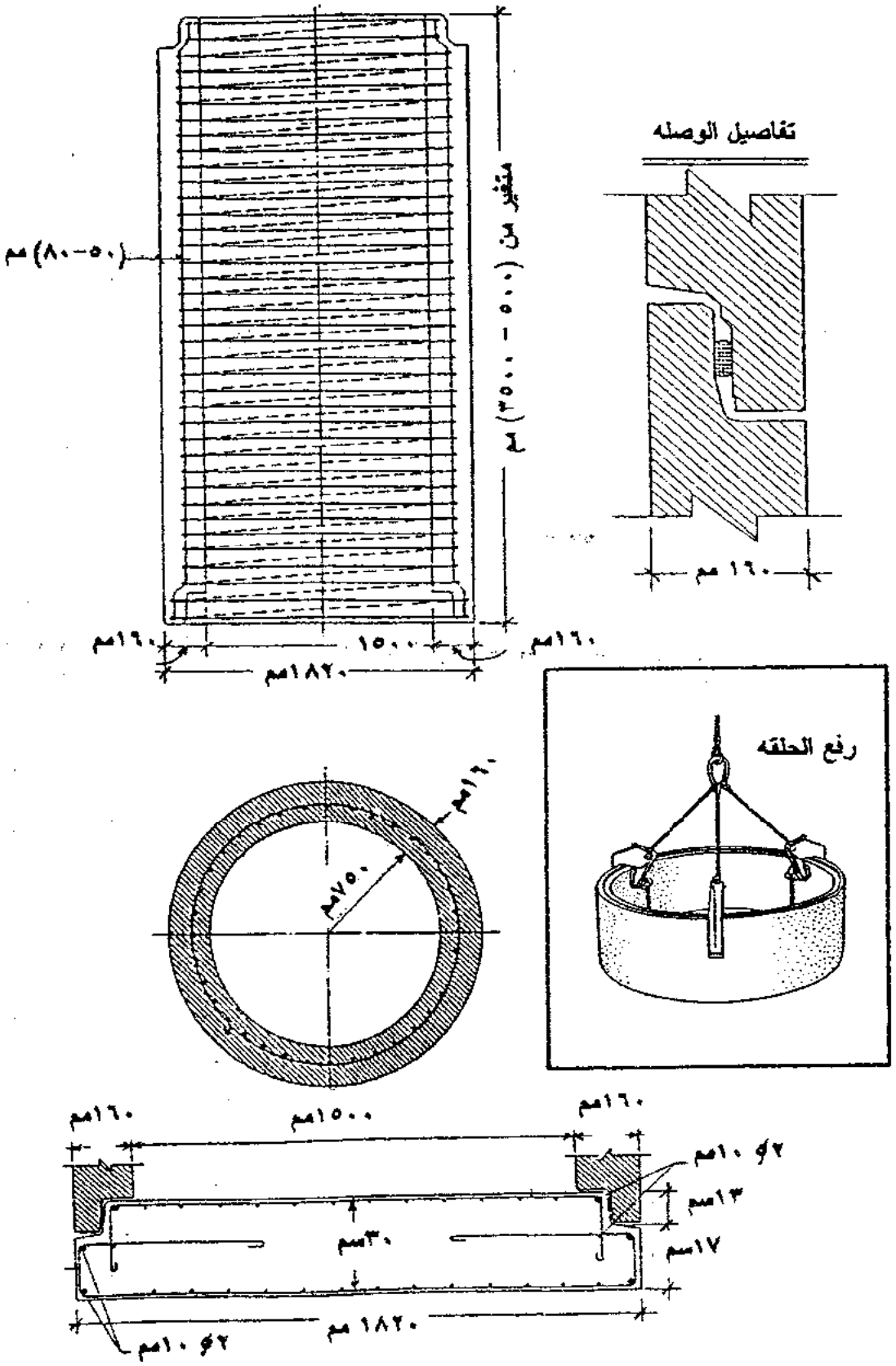
يتم توريد المطبق سابق التجهيز من المصنع بالأجزاء الآتية:

- الأرضية من الخرسانة المسلحة.
- الحلقات من الخرسانة المسلحة مع عمل الفتحات اللازمة لدخول او خروج مواسير الصرف. بالاضافة الى وجود الثقوب اللازمة لتركيب السلالم. هذه الحلقات قياسية بارتفاع ٩٩سم، ٦٦سم، ٣٣سم، وذلك للحصول على الارتفاع المطلوب للمطبق وتكون مدهونة بمادة ايبوكسية عازلة من الداخل.
- السقف من الخرسانة المسلحة سمك ٢٠-٢٥سم وبه الفتحة اللازمة للنزول والخروج.

جميع الاجزاء الخرسانية مدهونة من الخارج بمادة البيتومين او بمادة (P.F.4) بسمك ٤٥٠ ميكرون طبقا للمواصفات وجميع الاسقف مبطنة من الداخل بالبولى ايثيلين.



شكل رقم (٧-٢٣) نماذج المطابق الخرسانية سابقة الصب



شكل رقم (٧-٢٤) نماذج المطابق الخرسانية سابقة الصب

ملاحظات:

لطلب المطبق من الشركة المنتجة يتم تحديد الاتى:

١- قطر المطبق.

٢- ارتفاع المطبق ويتم التوريد لعدد من الحلقات القياسية وقد يحتاج الامر الى حلقات خاصة يتم تصنيعها لضبط ارتفاع المطبق.

٣- مناسيب وقطر وزاوية كل فتحة فى المطبق على أن يساوى قطر الفتحة القطر الخارجى للماسورة + (٥سم – ١٠سم).

٤- الفتحات اللازمة لتركيب السلالم.

٧-٣-٢-٣ خطوات التنفيذ للمطابق سابقة التجهيز

١- الحفر مع صلب الجوانب حتى منسوب التأسيس. يتم فرش طبقة من الخرسانة العادية او الرمل او كسر الحجر الجيرى بسمك (٧-١٠سم).

٢- تنزيل قاعدة المطبق مع ضبط الافقية. توضح المادة المانعة للرشح على الوصلة بين كل حلقتين مثل مادة سيلا ستريب او بوتيل ستريب او بوتيل ربر – وهى مادة بيتومينية مثل الحبل لها قطاع التالية فتنضغط المادة البيتومينية لتملأ الفراغ بين الحلقتين. تستخدم المادة البيتومينية للمطابق قطر ١.٢ متر، اما المطابق الاكبر فيتم استخدام الحلقة المطاط – ويوضح الشكل رقم (٧-٢٥) أجزاء المطبق سابق الصب.

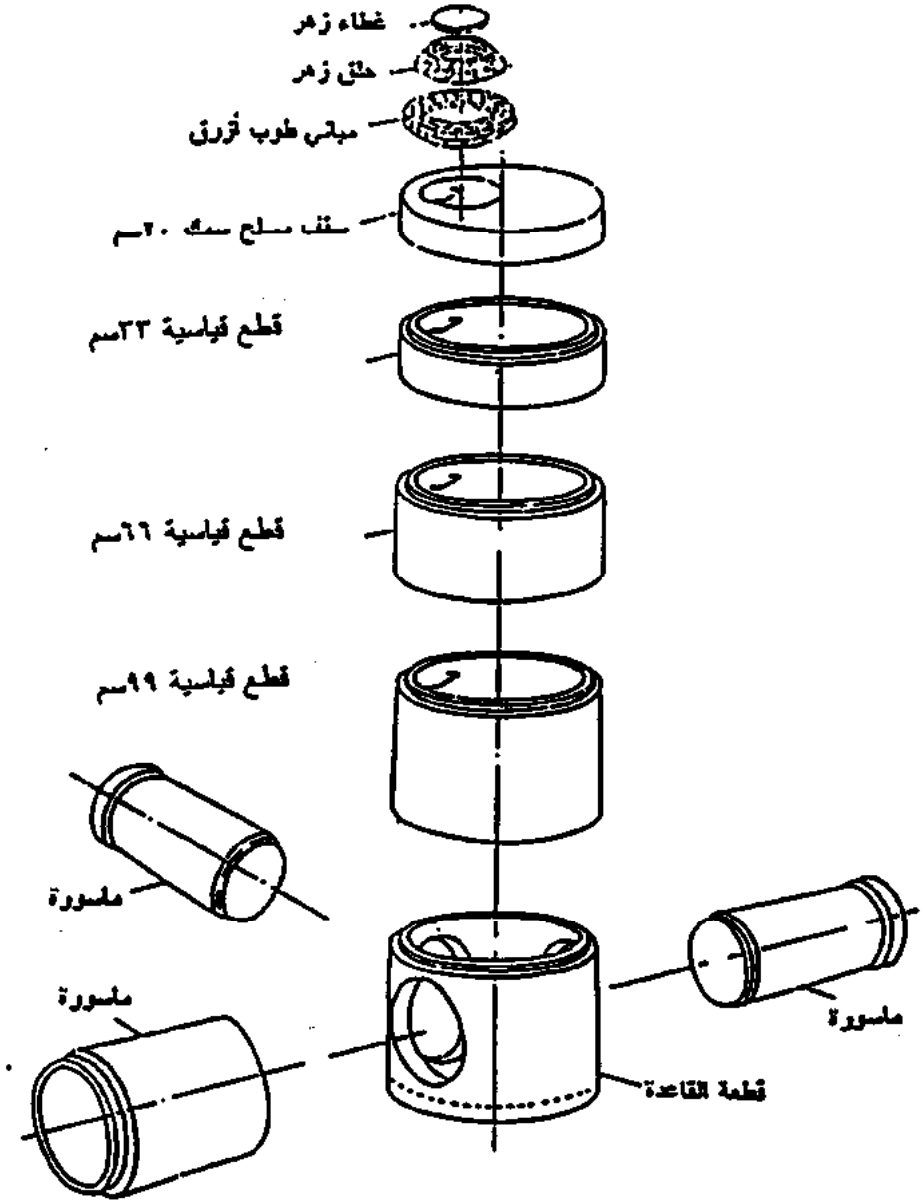
٣- استكمال تركيب باقى الحلقات – ونظرا لانه قد تدعو الحاجة الى تركيب حلقة بارتفاع معين ليلائم منسوب الطريق – فمن الممكن ان يتم تصنيعها بالمصنع.

٤- وضع السقف على الحلقة الأخيرة مباشرة. تبنى مبانى من الطوب الازرق مع التكحيل فوق فتحة السقف ثم يوضع الغطاء الزهر بحيث يكون مع منسوب الطريق (السطح العلوى للسقف اوطى من منسوب الطريق بمسافة ٤٠سم).

٥- عمل مجارى القاع كما سبق ذكره. تملأ الفواصل من الداخل والخارج بمونة اسمنتية مقاومة للكبريتات ثم دهانها.

٦- ملء الثقوب المخصصة لتركيب السلالم بمادة كيمابوكسى ١٦٥ أو مونة اسمنتية مضاف اليها اديبوند ثم توضع السلالم داخل هذه الثقوب وتزال اية زوائد من مونة تحبيش السلالم التى تركب على خيط رأسى وميزان مياه.

٧- دهان المطبق من الداخل بمادة مقاومة للاحماض مثل سيروتكت أم ٢ أو كيمابوكسى ١١٠ أو ما يماثلها – وقد يطلب كسوة المطبق من الداخل بالطوب الازرق، فيتم التنفيذ كما ذكر.



شكل رقم (٧-٢٥) أجزاء المطبق سابق الصب (التجهيز)

٧-٣-٢-٤ ملاحظات فنية لانشاء المطابق سابقة التجهيز:

أ – يراعى عند دخول اى خط صرف جديد ان يكون بعيدا عن مكان الوصلة بمقدار ٢٠سم.

ب – عند دخول او خروج المواسير، تركب ٢ وصلة مواسير (مواسير ذات وصلات مرنة) بطول ٣٠ سم الى ١٠٠ سم (لكل وصلة) حيث تسمح هذه الوصلات بهبوط المطبق دون حدوث كسر فى الخط .

ج – يفضل عمل عمود تهوية قطر ٢ "للمطابق كل ٢٥٠ متر للتخلص من الغازات المتكونة والضارة بالمطبق والمواسير. يمتد هذا العمود من اسفل سقف المطبق عليه – ينفذ عمود التهوية بقطر اكبر للمجمعات الكبرى.

د – ينتج حاليا مطابق سابقة التجهيز من الفيبرجلاس وهى خفيفة الوزن وغالية الثمن ولا تحتاج الى اى نوع من العزل الداخلى او الخارجى. تنتج هذه المطابق حسب المواصفات الامريكية ASTN D37358 . والجداول أرقام (٧-٣)، (٧-٤) يوضحان الاعماق والابعاد القياسية لنماذج المطابق المختلفة.

جدول رقم (٧-٣)

الأعماق القياسية لنماذج المطابق الأربعة

قطر الماسورة الخارجة من المطبق مم	عمق المطبق (من الأرض الطبيعية الى قاع ماسورة الخوج)	
	من سطح الارض – ٣.٥ متر	عمق اكبر من ٣.٥ متر
١٧٧-٣٧٥	النموذج الأول	النموذج الثانى
٤٠٠-٥٠٠	النموذج الثانى	النموذج الثانى
٦٠٠-٨٠٠	النموذج الثالث	النموذج الثالث
٩٠٠-١٢٠٠	النموذج الرابع	النموذج الرابع

جدول رقم (٧-٤)

الأبعاد القياسية لنماذج المطابق الأربعة

نموذج المطبق	مقاسات المطبق
النموذج الأول	قطر ١٢٠٠ مم
النموذج الثانى	قطر ١٥٠٠ مم
النموذج الثالث	قطر ١٨٠٠مم أو مربع ١٥٠٠×١٥٠٠
النموذج الرابع	مربع ٢٢٠٠ × ٢٢٠٠

٧-٣-٣ مطابق المجمعات الدائرية سابقة الصب

١- يتم الحفر على محور المجمع عند موقع المطبق مع صلب جوانب الحفر اذا استلزم الامر ذلك.

٢- نبدأ فى تكسير بدن الماسورة عند الراسم العلوى تماما وبقطر المطبق الخارجى حتى تثقب الماسورة ويكشف حديد التسليح.

٣- يقطع حديد التسليح ويثنى الى أعلى.

٤- توضع الفرمة الداخلية – رأسية تماما – يتم عمل التسليح اللازم للحلقة الاولى من المطبق مع تداخل حديد تسليح الحلقة الاولى للمطبق.

٥- توضع شدة خشبية او معدنية داخل الماسورة اسفل المطبق.

٦- توضع الفرمة الخارجية مع ضبط رأسيتها وتثبيتها مع تشكيل الوصلة فى نهاية الفرمة.

٧- نبدأ الصب داخل الفرمة مع استخدام الهزازات للدمك الجيد.

٨- يتم فك شدات وفرم الحلقة الخرسانية الاولى، ثم توضع الحلقة المطاط على الوصلة ثم تركب الحلقة الخرسانية التالية (سابقة الصلب).

٩- يستكمل تركيب باقى الحلقات حتى منسوب الطريق. ينفذ باقى بنود المطبق

١٠- تنفذ مطابق مصبوبة فى الموقع فى أماكن وجود إنحراف أو هدار او تغير فى نوع او قطر الماسورة كما ذكر من قبل.

ملحوظة:

١- يمكن الاستغناء عن البنود ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧ وذلك فى حالة توريد مشتركات (ماسورة بفرع) يركب عليها حلقات المطبق.

٢- لا تستعمل هذه المطابق عند اماكن الهدارات او الاركان.

٣- الحلقة الاولى على المجمع يتم صبها اما باقى الحلقات سابقة الصب فيتم تركيبها.

٧-٣-٣-١ انشاء المطابق على المجمعات من المواسير الخرسانية المسلحة

يوجد نوعان من المطابق:

١ – مطابق تنشأ فى الموقع على مجمع المواسير:

وهى المطابق التى من المحتمل ان تستقبل خطوط صرف مستقبلا – اى التى يكون موقعها امام شارع جانبى او مطابق الناصية او مطبق هدار. تنفذ هذه المطابق من الخرسانة المسلحة فى الموقع وبالمواصفات الفنية كما ذكر من قبل.

٢ – مطابق سابقة التجهيز:

وتتم عملية الإنشاء كما يلى:

١- تترك فتحة دائرية فى مكان المطبق أثناء الصب قطرها = قطر الخارجى للمطبق يتم وضع إشارات من حديد التسليح حول الفتحة وبالعدد والقطر المماثل لتسليح المطبق.

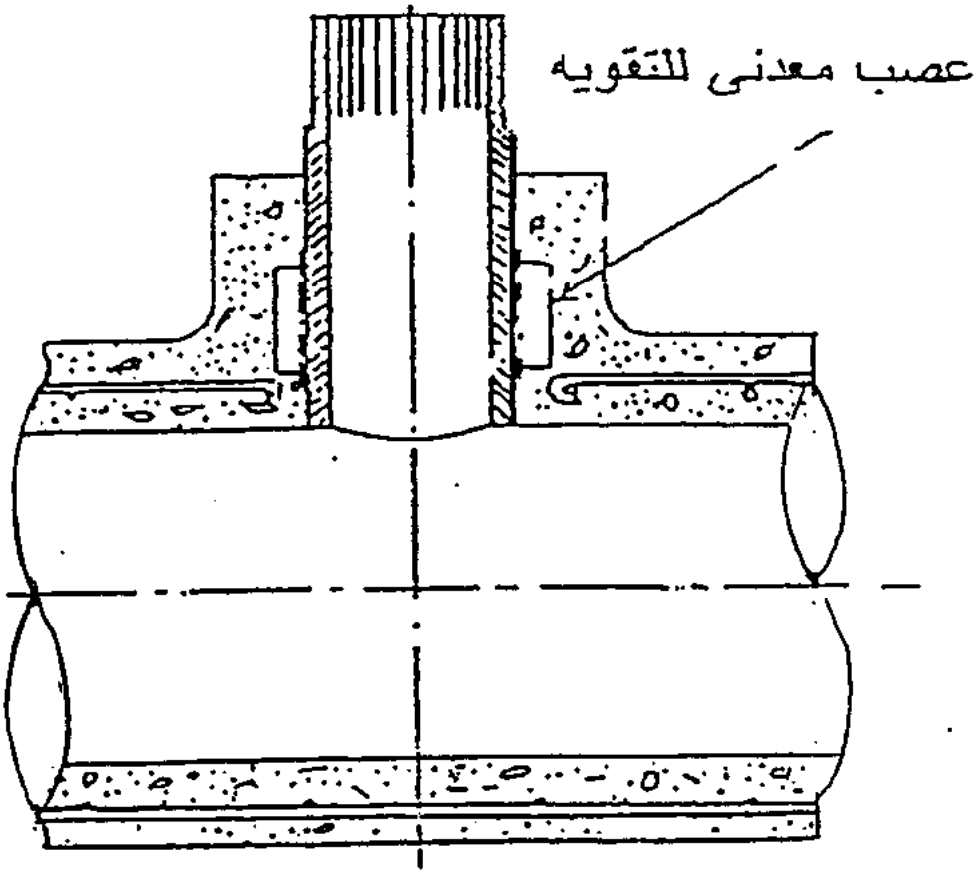
٢- توضع الفرمة الدائرية (الداخلية) بقطر المطبق وفى المكان المطلوب وتضبط رأسيتها تماما. بعد تركيب الفرمة – يتم عمل التسليح اللازم على فرمة المطبق بحيث يتداخل حديد تسليح المطبق مع تسليح المجمع الخرسانى.

تشكل الوصلة فى نهاية هذا الجزء، والتى تتلائم مع تركيب الوصلات التالية والتى ستكون حلقات خرسانية سابقة الصب.

٤- تركب الحلقة المطاط على الوصلة ثم تركب الحلقة الخرسانية التالية وهكذا، ويستكمل العمل فى المطبق حتى منسوب الطريق.

٧-٣-٣-٢ تنفيذ المطابق على الفرمة المطاط

تنفذ المطابق بنفس الطريقة السابقة لإنشاء المجمعات بواسطة الفرم المعدنية كما هو موضح بالشكل رقم (٧-٢٦).



شكل رقم (٧-٢٦) إنشاء المطبق على الفرمة المطاط

٧-٣-٤ طريقة تنفيذ المطابق المنفذة بالموقع من الخرسانة العادية:

أ - تجرى عملية الحفر وصلب الجوانب اذا لزم الامر.

ب - صب القاعدة الخرسانية على المنسوب المحدد بالرسومات.

ج - نبدأ فى التجهيز لصب حوائط المطبق وتستعمل الفرم الصاج (المستديرة أو المربعة) للسرعة. يتم دهان الفرم لاصاج بجهان يمنع التصاق الخرسانة ثم تضبط راسيتها ومكانها فوق المواسير وتثبيتها فى مكانها حتى اتمام الصب.

د - تلفك الفرمة فى اليوم التالى وتعالج الخرسانة برش المياه ثم يتم تركيب الفرمة الثانية ثم تثبيتها ثم الصب. يتم صب اخر فرمة بارتفاع يناسب منسوب الطريق.

يعمل السقف (فى حالة القطاع المربع من الخرسانة المسلحة ووصلة مائلة للقطاع المستدير). يستخدم الاسمنت المقاوم للكبريتات وبنسبة ٣٥٠كجم/م^{٣}.

هـ – تعمل رقبة للمطبق من الطوب الازرق أو الخرسانة العادية فوق فتحة السقف ثم يوضع الغطاء الزهر بحيث يكون افقيا تماما ومع منسوب الطريق.

و – تعمل (شنايش) فى حوائط المطبق لتركيب السلالم ثم يتم التحبيش عليه على أن تكون السلالم على خيط رأسى واحد وتكون المسافة بين هذه السلالم متساوية ومناسبة.

ز – يتم صب مجارى القاع وتشكيلها لضمان تدفق المياه فى سهولة ويسر مع عمل بياض اسمنتى مقاوم للكبريتات على السطح وعمل ميل الى الداخل ١:١٠.

ح – يدهن المطبق من ا لداخل والخارج بالدهانات المطلوبة طبقا للمواصفات.

ط – الردم حول المطبق بالاتربة النظيفة مع الدمك الجيد.

العزل الداخلى

يمكن عزل المطابق بالدهانات الايبوكسية المقاومة للاحماض مثل كيمابوكسى ١١٠ أو سيروتكت أم^{٣} ثلاثة أوجه دون تخفيف وبسمك ٤٥٠ ميكرون بعد الجفاف. وللمطابق الكبيرة يتم عزل الحوائط الداخلية بعمل كسوة من الطوب الازرق مع ملء فواصل المبانى بمادة ليبوكسية مقاومة للاحماض بعمق ٢.٥سم مثل مادة FMA ١٥١ أو ما يماثلها.

العزل الخارجى

يدهن السطح الخارجى ثلاثة اوجه بمادة BF4 بسمك ٤٥٠ ميكرون بعد الجفاف.

جدول رقم (٧-٢)

الأوزان للأغطية والسلالم من حدي الزهر

المطابق				الأغطية الحديد الزهر		السلالم حديد الزهر		ملاحظات
عمق المطبق (م)	القطر الداخلى (م)	نموذج	شكل	كجم الوزن	القطر الداخلى (م)	الوزن كجم	المسافة بين الدرج (م)	
اقل من ١.٢م	٠.٦	أ	دائرى	٢٨٥	٠٠.٦	٧.٢٥	٠٠.٣٥	للمواسير حتى قطر ٤٠٠مم
اكبر من ١.٢ حتى ٢.٥م	١.٠	ب	دائرى	٢٨٥	٠٠.٦	٧.٢٥	٠٠.٣٥	
اكبر من ٢.٧-٣.٥م	١.٢	ج	دائرى	٢٨٥	٠٠.٦	٧.٢٥	٠٠.٣٥	
اكبر من ٣.٥م	١.٢	د	دائرى	٢٨٥	٠٠.٦	٧.٢٥	٠٠.٣٥	
حتى ٣.٠م	١.٢	أ	مربع	٣٥٠	٠٠.٧٦	٧.٢٥	٠٠.٣٥	للمواسير قطر اكب رمن ٤٠٠ مم
اكبر من ٣ حتى ٤.٥م	١.٢	ب	مربع	٣٥٠	٠٠.٧٦	٧.٢٥	٠٠.٣٥	
اكبر من ٤.٥م	١.٢	ج	مربع	٣٥٠	٠٠.٧٦	٧.٢٥	٠٠.٣٥	
	١.٥	د	مربع	٣٥٠	٠٠.٧٦	٧.٢٥	٠٠.٣٥	تستخدم للمواسير قطر ٩٠٠مم

٧-٣-٤-١ تجارب اختبار المطابق

أولا – تجربة الرشح من الداخل الى الخارج

أ – تقفل جميع فتحات المواسير الداخلة والخارجة من المطبق بالمبانى أو الاقراص المطاطية.

ب – يملأ المطبق بالمياه وتعمل علامة على سطح المياه ثم ننتظر مدة ساعة.

ج – نعاين منسوب المياه الجديد وتعمل علامة اخرى وتحسب كمية المياه المفقودة.

د – تحسب كمية المياه الراشحة فى الساعة كما يلى:

كمية المياه الراشحة من الداخل إلى الخارج تساوى أو تقل عن ٤ لتر/ ساعة/ متر من الارتفاع/ متر من القطر.

ثانيا – تجربة الرشح من الخارج الى الداخل:

أ – تقفل جميع الفتحات الداخلة والخارجة من المطبق بالمبانى أو الأقراص المطاطية.

ب – بعد نهو الأعمال والردم حول المطبق وعودة منسوب مياه الرشح إلى الوضع الاصلى – تجرى التجربة.

ج – تحسب كمية المياه الراشحة فى الساعة كما يلى:

كمية المياه الراشحة من الداخل إلى الخارج تساوى أو تقل عن ٤ لتر/ ساعة/ متر من الارتفاع/ متر من القطر.

٧-٣-٥ طريقة تنفيذ المطابق الخرسانية المسلحة المنفذة الموقع:

تنشأ هذه المطابق – عادة – على الخطوط والمجمعات الكبرى والتى تكون على أعماق كبيرة وكما هو موضح بالشكل (٧-١٦) السابق. وطريقة ومواصفات الإنشاء كما يلى:

أ – تجرى أعمال الحفر مع صلب إذا لزم الأمر مع التخلص من مياه الرشح إن وجدت.

ب – يتم صب الخرسانة العادية باستخدام الاسمنت المقاوم للكبريتات – يتم عمل الشادات والفرم اللازمة لصب الأرضية المسلحة.

ج – بعد الانتهاء من صب الأرضية المسلحة، نبدأ فى عمل الشادات اللازمة للحوائط ثم التسليح والصب. ويراعى استخدام الاسمنت المقاوم للكبريتات بنسبة ٤٠٠ كجم أسمنت/ م^{٣} كم يراعى إضافة مواد مانعة للرشح اثناء خلط الخرسانة. يراعى عمل كل ما يلزم لإنتاج خرسانة عالية الجودة مثل اختيار المواد الجيدة بالإضافة الى الخلط والصب والدمك الميكانيكى.

د – تعمل شدة السقف ثم يتم وضع رقائق من البولى فينيل كلور ايد عليها. يوضع التسليح ثم الصب. يظهر السقف بعد فك الشدة مبطنا بالرقائق المقاومة للاحماض والغازات.

هـ – يعمل مجارى القاع كما ذكر ثم نبدأ فى عمل الكسوة من الطوب الأزرق بسمك ½ طوبة على ان يتم رباط الكسوة بكانات من الحدي المجلفن (ذيل اليمامة) والتى تثبت فى الحائط بمسامير من الصب بواسطة المسدس – كما موضح بالشكل رقم (٧-١٧) كل ٤٠سم فى الاتجاه الافقى والرأسى والطرف الآخر داخل العرموس. بينى الطوب الازرق على السيخ وبحيث يكون سمك الفاصل ٨مم وعلى ان يترك الفاصل فارغا من

المون بعمق ٢.٥سم – ولهذا فلتسهيل العمل يتم تصنيع السيخ بقطاع سمك ٨مم وعرض ٢.٥سم.

و – تنظيف الفواصل جيدا من اى عوالق من المونة او الاتربة بواسطة ضغط الهواء ثم تملأ هذه الفواصل بمادة ايبوكسية مقاومة للاحماض مثل FMA 151.

ز – يتم التحبيش على الفاصل بين نهاية الكسوة الطوب او السقف بنفس المادة الايبوكسية حتى لا يظهر اى جزء من خرساته المطبق.

ح – تعمل ثقوب فى حوائط المطبق لتركيب السلالم الزهر بحيث يخترق الكسوة الطوب ويدخل فى الحائط الخرسانى مسافة كافية. تملأ الثقوب بمادة كميابوكسى ١٦٥ وتوضح السلالم داخلها وتزال اى مواد زائدة.

ط – تعمل رقبة فوق فتحة المطبق من الطوب الأزرق بارتفاع مناسب، ثم يركب الغطاء الزهر على أن يكون أفقيا ومع منسوب الطريق.

ك – يدهن المطبق من الخارج بمادة BF4 ثلاثة اوجه على الا يكون سمك الدهان ٤٥٠ ميكرون بعد الجفاف.

ل – تجرى عملية الردم حول المطبق بالاتربة النظيفة مع الدمك الجيد حسب اصول الصناعة.

م – تؤدى التجربة المائية مثل المطابق الخرسانية المصبوبة فى الموقع.

٧-٣-٦ المطابق الخرسانية المسلحة سابقة التجهيز:

يمتاز هذا النوع من المطابق المنفذة من الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز بما يلى:

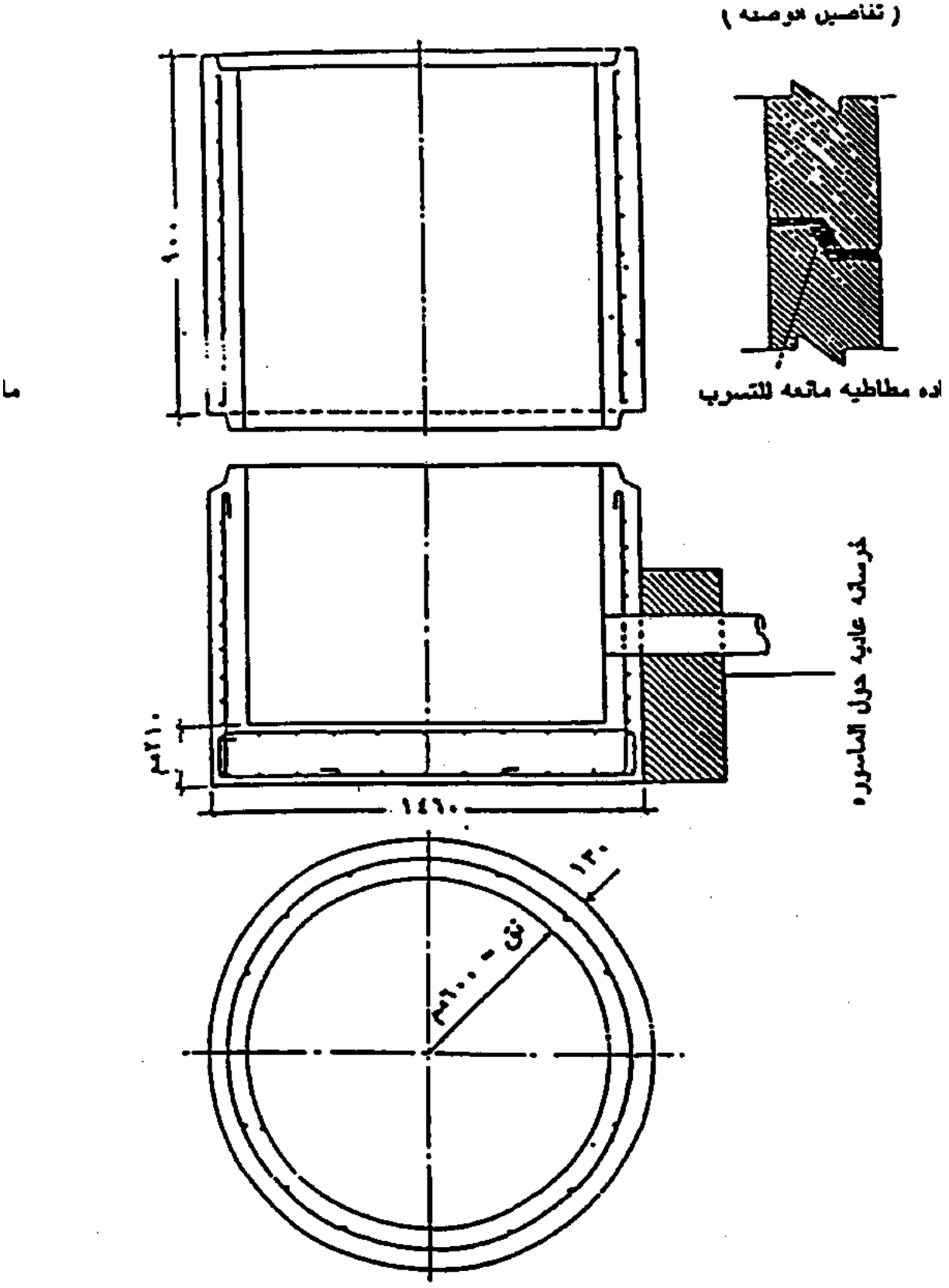
أ – الجودة الفائقة عن مثيله من الخرسانة العادية المصبوب فى الموقع. يتم تصنيع هذه المطابق بالمصنع من الخرسانة المسلحة وفى ظروف مثالية من حيث الخلط والصب والدمك الميكانيكى بالاضافة الى المعالجة المثالية.

ب – سرعة التفيذ – حيث يستغرق تركيبة اقل من ساعة.

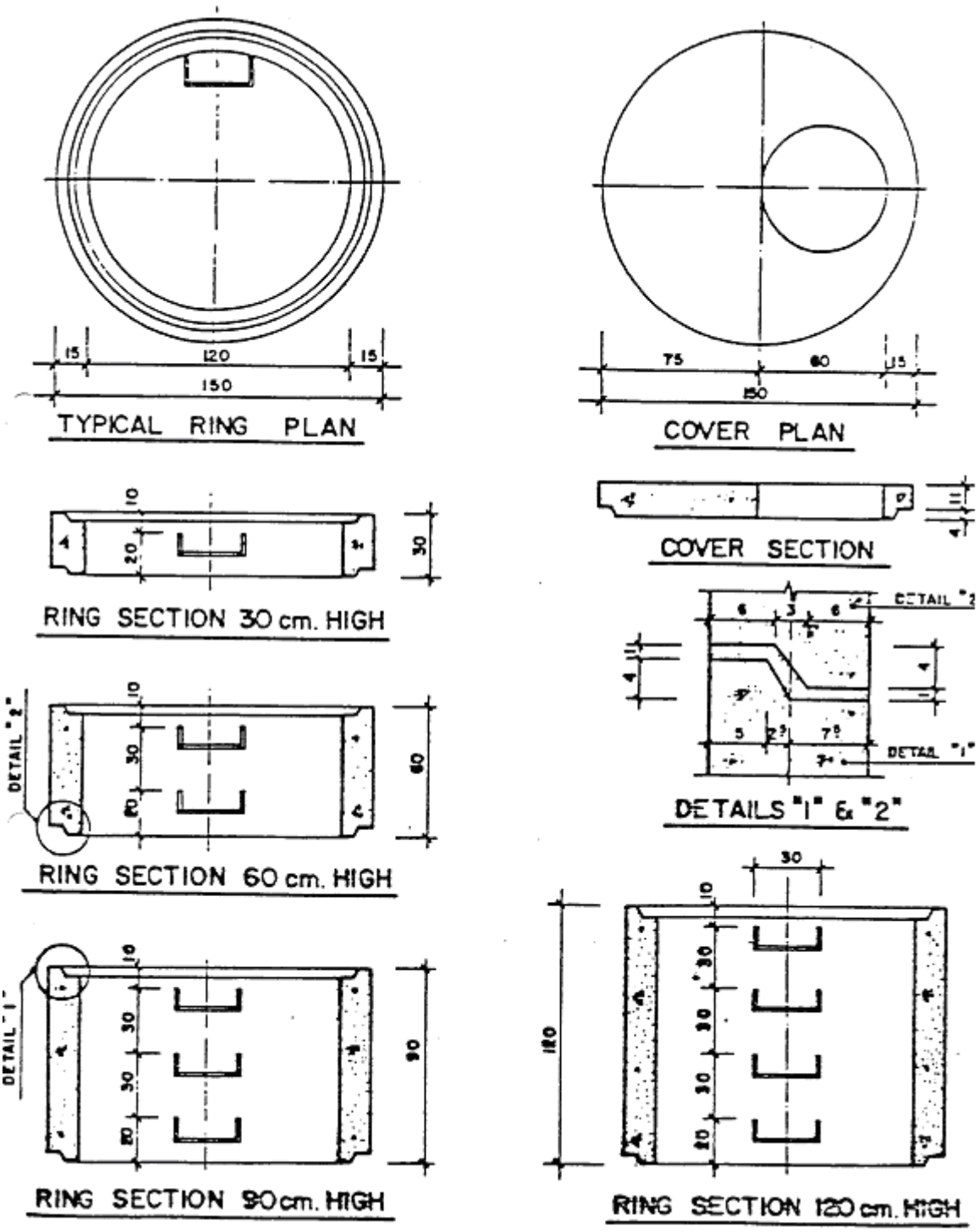
ج – الثمن المعتدل.

د – يناسب جميع اقطار المواسير واى ارتفاعات مطلوبة.

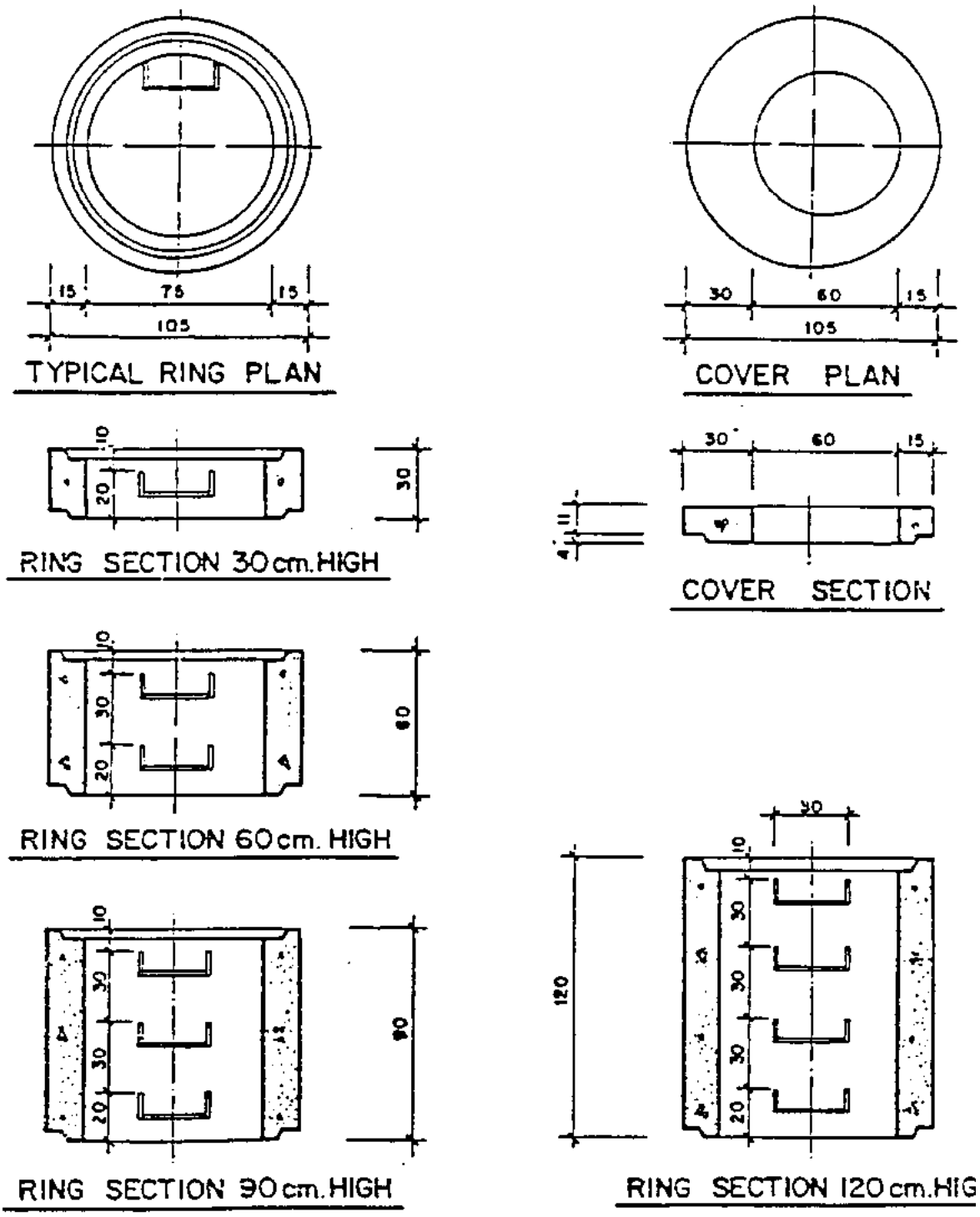
والنماذج المربعة للمطابق سابقة التجهيز كما هو موضح بالأشكال (٧-٢٧) ا، (٧-٢٧) ب ,(٧-٢٧) ج, (٧-٢٧) د.



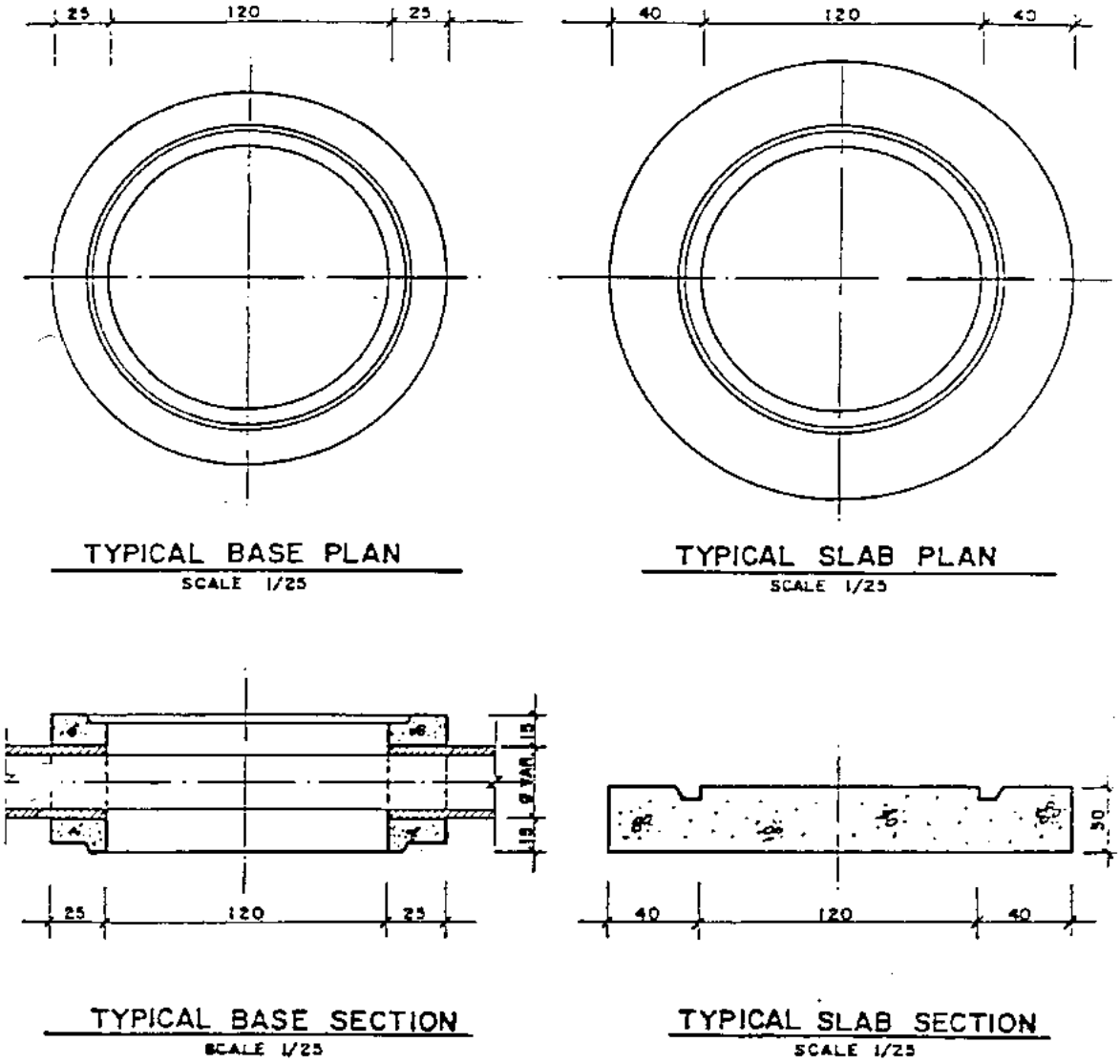
شكل رقم (٧-٢٧ أ) النماذج الدائرية للمطابق سابقة التجهيز



شكل رقم (٧-٢٧ ب) النماذج الدائرية للمطابق سابقة التجهيز



شكل رقم (٧-٢٧ ج) النماذج الدائرية للمطابق سابقة التجهيز



شكل رقم (٧-٢٧ د) النماذج الدائرية للمطابق سابقة التجهيز

أولا: الأرضية من الخرسانة المسلحة.

ثانيا : الحلقات من الخرسانة المسلحة مع عمل الفتحات اللازمة لدخول او خروج مواسير الصرف.

ثالثا : بالاضافة الى وجود الثقوب اللازمة لتركيب السلالم. هذه الحلقات قياسية بارتفاع ٩٠سم.

السقف من الخرسانة المسلحة وبه الفتحة اللازمة لنزول والخروج. جميع الأجزاء الخرسانية مدهونة من الخارج بمادة BF4 بسمك ٤٥٠ ميكرون طبقا للمواصفات.

٧-٣-٦-١ خطوات تنفيذ المطابق سابقة التجهيز:

أ – تجرى عملية الحفر مع صلب الجوانب حتى منسوب التأسيس. يتم فرش طبقة من الرمل أو كسر الحجر الجيرى بسمك ٥سم (نظافة).

ب – ننزل قاعدة المطبق مع ضبط الافقية. توضع المادة المانعة للرشح Sealant material على الوصلة بين كل حلقتين مثل مادة سيلا ستريب او بوتيل ستريب او بوتيل ربر (وهى مادة مطاطية مثل الحبل قطرها ١٥مم). يتم تركيب الحقة التالية فتضغط المادة المطاطية لتملأ الفراغ بين الحلقتين. تستخدم المادة المطاطية للمطابق قطر ١.٢ متر، اما المطابق الاكبر فيتم استخدام الحلقة المطاطية.

ج – يستكمل تركيب باقى الحلقات – ونظرا لانه قد تدعوا الحاجة الى تركيب حلقة بارتفاع معين ليلائم منسوب الطريق – فمن الممكن ان يتم تصنيعها بالمصنع.

د – يوضع السقف على الحلقة الاخيرة مباشرة. تبنى مبانى من الطوب الازرق فوق فتحة السقف ثم يوضع الغطاء الزهر بحيث يكون مع منسوب الطريق (نهاية السقف اوطى من منسوب الطريق بمسافة ٤٠ سم).

هـ – تعمل مجارى القاع كما سبق ذكره. تملأ الفواصل من الداخل والخارج بمونة اسمنتية مقاومة للكبريتات دهانها.

و – تملأ الثقوب المخصصة لتركيب السلالم بمادة كيمابوكسى ١٦٥ ثم توضع السلالم داخل هذه الثقوب وتزال اية زوائد من مونة التحبيش. السلالم تركب على خليط رأسى وميزان مياه.

يدهن المطبق من الداخل بمادة مقاومة للاحماض مثل سيروتكت ام٢ او كيمابوكسى ١١٠ أو ما يماثلها – وقد يطلب كسوه المطبق من الداخل بالطوب الأزرق – فيتم التنفيذ كما ذكر.

٧-٣-٧ المطابق من الطوب الطفلى المزجج (الطوب الازرق)

طريقة تنفيذ مطابق من الطوب الطفلى المزجج:

أ – صب الخرسانة العادية للارضية وعلى المنسوب المحدد.

ب – نبدأ فى البناء بالطوب الازرق وبحيث لا يزيد القطر عن ١.٢ متر كما لا يزيد الارتفاع عن ٣ متر.

ج – سمك الحائط = ٢٥سم من الطوب الازرق مع استخدام مونة الاسمنت المقاوم للكبريتات – كما هو موضح بالشكل (٧-٢٨). يتم البناء على السيخ وبحيث يكون سمك الفاصل = ٨مم وعمق = ٢٥مم. ينصح ايضا باستخدام سيخ بقطاع = ٢.٥× ٨مم حتى للاحماض مثل FMA 151 بعد تنظيفها جيدا بضاغط الهواء. يدهن السقف بالدهانات الايبوكسية كما ذكر.

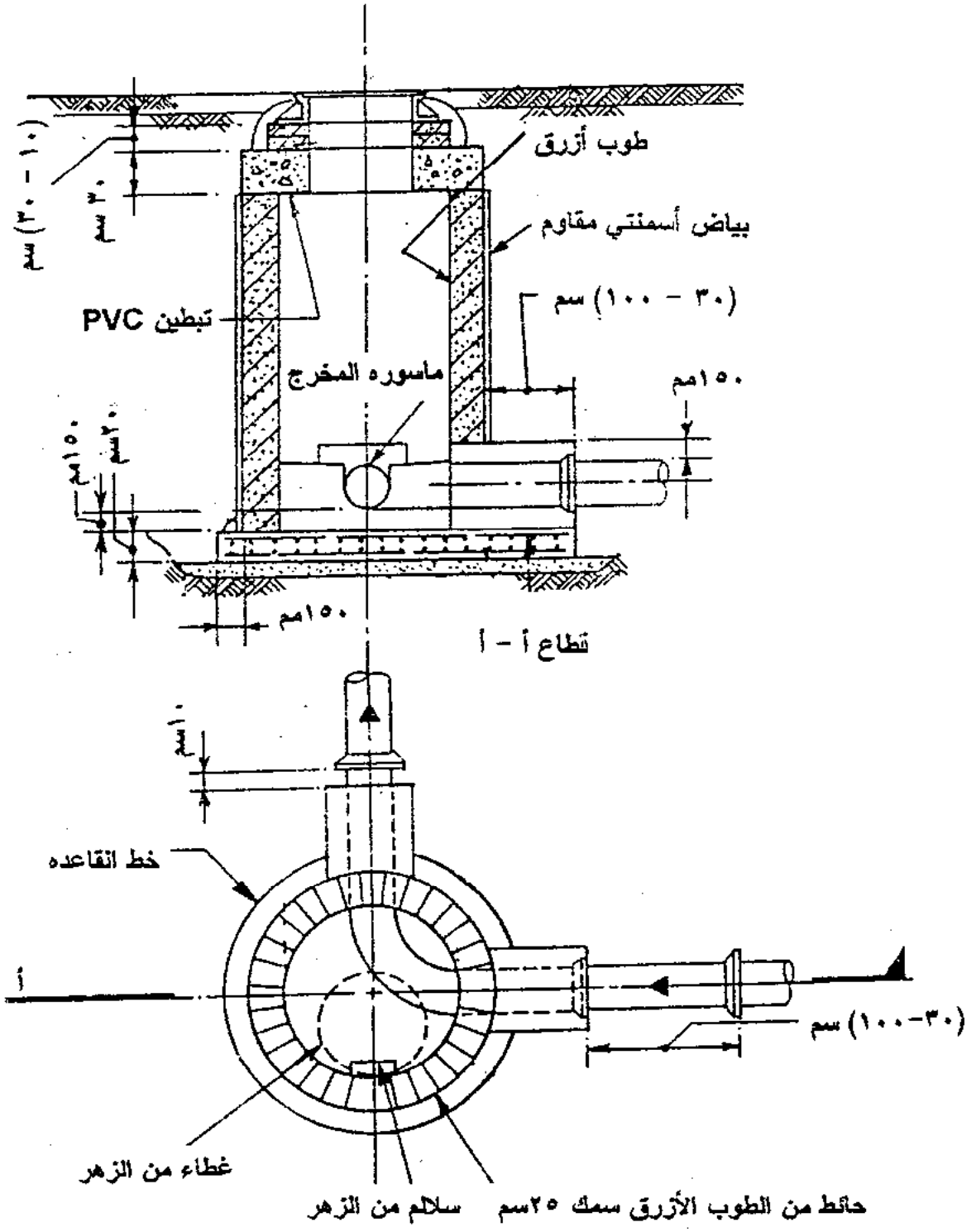
د – ينفذ باقى اجزاء المطبق مثل البلشم والسلالم والغطاء كما ذكر من قبل.

هـ – تنفذ التجربة مثل جميع المطابق وكما ذكر فى المطابق المصبوبة فى الموقع.

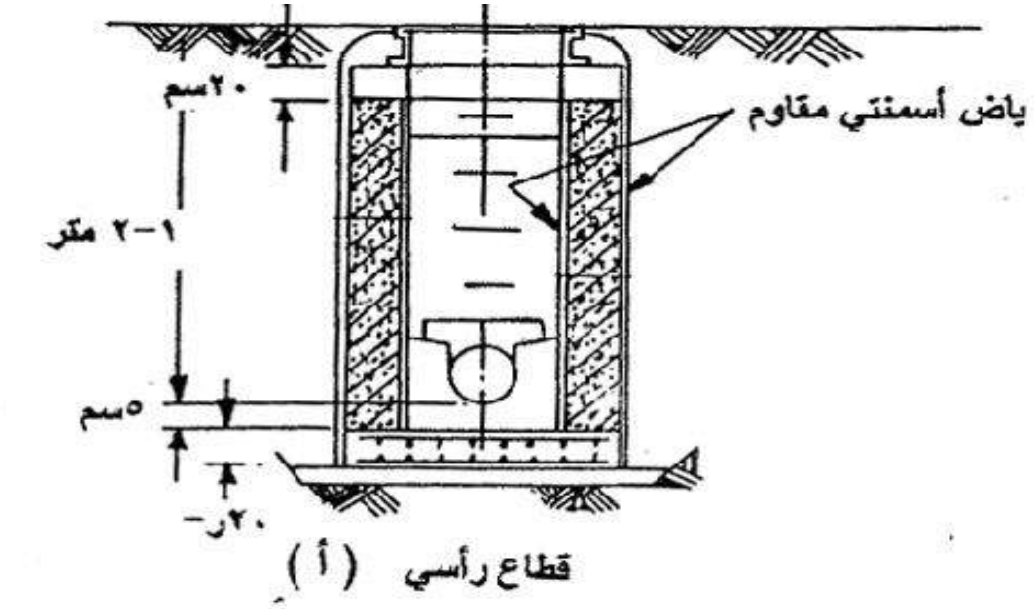
٧-٣-٨ مطابق الشوارع الضيقة:

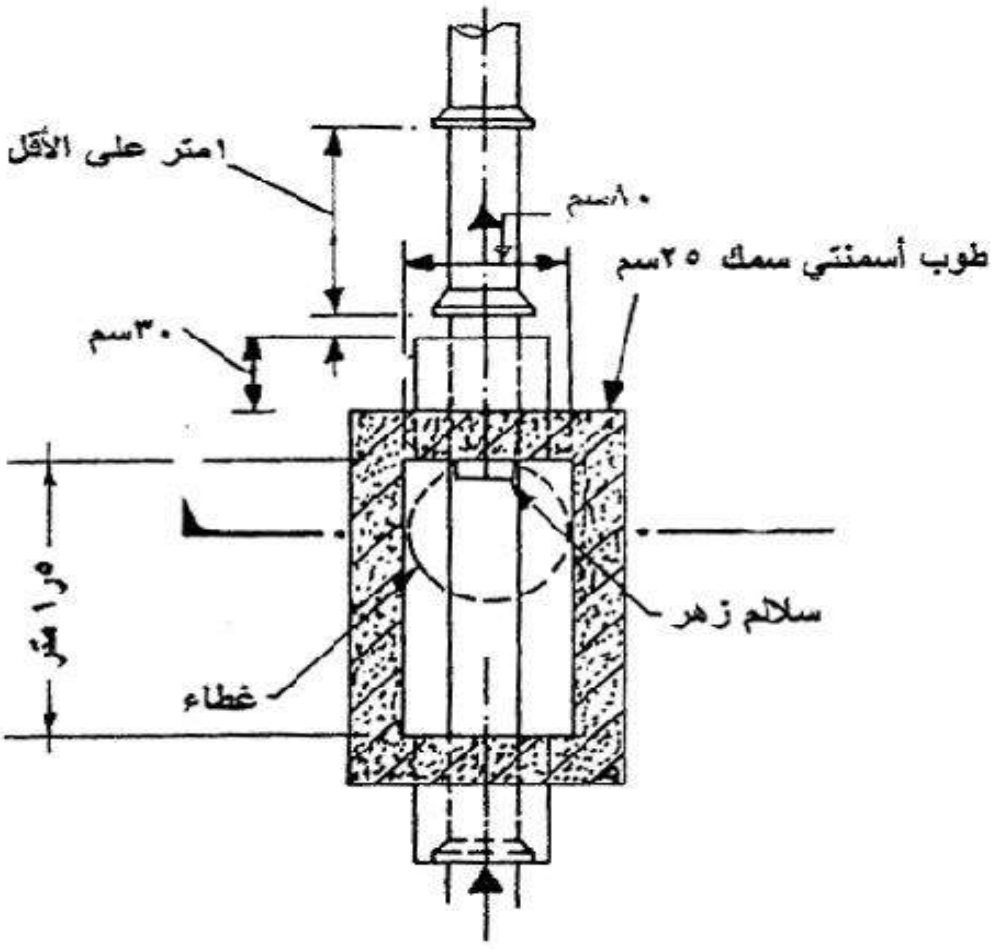
تنشأ هذه المطابق فى الشوارع الضيقة والتى لا تسع لانشاء مطابق سابقة التجهيز أو المناطق التى تكفى انشاء مصبوبة فى الموقع. وتنشأ من مبانى من الطوب الازرق بسمك ٢٥سم مع ملء فاصل المبانى بالمادة الايبوكسية كما سبق. ويعمل بياض خارجى مقاوم للاحماض باستخدام الاسمنت المقاوم للكبريتات. ويستخدم الابعاد المناسبة للمطبق حسب عرض الشارع وعادة يفضل القطاع المستطيل وكما هو موضح بالشكل (٧-٢٩).

كما تنشأ مجارى قاع هذه المطابق كما سبق ذكره ثم يدهن المطبق بالدهان الايبوكسى ويركب الغطاء والسلالم مثل ما سبق شرحه.



الشكل (٧-٢٨) تفاصيل المطبق من الطوب الأزرق





الشكل (٧-٢٩) تفاصيل المطبق بالشوارع الضيقة

٧-٤ بالوعات صرف مياه الامطار:

يمكن صرف مياه الامطار المتساقطة على الحيز العمرانى لاى مدينة بطريقتين:

أولا – صرف مياه الامطار بشبكة مواسير الصرف الصحى (النظام المشترك):

يستخدم هذا النظام فى البلاد ذات الامطار النادرة على مدار العام. تتجمع المياه الساقطة فى بالوعات الامطار وهى بمقاس ٦٠×٦٠ وعمق ٦٠سم ومغطاة بغطاء من الزهر ذو مصبعات تسمح بدخول مياه الامطار. يتصل خط مواسير قطر ١٥٠مم من البالوعة الذى اقرب مطبق فى الشارع. ويستخدم هذا النظام ايضا فى الشوارع الضيقة كما يفضل هذا النظام فى حالة وجود تركيزاً عاليا للتلوث العضوى فى المياه الملوثة (الصرف الصحى) – لذلك يفضل خلط المياه الملوثة بمياه الامطار للعمل عل تخفيف درجة التلوث.

ثانيا: صرف مياه الامطار فى شبكة مواسير منفصلة (النظام المنفصل):

تتجمع مياه الامطار فى بالوعات صرف مياه الامطار ومنها الى محطة الرفع ثم الى موقع وحدات المعالجة الخاصة بها وبالتالى يمكن اعادة استخدامها او تصب مباشرة فى المسطحات المائية ويستخدم هذا النظام فى البلاد ذات الامطار الغزيرة يستخدم هذا النظام فى الاحوال الاتية:

أ – فى المدن ذات التخطيط العمرانى الجديد ذو الشوارع العريضة.

ب – هطول كميات كبيرة من الامطار المتساقطة وفى فترات زمنية كثيرة طويلة.

ج – تكاليف عالية لمعالجة مياه الامطار المتجمعة ومياه الصرف الصحى المختلطة بها.

د – سهولة صرف مياه الامطار على المسطحات المائية (بحر – بحيرات – مجارى أو مسطحات مائية) دون الاحتياج لانشاء وحدات معالجة خاصة بمياه الأمطار.

٧-٤-١ بالوعات صرف مياه الامطار بالشوارع

وهى عبارة عن صناديق أو غرف صغيرة بمقاس ٦٠×٦٠ سم وعمق ٦٠سم سطحها العلوى مزود بفتحات طويلة مصبعات تسمح بمرور الماء دون الأوراق والفضلات الصلبة التى قد توجد فى الشارع وهو غطاء من الزهر – وهى تبنى او توضع على جانبى الطريق بجوار الرصيف مباشرة بحيث يكون السطح العلوى على منسوب سطح

الطريق هذه الصناديق متصلة بمواسير صرف مياه الأمطار عن طريق وصلات خاصة قطر ١٥٠مم فى اقرب مطبق كما هو موضح بالأشكال أرقام(٧-٣٠) (٧-٣١)، (٧-٣٢) ، (٧-٣٣) ، (٣-٣٤) وبذلك يمكن صرف مياه المطر من الشارع فتدخل فى الصندوق عن طريق الفتحات فى سطحه العلوى ومنه الى الوصلة المؤدية الى ماسورة صرف مياه الامطار.

٧-٤-٢ المسافات بين بالوعات صرف مياه الأمطار:

تتوقف المسافات بين بالوعات صرف مياه الأمطار على عدة عوامل هى كما يلى : -

أ - الانحدار الطولى للطريق.

ب – كمية الأمطار المتساقطة.

ج – عند تغيير ميل الخط.

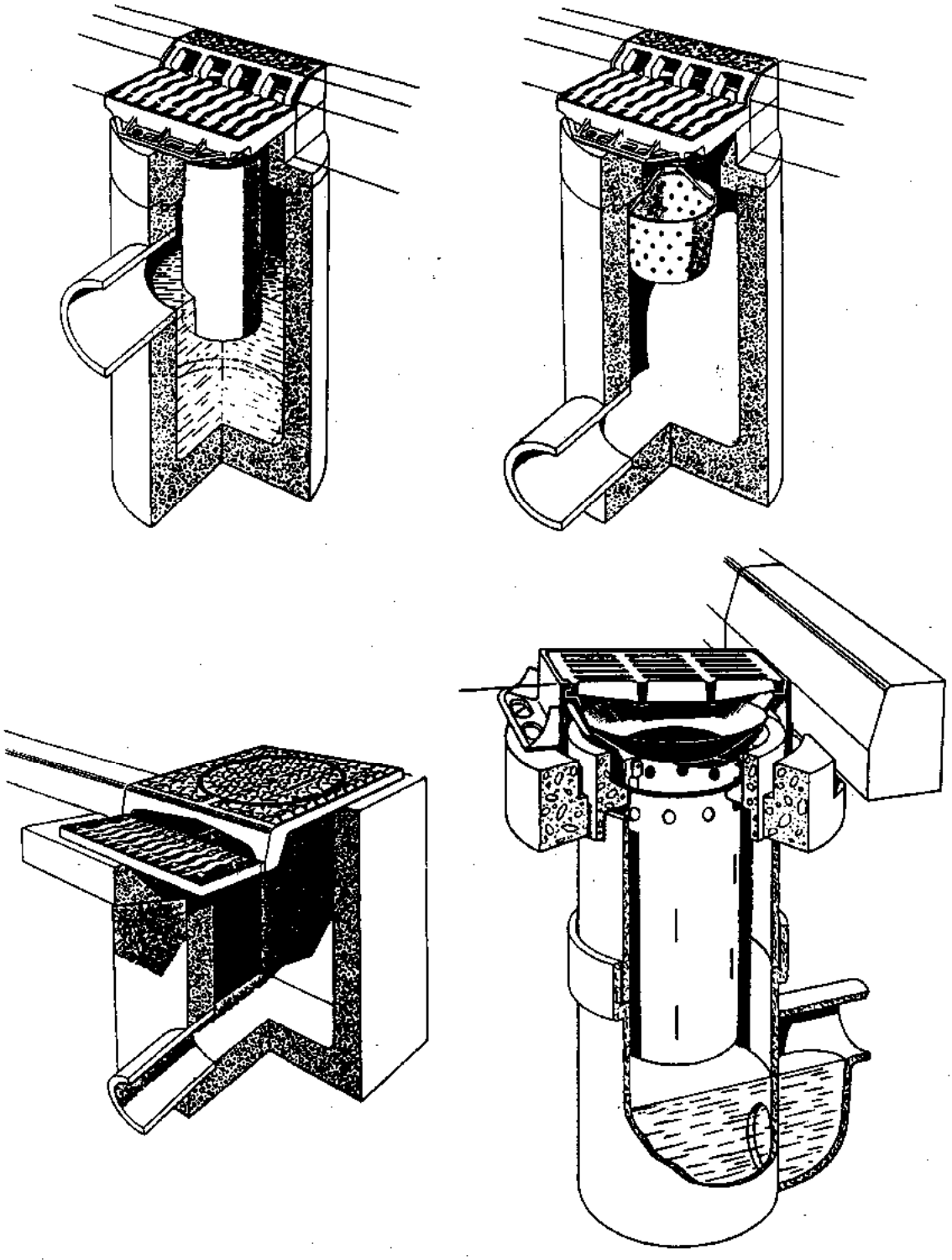
د - على مسافات محددة (تبعا لقطر الماسورة) طبقا للمسافة الاتية:

هـ - نوع رصيف الطريق – مع مراعاة عدم انشاء هذه البالوعات اطلاقا فى الشوارع الترابية او التى لم ترصف بعد.

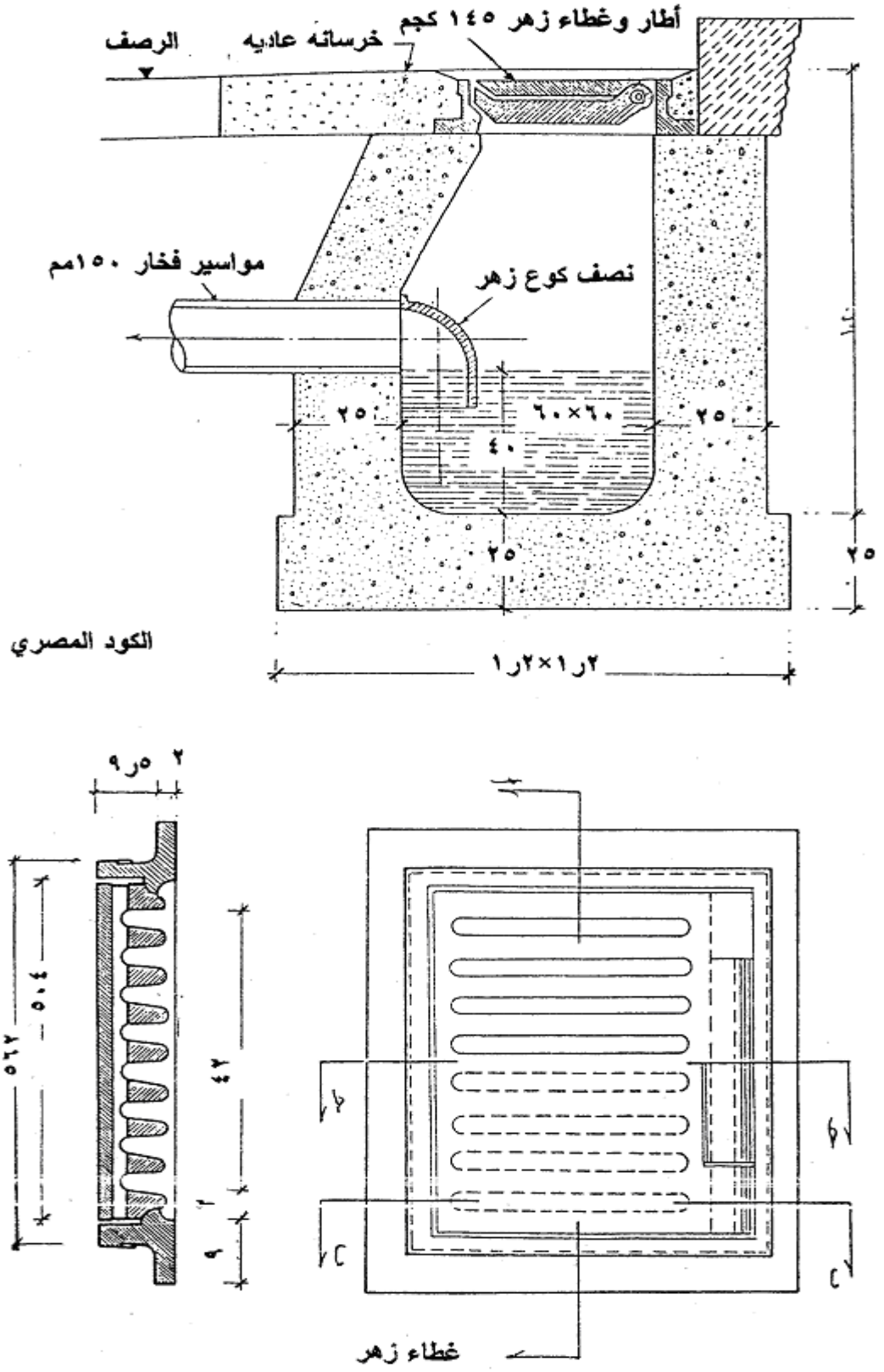
و - كما يجب الا تزيد المسافة بين بالوعتين متتاليتين عن ٢٠٠متر على انه يفضل دائما ان توضع البالوعة عند مناطق تقاطع الشوارع.

٧-٤-٣ مواقع بالوعات مياه الأمطار

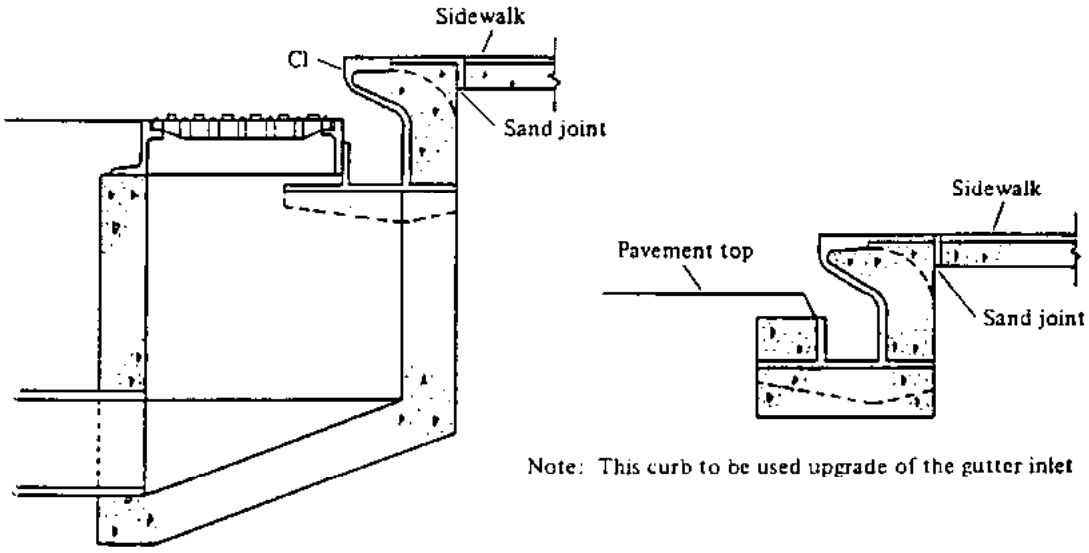
وهناك نوع أخر من البالوعات توضع تحت الرصيف بحيث يدخل الماء من فتحات رأسية فى الجانب المواجه للطريق كما هو موضح بالشكلين رقمى (٧-٣٨)،(٧-٣٩). واى من هذين النوعين يكون عادة اما جاهز التصنع من الحديد الزهر او تبنى فى الموقع من المبانى الخرسانة مزودة بشبكة لمنع دخول الأوراق والفضلات الصلبة.



شكل رقم (٧-٣٠) نماذج بالوعات صرف مياه الأمطار

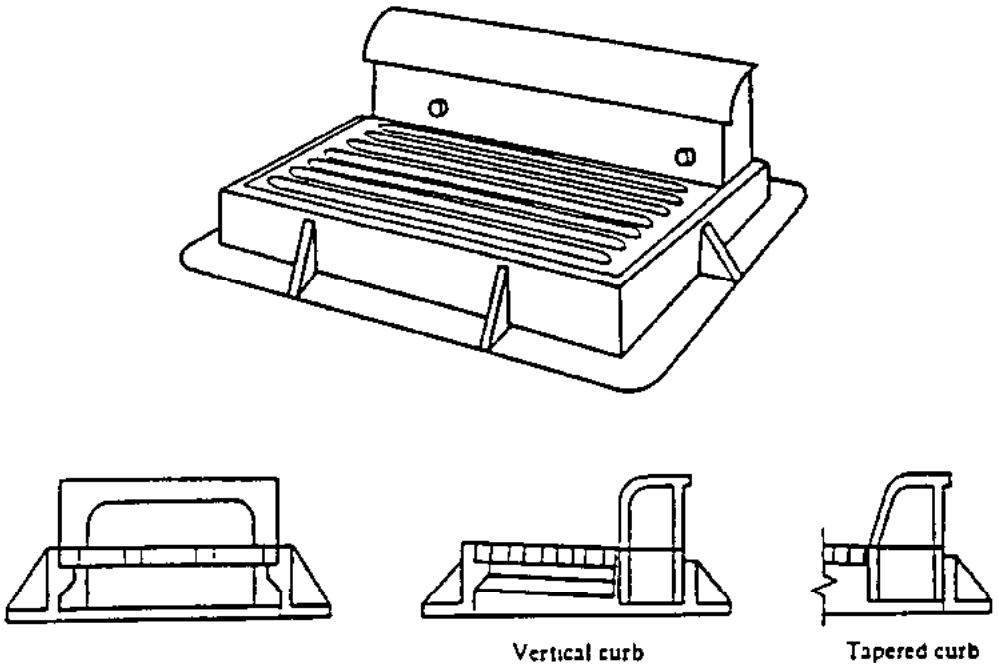


شكل رقم (٧-٣١) تفاصيل بالوعة صرف مياه الأمطار نموذج رقم (١)

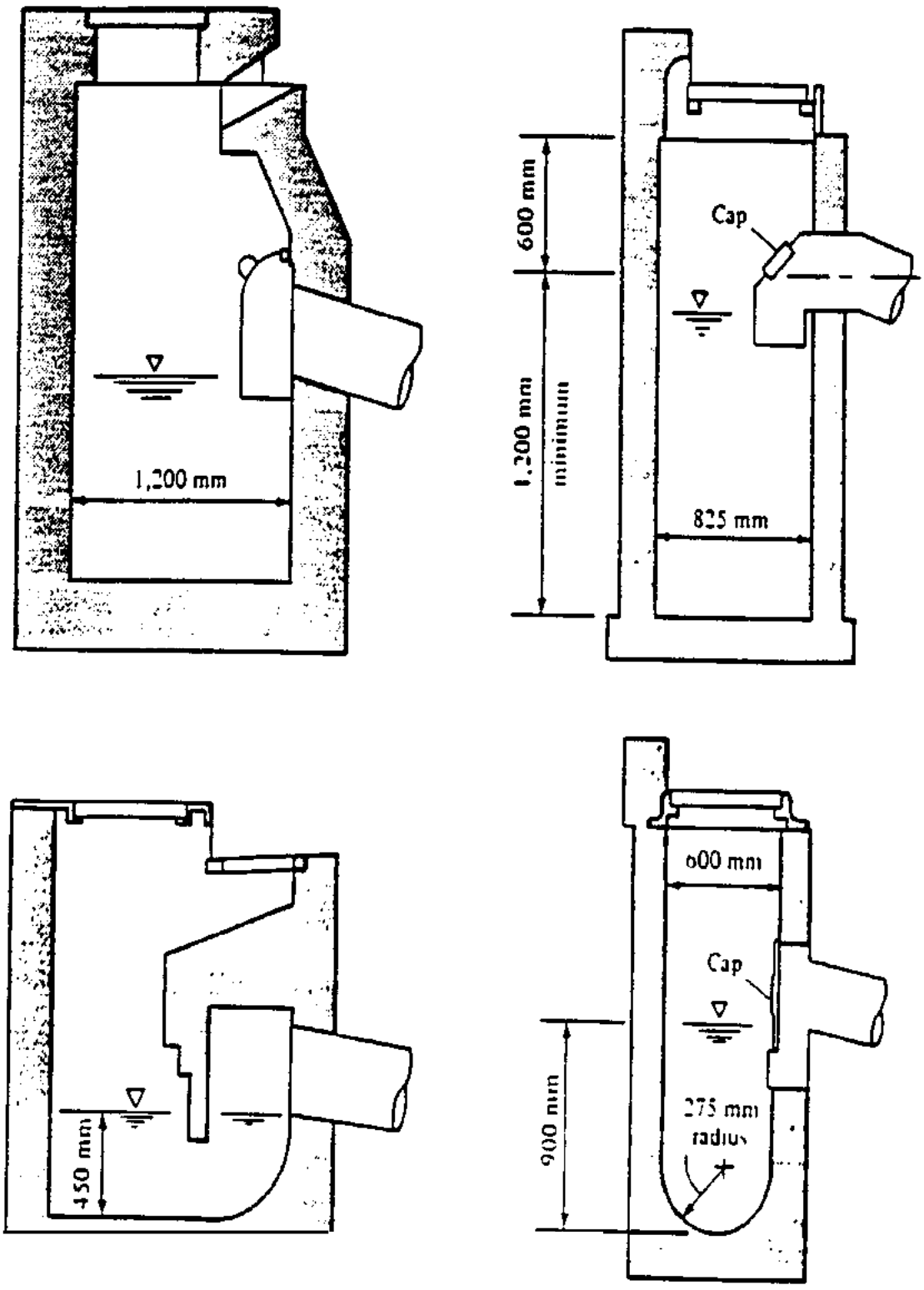


Street inlet for storm water.

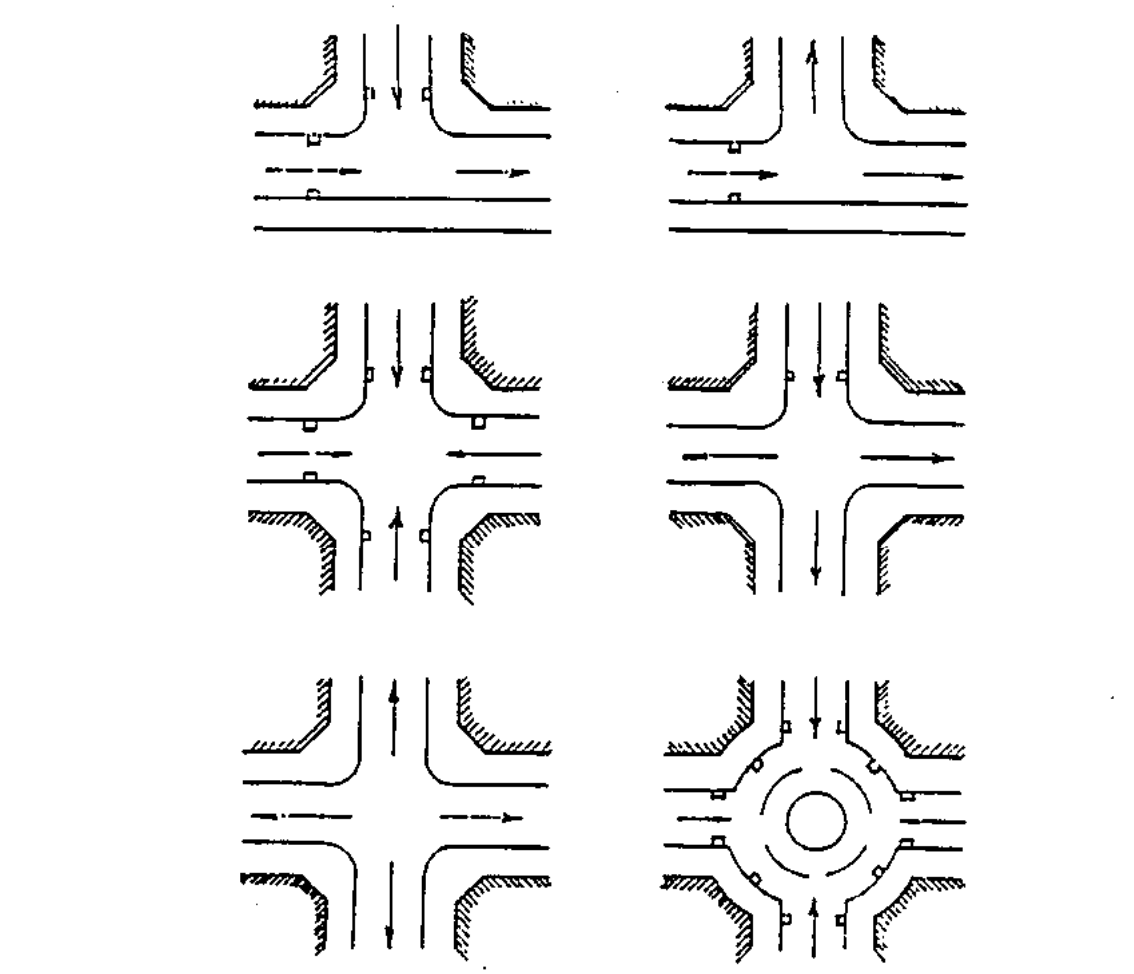
شكل رقم (٧-٣٢) تفاصيل بالوعة صرف مياه الأمطارنموذج رقم (٢)

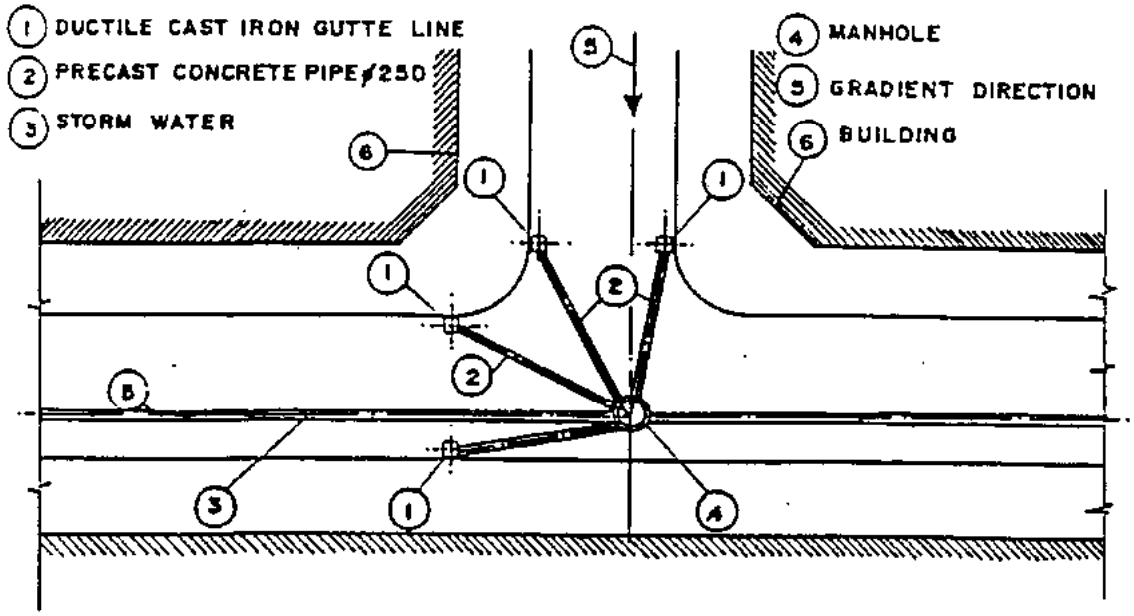


شكل رقم (٧-٣٣) تفاصيل غطاء بالوعة صرف مياه الأمطار

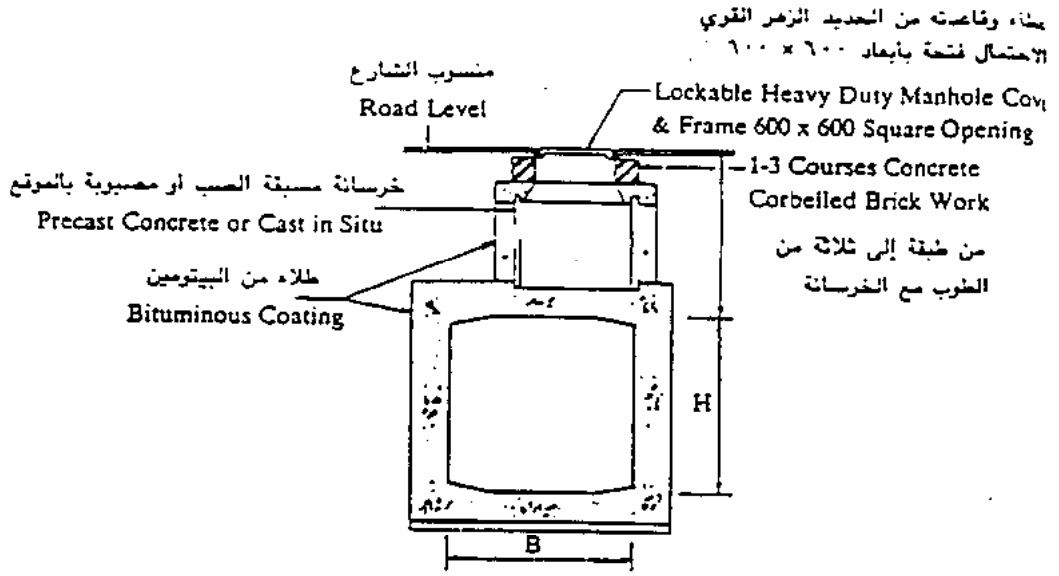


شكل رقم (٧-٣٤) نماذج بالوعة صرف مياه الأمطار

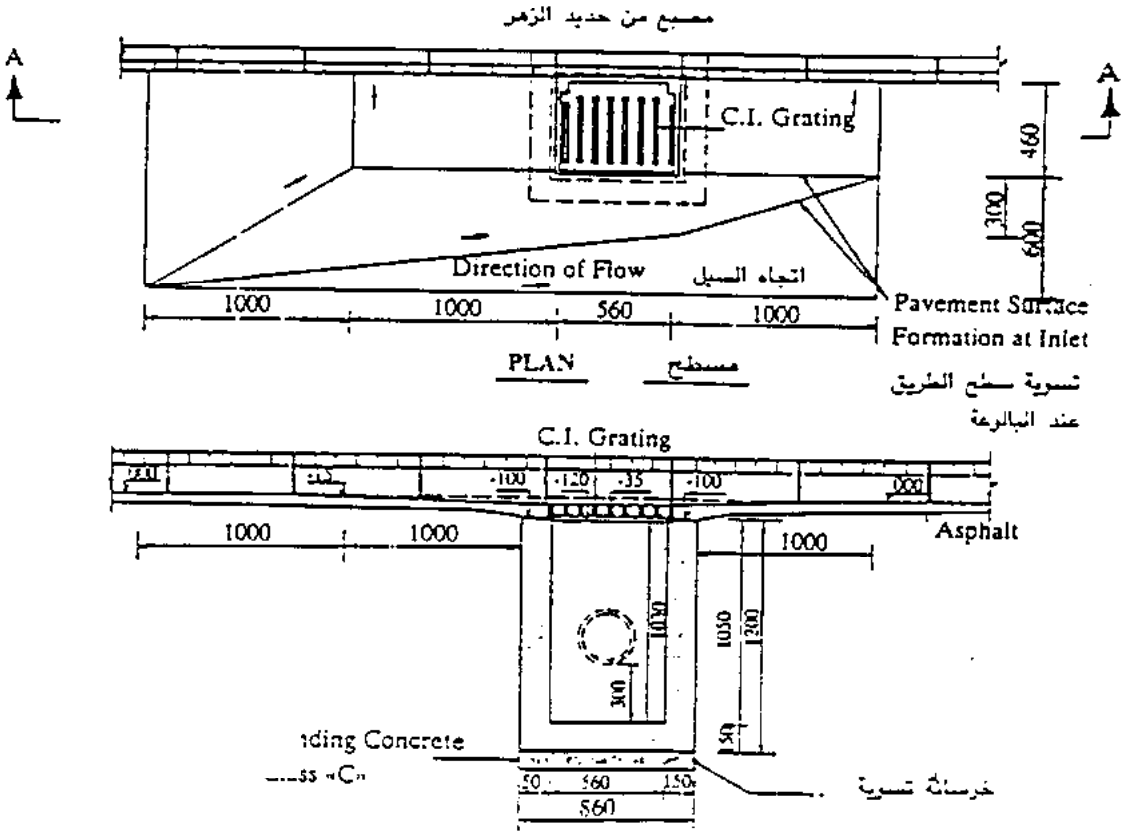




شكل رقم (٧-٣٥) مواقع بالوعات مياه الأمطاربالشوارع شبكات صرف صحى مشترك



TYPICAL ACCESS SHAFT فتحة تهوئة ومنفذ نموذجي



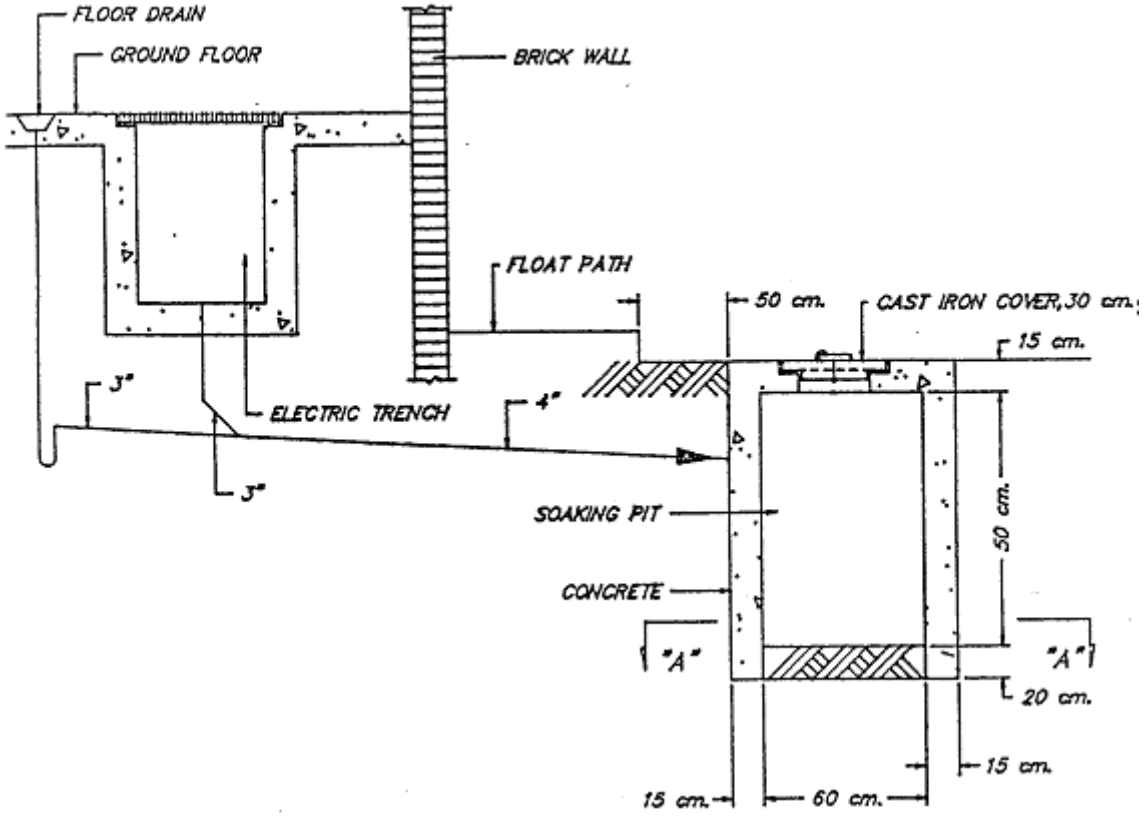
شكل رقم (٧-٣٦) مواقع بالوعات مياه الأمطارشبكات صرف مياة الامطار المنفصلة

٧-٤-٤ بالوعات حجز الرواسب Street inlets with catch basins

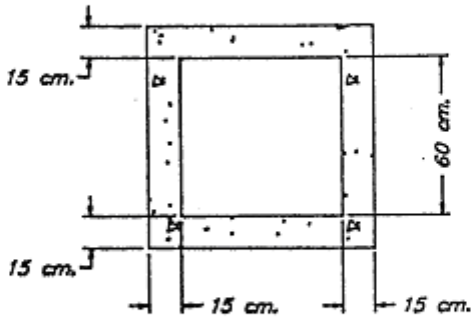
بالوعات صرف مياه الامطار المذكورة فى بند (٧-٢) تحجز الاوراق والفضلات من الدخول الى الماسورة ولكنها لا تحجز ما تحمله مياه الامطار من الرمال، لذلك لجأ بعض المهندسين الى ان يكون مخرج مياه المطر من البالوعة على منسوب اعلى من المنسوب قاع البالوعة – وبذلك يتكون منخفض يرسب الرمل والمواد العالقة الأخرى ولذلك فهى تسمى بالوعات تحجز الرواسب كما هو موضح بالشكل رقم (٧-٣٧) وبديهى ان الرواسب المتجمعة فى قاع هذا النوع من البالوعات يجب ان تزال على فترات زمنية تتوقف على سرعة تجميع الرواسب فى القاع – وهذا التنظيف اما يدويا او ميكانيكيا بشفط الرواسب بواسطة عربات مزودة بشفاطات خاصة – وفى الحقيقة يعتبر البعض ذلك عيبا فى هذا النوع، اذ يرون ان لا مانع من مرور الرواسب الى ماسورة الصرف مادامت مصممه اصلا بحيث لا تقل السرعة فيها عن السرعة التنظيف الذاتية. كما سبق ذكره وبذلك لا خوف من انسدادها بسبب تجمع هذه الرواسب والبالوعات من هذا النوع واما جاهزة التصنيع من الحديد الزهر أو تبنى فى المواقع من الخرسانة او المبانى مزودة بغطاء مصبغ – تمنع الاوراق والفضلات من الدخول الى البالوعة – وتزود احيانا بحاجز يزيد من ضمان حجز المواد الطافية مثل الورق والقش والفضلات التى قد تجد طريقها الى داخل البالوعة.

٧-٥ أحواض حجز الزيوت والشحوم:

من الضرورى جدا ازالة الزيوت والشحوم من المياه الملوثة حيث ان وجودها يمنع وصول الهواء للبكتيريا الهوائية المطلوب تواجدها بالمخلفات السائلة، اضافة الى ما تسببه من انسداد المواسير. وتتواجد هذه الظاهرة بكثرة اساسا فى محطات البنزين وكذلك المياه الخارجة من المطاعم والفنادق والورش. لذلك فانه من الضرورى انشأ احواض لحجز الزيوت والشحوم للمياه الملوثة الخارجة من محطات البنزين والمطاعم والفنادق. ينشأ هذا الحوض – كما هو موضح بالشكل رقم (٧-٣٨). بحيث تؤدى الى ان تطفوا هذه الزيوت على السطح ويسهل كشطها وبالتالى التخلص منها، بينما تخرج المياه الخالية من الزيوت والشحوم الى شبكة تجميع وصرف المخلفات السائلة العمومية.



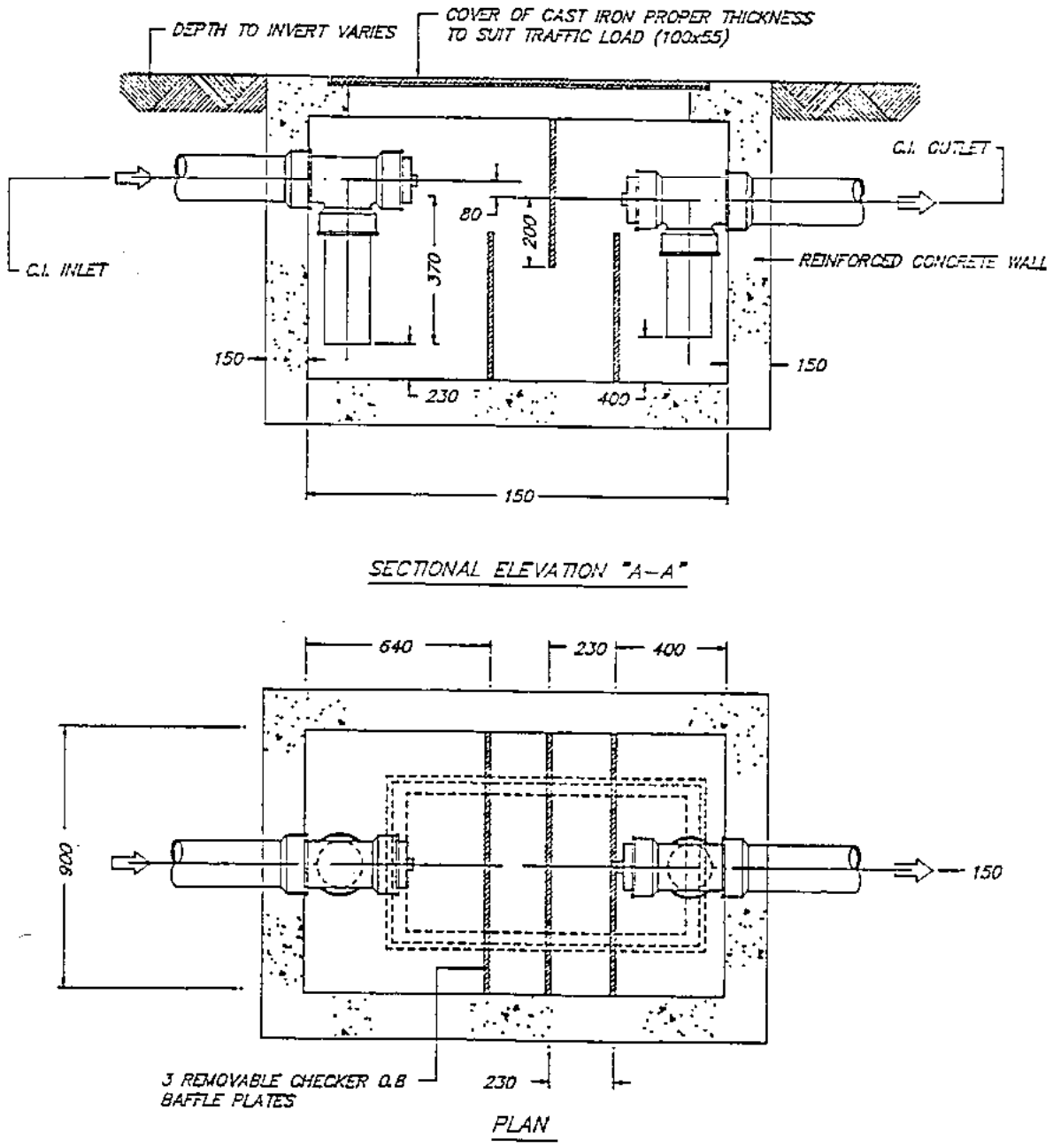
SECTION ELEVATION



SECTION "A–A"

SOAKING PIT DETAILS

شكل رقم (٧-٣٧) بالوعات حجز الرواسب



شكل رقم (٧-٣٨) تفاصيل أحواض حجز الزيوت والشحوم

٧-٦ أحواض الدفق Flushing tanks

أحواض التدفق عبارة عن حوض مغطى يوضع تحت سطح الطريق فى نهاية المواسير المعرضة لرسوب المواد العالقة الى قاعها نتيجة ضعف السرعة التى تجرى بها المخلفات السائلة فى الماسورة، وهذا الضعف فى السرعة ناتج من قله التصرف الذى يمر فى الماسورة او ضعف انحدار الماسورة (خط المواسير).

ويبنى الحوض على فرشه من الخرسانة من الطوب او الخرسانة كذلك على ان تبطن الجدران والقاع بمونة الاسمنت والرمل سمك سنتيمتران مخلطة بمادة عازلة لتجعل الحوض اصم، ويفضل ان تغطى جدران الحوض من الخارج بطبقة من الاسفلت لنفس الغرض. اما سقف الحوض فهو من الخرسانة المسلحة بالتسليح الكافى لتتحمل حركة المرور فى الطريق او عقد من المبانى كما هو موضح بالشكل رقم (٧-٣٩) ويبنى الحوض بحيث يكون حجمه كافيا لاستيعاب قدرا من الماء يساوى حجدم حوالى خمسين مترا طوليا من الماسورة المتصل بها ويستعد هذا الحوض الماء من ماسورة مياه نظيفة عليها محبس يفتح تسمح بملأ الحوض مرة فى اليوم او مرة كل اثنى عشر ساعة. كما يعطى الجدول رقم (٧-٥) السعة اللازمة لحوض الدفق كما توصى به بعض المواصفات ومنه يتضح تناسب سعة الحوض طرديا مع زيادة قطر الماسورة وعكسيا مع زيادة ميل الماسورة وتناسب المياه من حوض الدفق دفعة واحدة عن طريق سيفون مغطى بناقوس او غطاء من الزهر – وطريقة عمل حوض الدفق كالاتى:

جدول رقم (٧-٥)

العلاقة بين السعة القياسية لأحواض الدفق وقطر وميل الماسورة الداخلة

ميل الماسورة	سعه احواض الدفق باللتر للاقطار		
	٨ – ٢٠٠مم	١٠ – ٢٥٠ مم	١٢ – ٣٠٠ مم
١٠٠٠:٥.٥	٣٥٠	٤٠٠	٤٥٠
١٠٠٠:٧.٥	٢٥٠	٣٠٠	٣٥٠
١٠٠:١	٢٠٠	٢٥٠	٣٠٠
١٠٠:٢	٩٠	١٣٠	١٥٠
١٠٠:٣	٧٥	٩٠	١٠٥

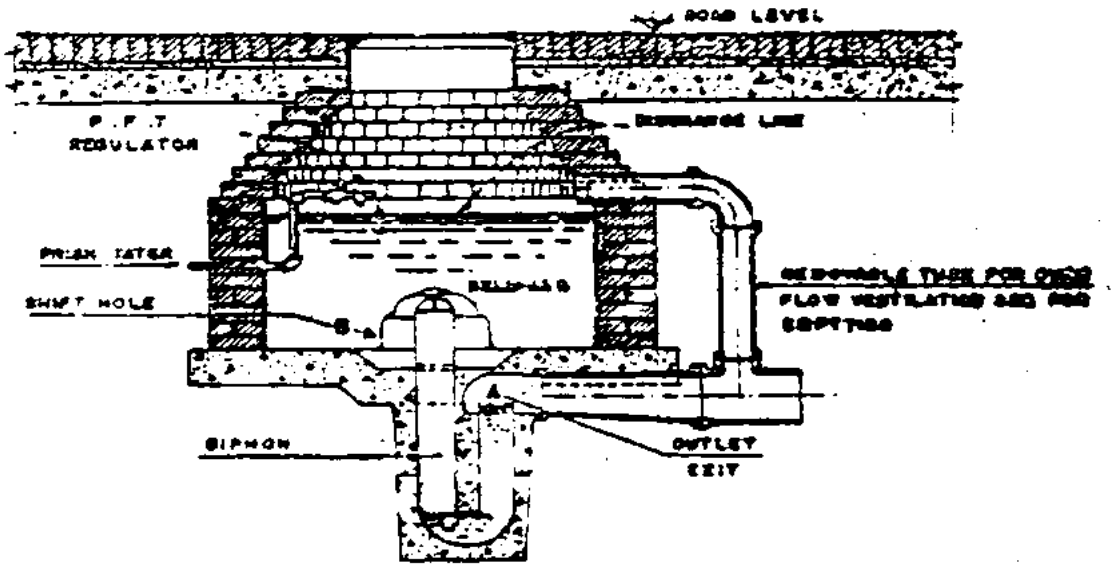
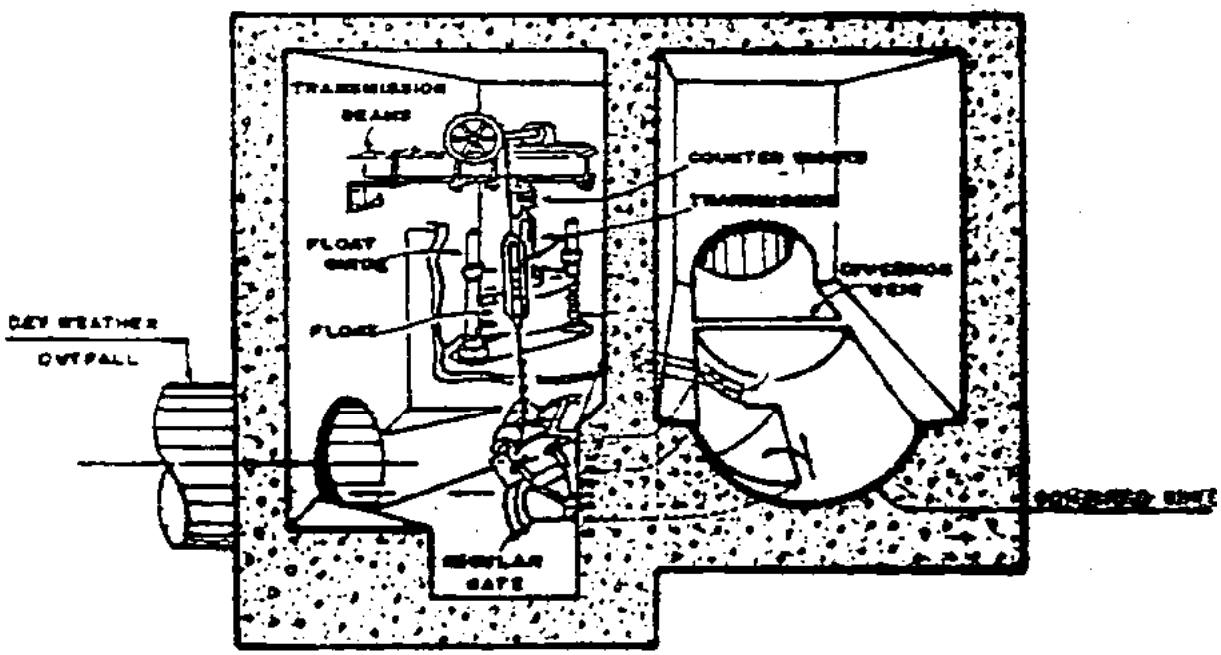


Fig: AUTOMATIC FLUSH TANK



شكل رقم (٧-٣٩) منظم أتوماتيكى لخطوط مواسير أنحدار الصرف الصحى والشكل أعلى الصفحة تفاصيل أحواض الدفق

فى البداية يكون الماء عند المنسوب (٨) فى شعبتى السيفون وفى نفس الوقت يكون الماء فى الحوض تحت الحافة السفلى "B" للناقوس.

أ – بارتفاع الماء فى الحوض تغطى الحافة السفلى للناقوس بالماء ويرتفع الماء خارج الناقوس وكذلك داخل الناقوس – مما يسبب ضغطا للهواء فى داخل الناقوس تؤدى الى انخفاض منسوب الماء فى شعبة السيفون الاولى حتى النقطة D فى اسفل شعبتى السيفون.

ب – بارتفاع الماء فى الحوض تغطى الحافة السفلى للناقوس بالماء ويرتفع الماء خارج الناقوس وكذلك داخل الناقوس – مما يسبب ضغطا للهواء فى داخل الناقوس يؤدى الى انخفاض منسوب الماء فى شعبة السيفون الاولى حتى النقطة D فى اسفل شعبتى السيفون.

ج – اية زيادة بسيطة فى منسوب الماء داخل حوض الدفق ستسبب هبوط فى منسوب الماء فى الشعبة الاولى مما يسبب هروب بعض الهواء المضغوط الى الشعبة الثانية من شعب السيفون مما يسبب عدم توازن الضغوط داخل وخارج الناقوس فتندفع المياه بشدة تحت حافة الناقوس الى السيفون ومنه الى خارج حوض الدفق.

د – يستمر اندفاع الماء من تحت حافة الناقوس حتى تنكشف الحافة "B" فيدخل الهواء الى الناقوسان فيقف اندفاع الماء ويتوازن منسوب الماء فى الشعبتين عند المنسوب "A".

٧-٧ السيفون المقلوب Inverted Syphone

ينفذ المقلوب عندما يكون هناك عائقا امام مسار خط الانحدار مثل مجرى مائى او ماسورة والمشكلة الرئيسية التى تواجه السيفون المقلوب هى ترسب المواد العالقة داخل خطة الانحدار ولتلافى هذه المشكلة يصمم السيفون بحيث تكون سرعة المياه داخل الخط لا تقل عن ٩٠سم/ث مع استخدام مواسير من الزهر بدلا من الفخار وكما هو موضح بالشكل رقم (٧-٤٠). كذلك ينفذ السيفون من ماسورتين متجاورتين بحيث تستوعبان التصرفات الواردة وتكون احداهما اعلى قليلا عن الاخرى. فى حالة ادنى تصرف – وارتفاع المياه فى الماسورة العمومية ١٥سم مثلا فانه يمكن للمياه المرور فقط فى الماسورة الاوطى قطر ٢٠٠سم. وعند زيادة التصرفات عن ذلك كما فى – حالة اقصى تصرف فان الماسورة الاخرى تقوم باستيعاب باقى كمية المياه الملوثة بجانب الماسورة الاولى.

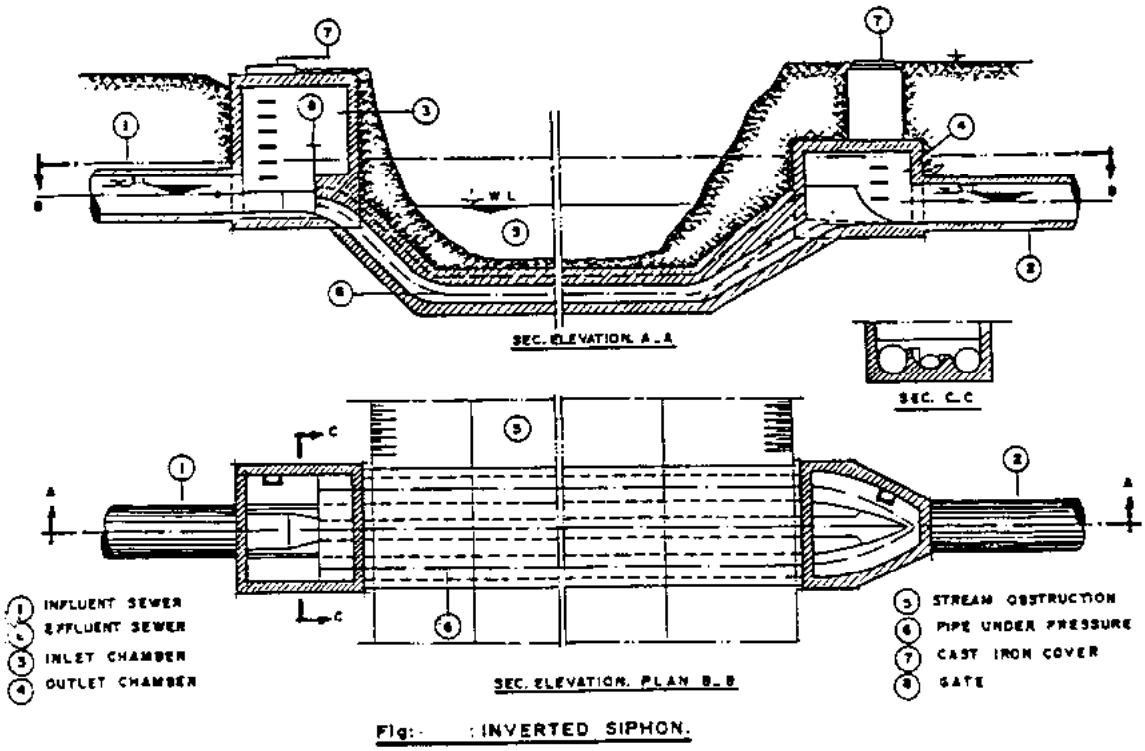


Fig: : INVERTED SIPHON.

شكل رقم (٧-٤٠) تفاصيل السيفون المقلوب

٧-٨ عدايات خطوط المواسير

العداية هى من المنشآت المدنية الذى يلزم انشائها لحماية وصيانة مواسير صرف المخلفات السائلة سواء كانت بالانحدار او الضغط عند تقاطعاتها مع الطرق او الترع و المصارف الزراعية المائية او خطوط السكك الحديدية وذلك بتمرير الماسورة داخل خندق او ماسورة (فروغ) لتتحمل الماسورة الخارجية الاجهادات التى تنشأ من احمال المرور او تأثير المياه الجوفية او التيارات الكهربية الشاردة أو اية احمال اخرى ديناميكية او استاتيكية.

٧-٨-١ خطوات تنفيذ العدايات

أ - تحدد اماكن العدايات سواء للسكة الحديد أو للطرق الرئيسية السريعة أو الترع و المصارف الزراعية المائية او ما يماثلها .

ب - يتم تعدية المواسير اسفل او خلال هذه الموانع بشروط ومواصفات الجهات المالكة وطبقا للرسومات التصميمية المعدة للتنفيذ مع ضرورة تواجد احد مهندسيها للاشتراك فى الاشراف على التنفيذ طوال مراحله مع الاخذ فى الاعتبار كافة ما ذكر فى اعمال التجهيز لشبكات الصرف الصحى من احتياطات آمن وسلامة وعمل التحويلات اللازمة وخلافه.

ج - يراعى فى جميع أنوع العدايات ان يكون اتصال المواسير ببعضها بواسطة فلنشات لسهولة عمل الصيانة المستقبلية والدورية وأستبدال الأجزاء التنالفة وتغيير المواسير بالاطوال المناسبة.

وتنقسم عدايات خطوط المواسير الى الانواع التالية:

٧-٨-٢ عدايات خطوط المواسير للمجارى المائية غير الملاحية:

يتم تحميل المواسير على دعامات (خوازيق) وتنفذ هذه الدعامات بطريقة الحرف الدوار (البريمة) او الازاحة بحيث يتم انزالها اسفل القاع للمسافة التصميمية.

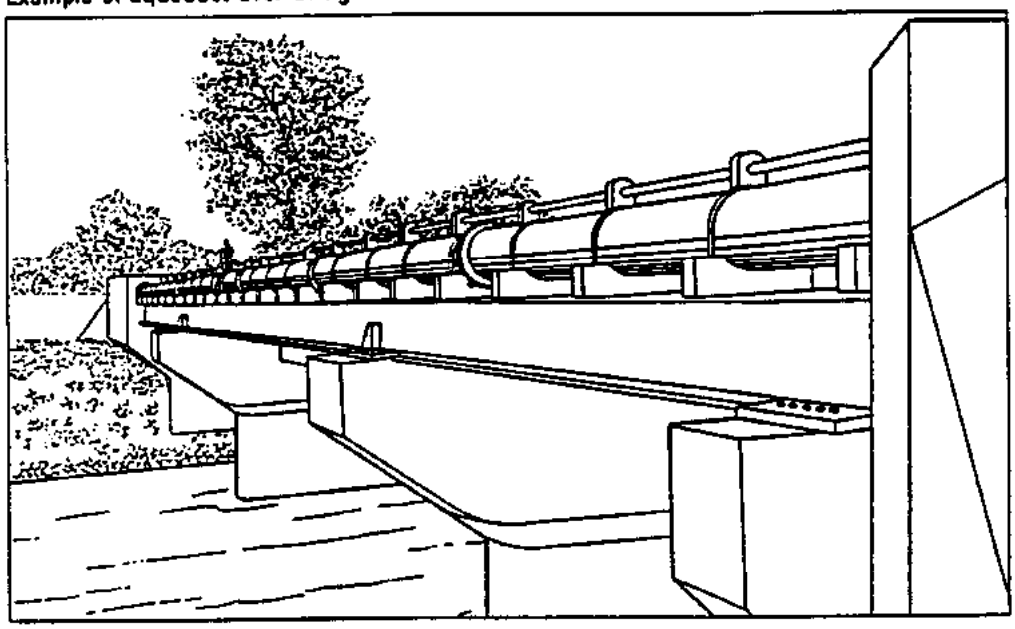
تثبت فى الطرف العلوى للدعامة ركيزة تناسب قطر الماسورة المراد تغذيتها عبر هذا المجرى المائى مع عمل حزام معدنى (قفيز) لتثبيت الماسورة حفاظا على استقامتها وسلامتها وذلك طبقا للرسومات التصميمية والموضحة بالشكلين أرقام (٧-٤١) و (٧-٤٢).

٧-٨-٣ عدايات خطوط المواسير للمجارى المائية الملاحية:

يتم تحميل الماسورة المراد تغذيتها على جسم الكبرى على ركائز خرسانية او معدنية مع ربط المواسير بقفيزات مثبتة فى هذه الركائز.

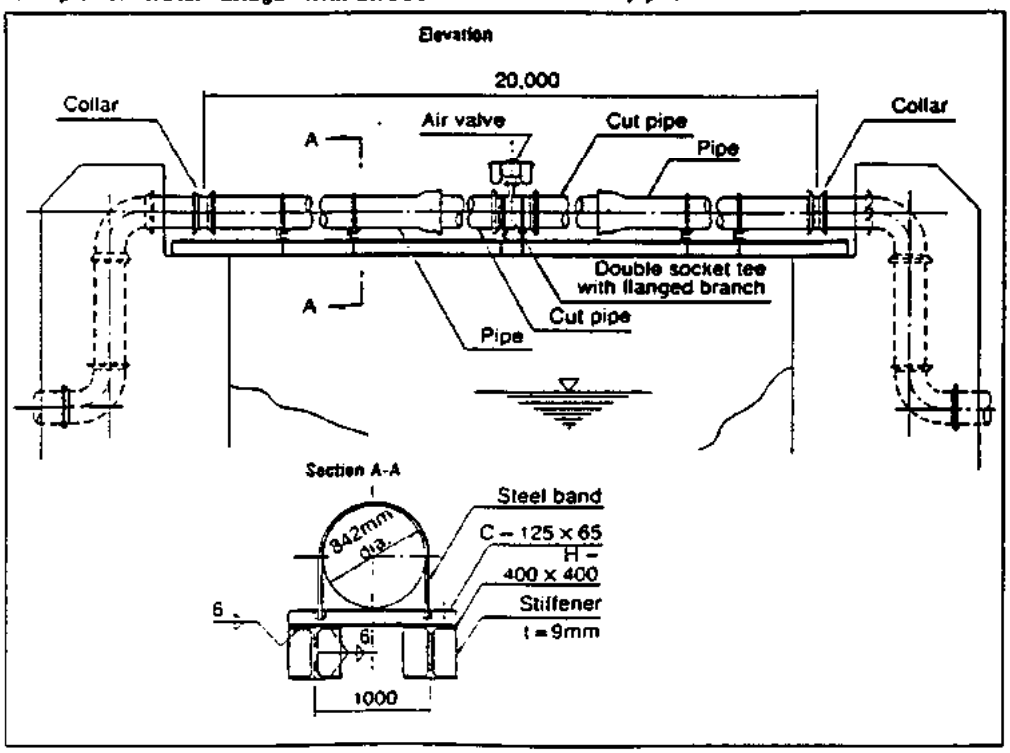
فى بعض الاحيان تستخدم دعامات الكبارى (البغال) لتغدية المواسير عليها بعد عمل الركائز المطلوبة وذلك فى الحالات التى تسمح بها المسافات بين هذه الدعامات طبقا لاطوال المواسير وكما هو موضح بالشكل رقم (٧-٤٣).

Example of aqueduct over bridge

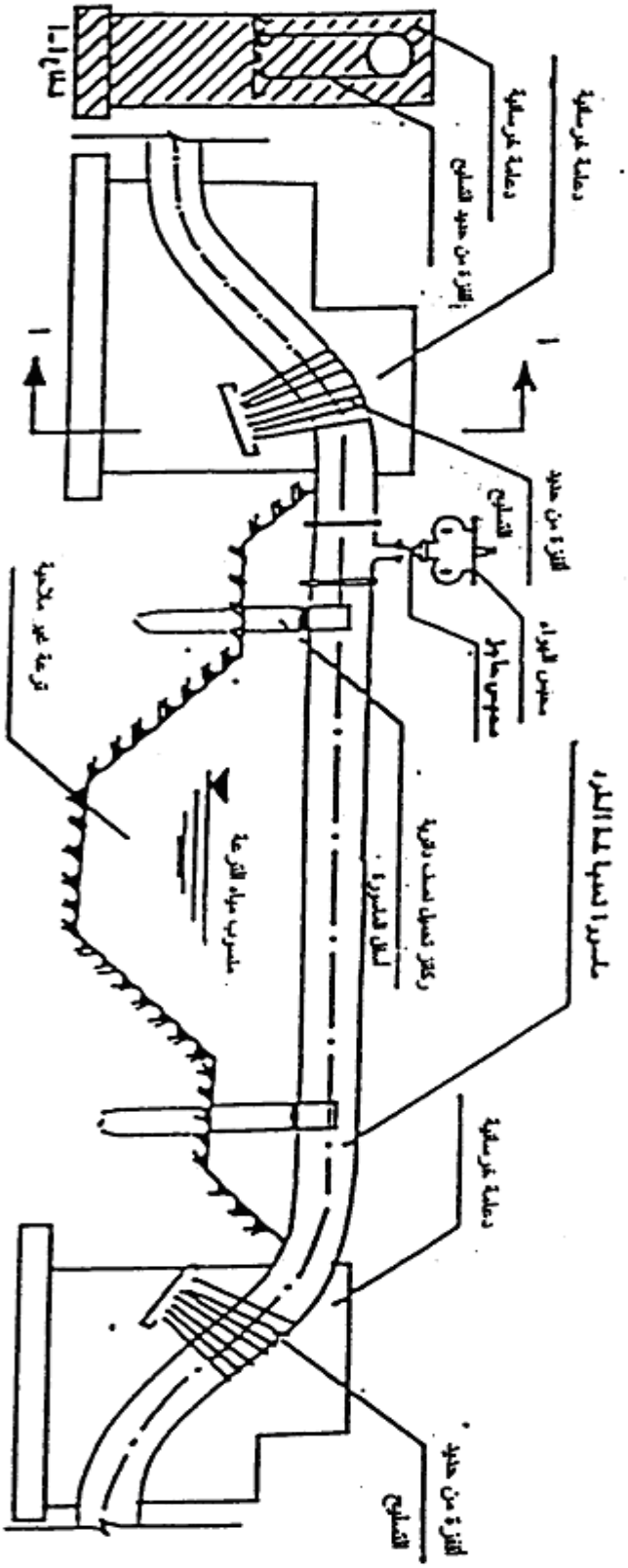


Note: At the highest point in the aqueduct, an air valve should be provided.

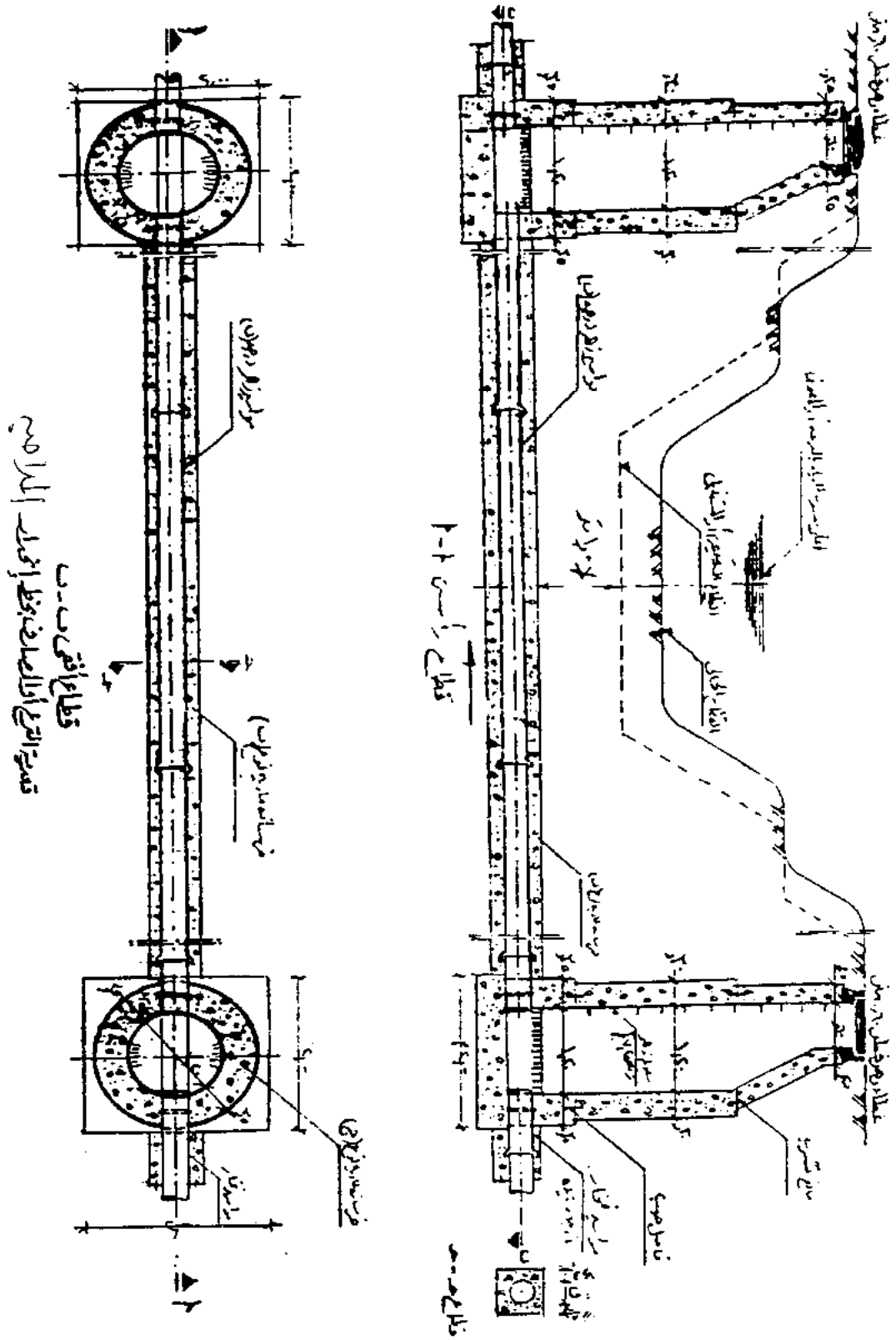
Example of water bridge with DN800mm ductile iron pipes



شكل رقم (٧-٤١) عدايات خطوط المواسير على المجارى الغير ملاحية (مواسير طرد)



شكل رقم (٧-٤٢) عدايات خطوط المواسير المجارى الغير ملاحية (مواسير طرد)



شكل رقم (٧-٤٣) عدايات خطوط المواسير المجارى ملاحية

(مواسيرالانحدار)

فى حالة الارتكاز على خوازيق يتم تحميل المواسير ذات الاقطار الكبيرة أو ماسورتين متجاورتين على ركائز صلب ملحومة بارضية مثبتة على صفين من الخوازيق عبارة عن مواسير من الصلب مملؤة بالخرسانة المسلحة وتصل بعضها بواسطة هيكل معدنى من كمرات وزوايا صلب وتثبت هذه الركائز اسفل قاع المجرى للعمق المطلوب تصميما سواء بالحفر الدوار او الازاحة وتتصل المواسير ببعضها بواسطة الفلنشات لسهولة اعمال الصيانة المستقبلية. فى حالة عدم وجود كبارى على المجرى الملاحى لتعدية المواسير يتم انشاء كوبرى معدنى او خرسانى لحمل هذه المواسير وطبقا للاشتراطات الملاحية وفى بعض الحالات يستعاض عن الكبارى بانشاء سحارة (سيفون) تحت منسوب قاع المجرى الملاحى وذلك طبقا للرسومات التصميمية.

٧-٨-٤ عدايات خطوط المواسير الطرق الرئيسية والسريعة

٧-٨-٤-١ الطرق التى يسمح بتعطيلها لتركيب عداية خطوط المواسير:

يتم قطع الطريق والحفر بالعرض والعمق المناسب ويتم تعدية المواسير داخل فاروغ من الخرسانة المسلحة تسليحا خاصا او من الصلب او من الخرسانة سابقة الاجهاد ويكون قطرة (الفاروغ) مساويا من ٢.٧-٣ قطر الماسورة او المواسير المراد تمريرها اسفل هذا الطريق سواء كان طريقا مرصوفا أو ترابيا ومتوقع رصفة مستقبلا او فى حالات المدن الجديدة.

يتم تحديد اماكن عدايات الطرق بوضع الفواريغ قبل الرصف ويتم الردم فوق الراسم العلوى لهذا الفاروغ للمسافة الموضحة بالرسومات التصميمية بالرمال النظيفة مع ضرورة تواجد مندوب من الجهة المختصة ويجب انشاء غرفتين بمقاسات مناسبة عند بداية و نهاية العداية مع عزلها جيدا ضد الرطوبة والرشح مع تركيب اغطية مناسبة ووضع علامات ارشادية لمواقعها، يلزم سد مدخل ومخرج الفاروغ بمبانى من الطوب سمك ١.٥ طوبة مونة خفيفة مع نهاية طبان الطريق مباشرة قبل وبعد العداية وقبل غرف المحابس لسهولة اعمال الصيانة المستقبلية ولحمايتها من تهايل الردم داخلها. يجب ان تتصل المواسير المراد تمريرها ببعضها بواسطة الفلنشات وتحمل على ركائز من الزهر او الصلب.

٧-٨-٤-٢ الطرق التى لا يسمح بتعطيلها لتركيب عداية خطوط المواسير:

فى بعض حالات الطرق السريعة ذات الاهمية القصوى والكثافة العالية للمرور تشترط الجهة المالكة عدم قطع أو تحويل هذه الطرق ولذا تستخدم احدى الطرق الاتية:

أولا – طريقة الأنفاق الصغيرة

لدفع الفواريغ اسفل الطريق من خلال حجرتى الدخول والخروج.

ثانيا: طريقة الدفع

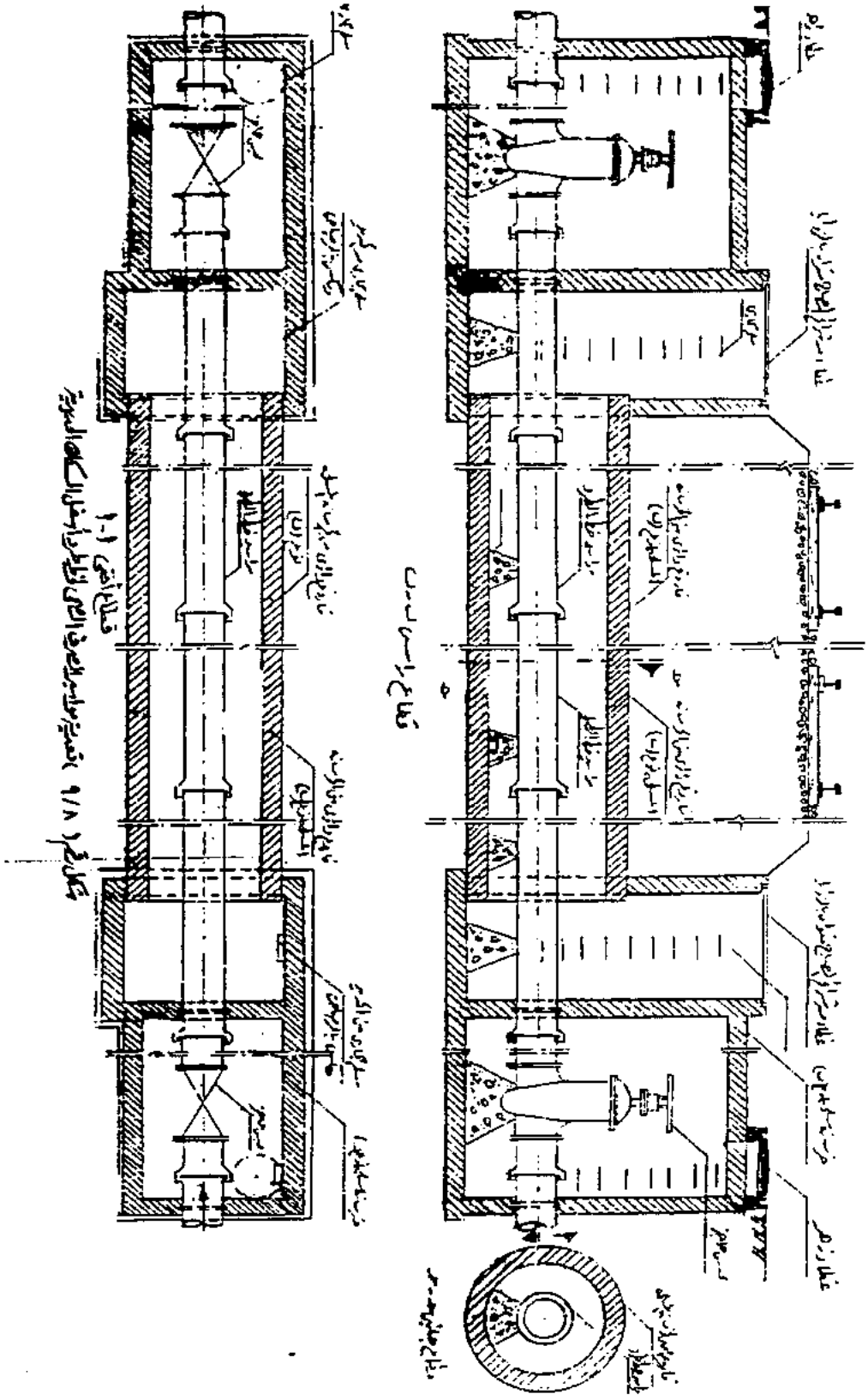
وفيها يتم انشاء حجرتين على جانبى الطريق كما سبق شرحه ويتم دفع الفاروغ على مراحل بواسطة معدات ميكانيكية خاصة بقطع التربة امام الفاروغ .

ثالثا: طريقة الصاروخ

وفى هذه الطريقة لا توجد ناتج حفر للتربة وانما تدفع الماسورة من الحجرة على جانب الطريق بواسطة صاروخ خاص بقوة كافية لاحداث الاختراق الى الحجرة على الجانب الاخر للطريق وتقتضى هذه الطريقة ان لا يزيد عرض الطريق على ٢٠ متر مع عدم استخدام فاروغ .

٧-٨-٥ عدايات خطوط المواسير أسفل السكك الحديدية

بعد تحديد التنفيذ 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 المدد وتمرر الماسورة داخل فاروغ من الخرسانة المسلحة تسليحا خاصا او من الصلب او من الخرسانة سابقة الجهاد قطره يتراوح بين ٢.٧-٣ امثال قطر الماسورة او المواسير الداخلية ويجب استمرار هذا الفاروغ حتى غرفتى الدخول والخروج على جانبى السكة طبقا للمسافة المحددة وكما هو موضح بالشكل رقم (٧-٤٤) وسد مدخل العداية بمبانى الطوب كما سبق شرحه. ضرورة تحميل الماسورة على ركائز من الزهر او الصلب او الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز طبقا لاستدارة الماسورة وتتصل المواسير ببعضها بواسطة الفلنشات لسهولة اعمال الصيانة المستقبلية. قد ترى الجهة المالكة تنفيذ عدايات السكك الحديدية بطريقة افاق الصغيرة السابق التنويه عنها فى عدايات الطرق لارتفاع معدل الامان بها وعدم الحاجة الى تخفيض حركة القطارات او تهديتها اثناء العمل ولسهولة العمل بهذه الطريقة ورغم ارتفاع تكاليفها.



شكل رقم (٧-٤٤) تعدية لخط طرد صرف صحى أسفل السكك الحديدية

٧-٨-٦ صيانة عدايات خطوط المواسير

٧-٨-٦-١ صيانة عدايات خطوط المواسير المجارى المائية:

تقفل المحابس جيدا قبل وبعد العداية ويتم تفريغ الجزء المراد عمل الصيانة له من خلال الفلنشات ويتم عمل الصيانة اللازمة من لحامات او تغيير لماسورة او جزء منها و اعادة الربط مرة اخرى بعد تغيير الحلقات المطاطية لاى وصلات يتم فكها.

٧-٨-٦-٢ صيانة عدايات الطرق والسكك الحديدية

تقفل المحابس جيدا التى قبل وبعد العداية وبعد الحفر والكشف عن مدخل الفواريغ يتم تكسير المبانى الطوب التى تسد فتحتى الدخول والخروج ويتم ازالتها مع الردم، تجهيز طلبمتى نزح تقالى لسحب المياه داخل الفواريغ الى الخارج وتفك وصلات الجزء المراد عمل الصيانة له ثم يتم اخراج الماسورة المراد تغييرها او جزء منها وتجهيزها بالخارج الفلنشات ويعاد تركيبها داخل العداية بعد تغيير الحلقات المطاطية لاى وصلات تم فكها.

٧-٩ أعمال تهوية مواسير شبكات الانحدارلتجميع المياه الملوثة

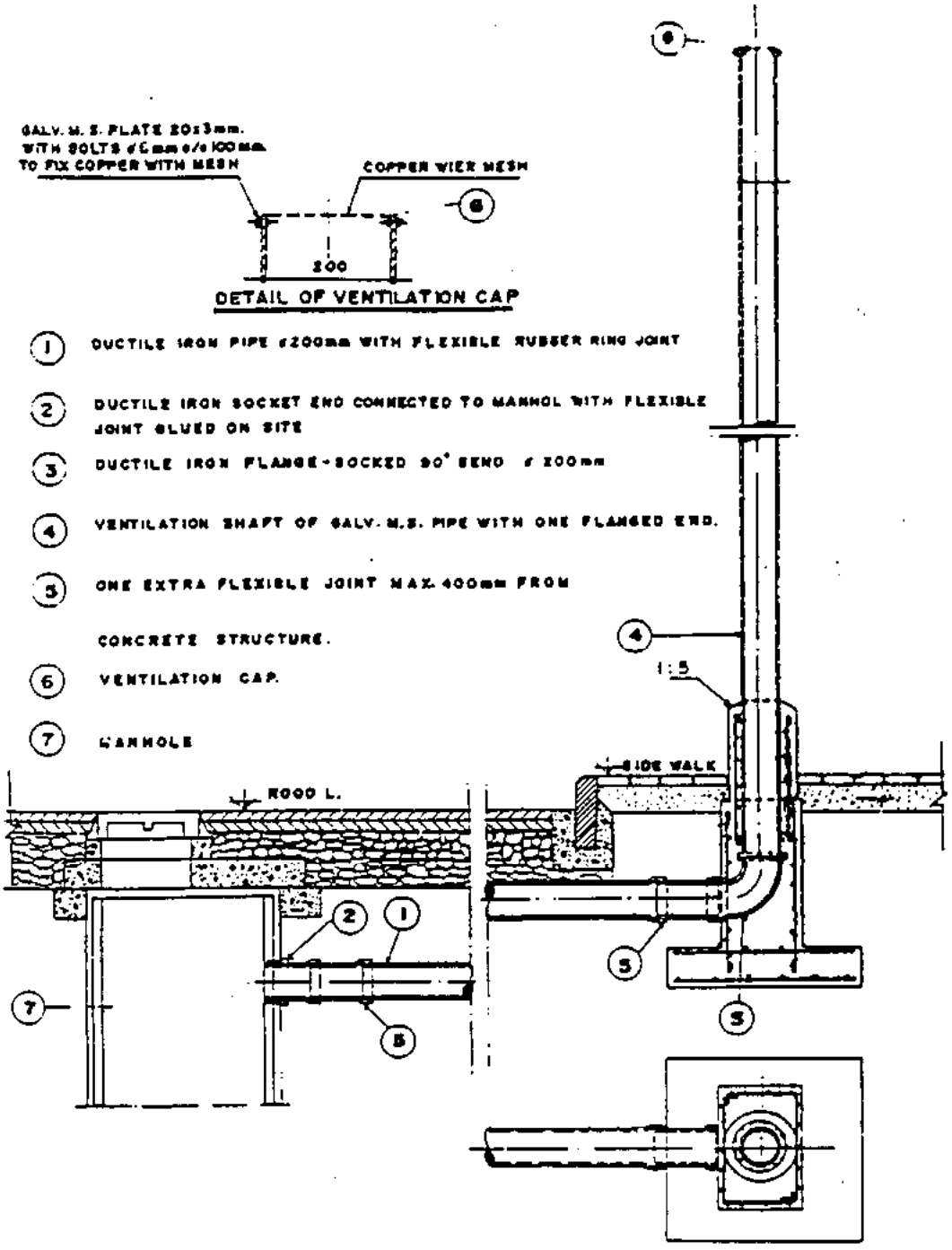
تهوية شكبة مواسير الانحدار لتجميع المياه الملوثة مهمة اساسية لازالة الغازات الغير مرغوب فيها ويمكن اتباع الاساليب التالية:

٧-٩-١ أعمدة التهوية

أعمدة تهوية للمطابق، وهى عبارة عن ماسورة مقامة على الرصيف المجاور للمطبق ومتصلة به ومرتفعة بحيث تكون اعلا من اى مبنى مجاور لمنع مضايقة الاهالى ويمكن تركيب مرشح من مجروش الفحم النباتى داخل هذه الاعمدة لامتصاص الروائح الغير مرغوب فيها وكما هو موضح بالشكل رقم (٧-٤٥).

٧-٩-٢ دفع تيار ممن الهواء المضغوط:

دفع تيار من الهواء بتركيب ماكينة على احد المطابق لشفط الهواء الموجود بين مطبقين متجاورين، وهى مفيدة للتخلص من الغازات المتصاعدة من التفاعلات بفعل البكتريا اللاهوائية والموجودة فى المياه الملوثة إلا أن استخدامها محصورا فى المناطق الغير مأهولة بالسكان.



شكل رقم (٧-٤٥) تفاصيل أعمدة تهوية

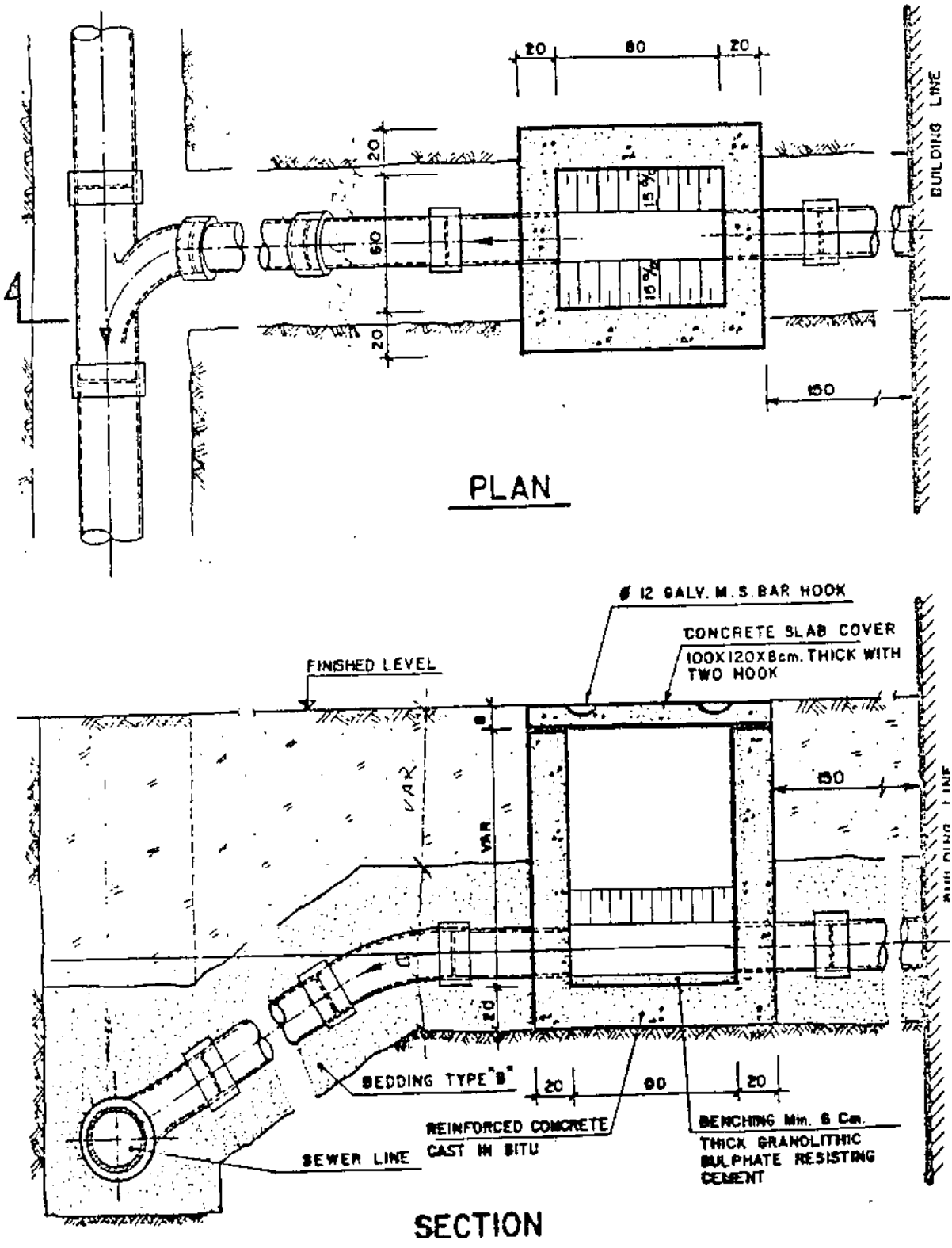
٧-٩-٣ اضافة غاز الكلور:

خلط المياه الملوثة بشبكة المواسير بغاز الكلور او احد مشتقاته مما يمنع تولد التفاعلات الغير مرغوب فيها. كما ان اعمدة التهوية بالاعمال الصحية الداخلية للمبانى من العوامل الاساسية المفيدة لتهوية الشبكة، وكذلك اغطية المطابق المثقبة اذا سمح باستخدامها، وكما ان مواسير عادم الروافع تساعد كثيرا فى اعمال التهوية انظر الباب التاسع عشر لزيادة المعرفة.

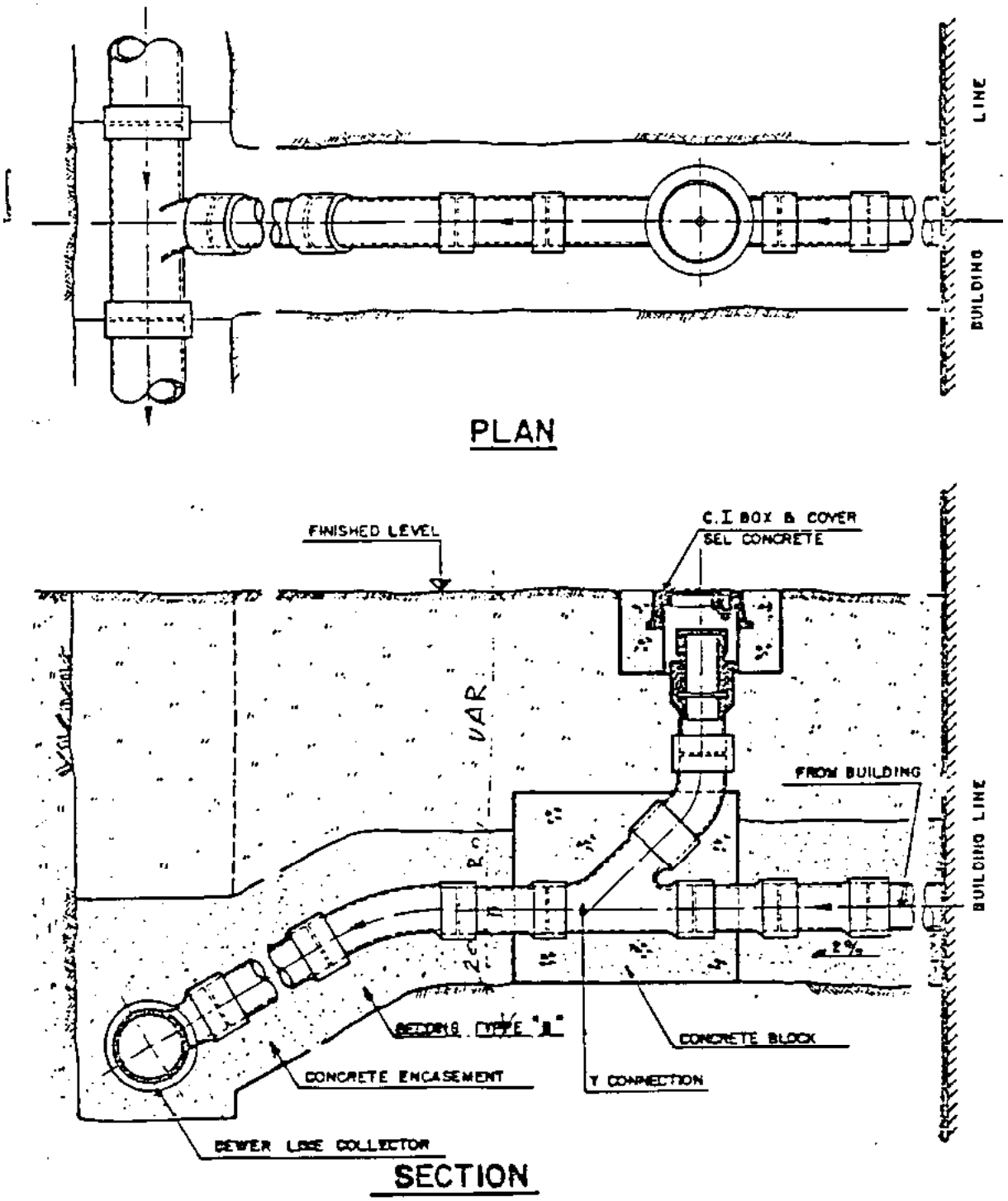
٧-١٠ توصيلات صرف المياه الملوثة من المنازل

لتوصيل اى مبنى الى شبكة تجميع المياه الملوثة العمومية يجب ان تكون جميع اعماله الصحية الداخلية منفذه طبقا للاصول الفنية ومخلفاته السائلة مستوفية لجميع المعايير والشروط والمواصفات الواجب توافرها قبـــــل

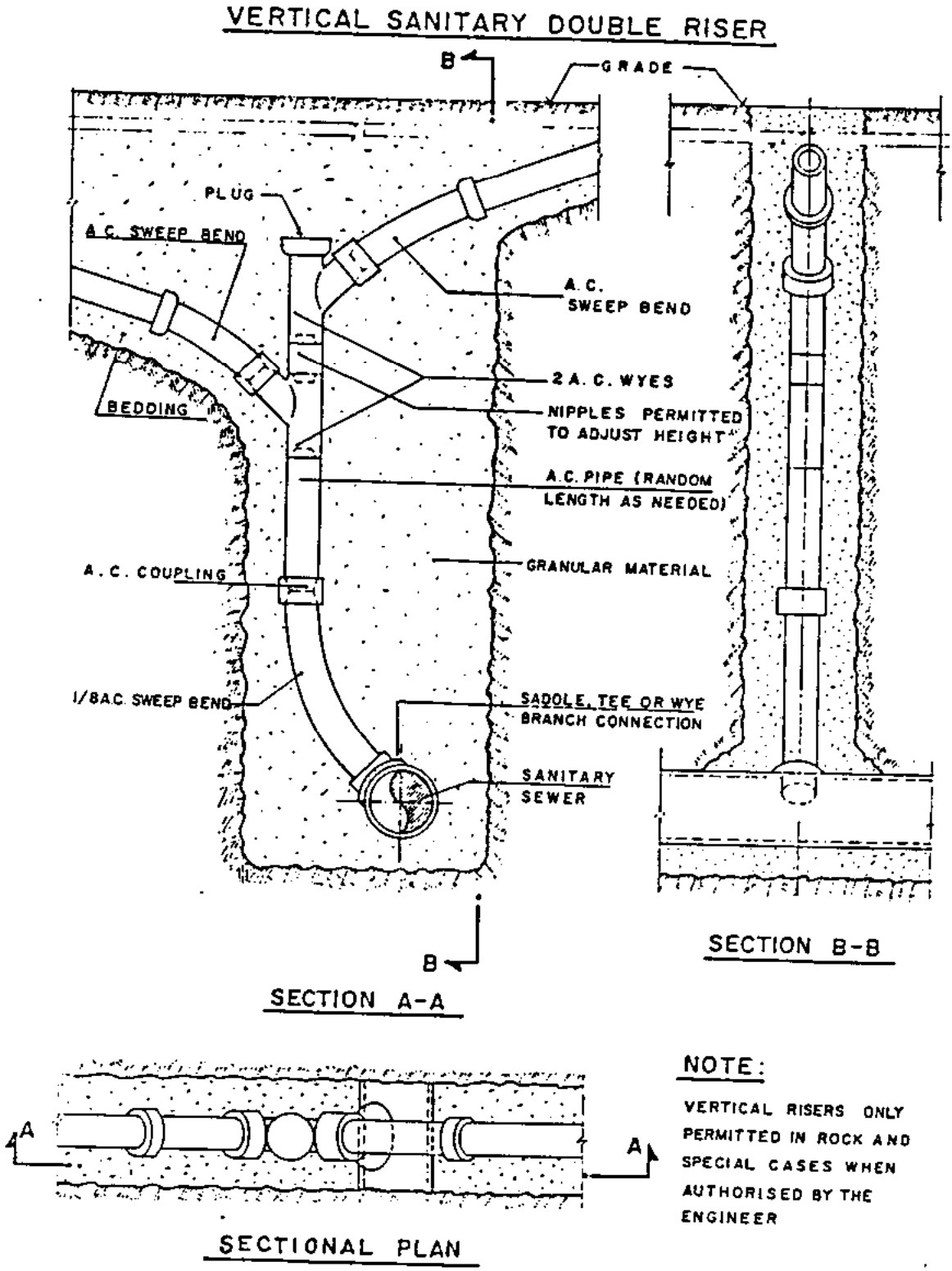
الصرف بشبكة تجميع المياه الملوثة العمومية. هذه الاعمال الصحية الداخلية يقوم بتنفيذها المالك بمعرفته وعلى حسابه وتحت اشراف الجهة المسئولة عن انشاء المبانى بالمدينة، أما انشاء توصيله المبنى من اخر غرفة تفتيش به الى الشبكة العمومية لمواسير تجميع المياه الملوثة فالجهة المشرفة عليها هى الجهة القائمة والمسئولة عن تنفيذ اعمال تجميع المياه الملوثة العمومية بالمدينة وتقوم بانشائها بمعرفتها على حساب المالك او يقوم هو بتنفيذها تحت اشرافها وطبقا لاشتراطاتها. ويجب عدم التوصيل على خطوط المواسير بسدل وكوع مباشرة لعدم الاخلال بشبكة المواسير والمنع كثرة السدود التى تنجم بسببها، بل يتم التوصيل على المطابق مباشرة كما يمكن تجميع غرف التفتيش النهائية للمبانى بمداد على الارصفة وتوصيل المداد على المطبق، ويتم انشاء الوصلة من الرصيف الى المطبق اثناء عملية انشاء المشروع لتجنب تكرار الحفر بالشوارع عند توصيل كل مبنى وتحصل تكاليف وصلة المبانى من اصحاب العقارات وكما هو موضح بالأشكال أرقام (٧-٤٦) الى (٧-٥٢).



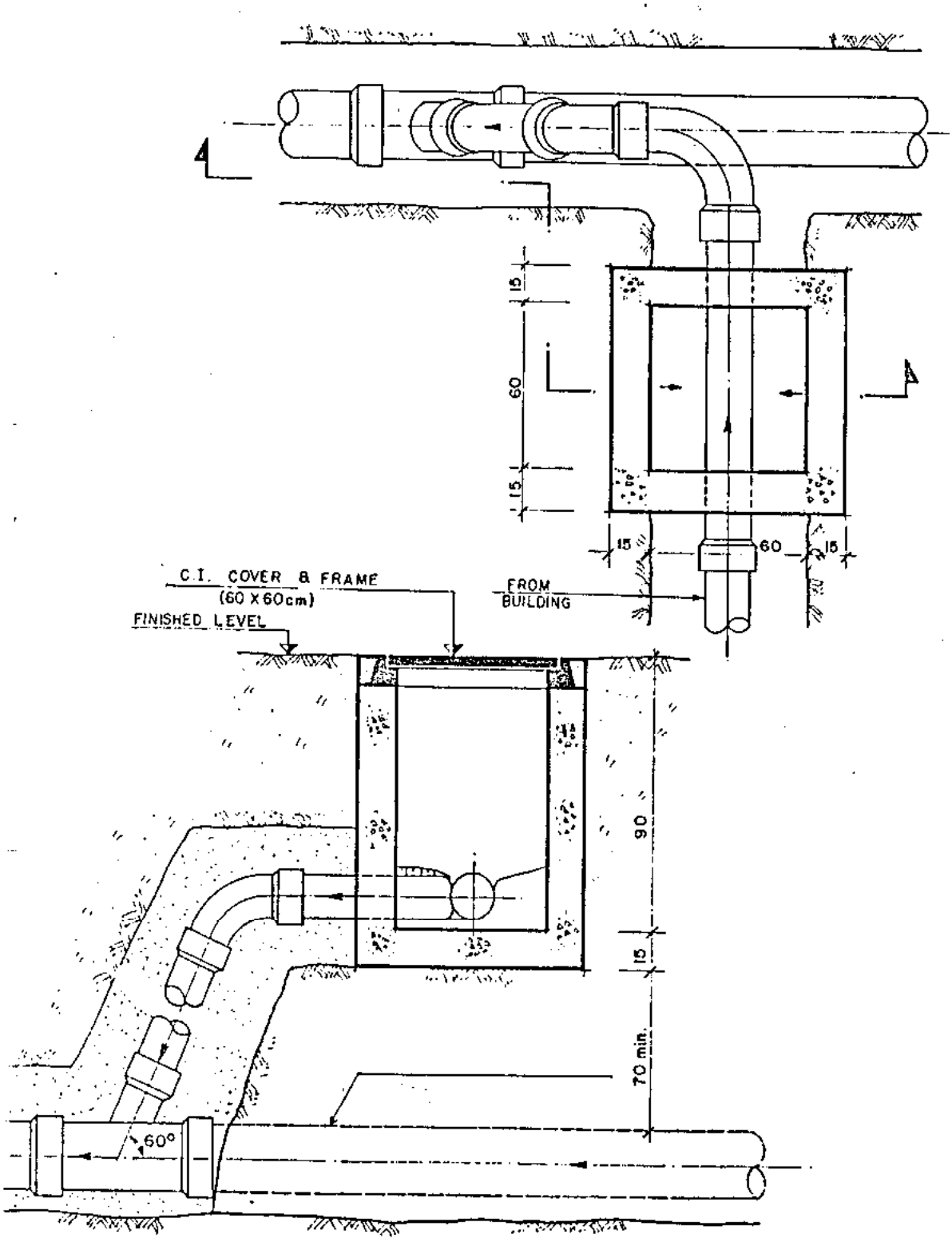
شكل رقم (٧-٤٦) توصيلات صرف المياه الملوثة من المنازل



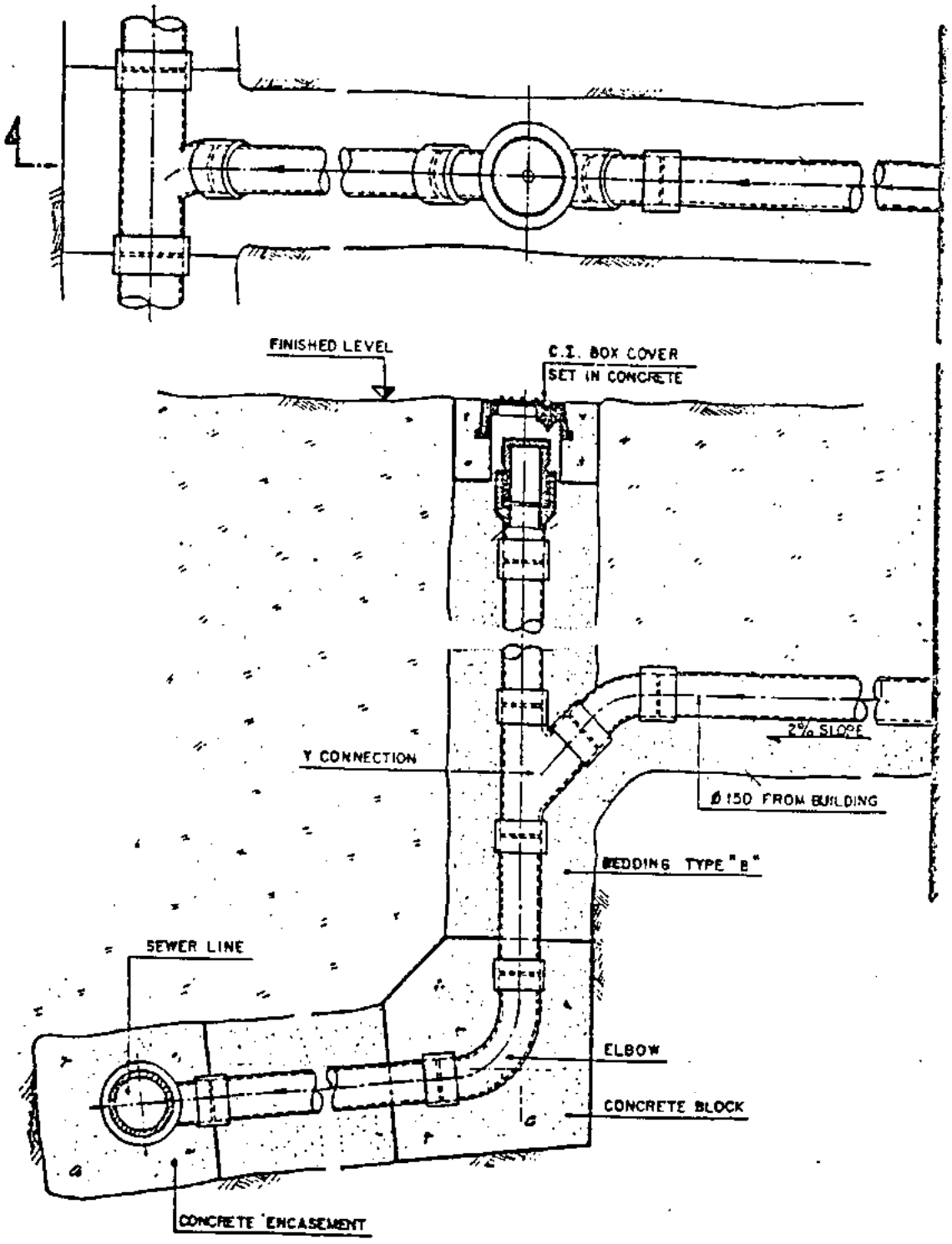
شكل رقم (٧-٤٧) توصيلات صرف المياه الملوثة من المنازل



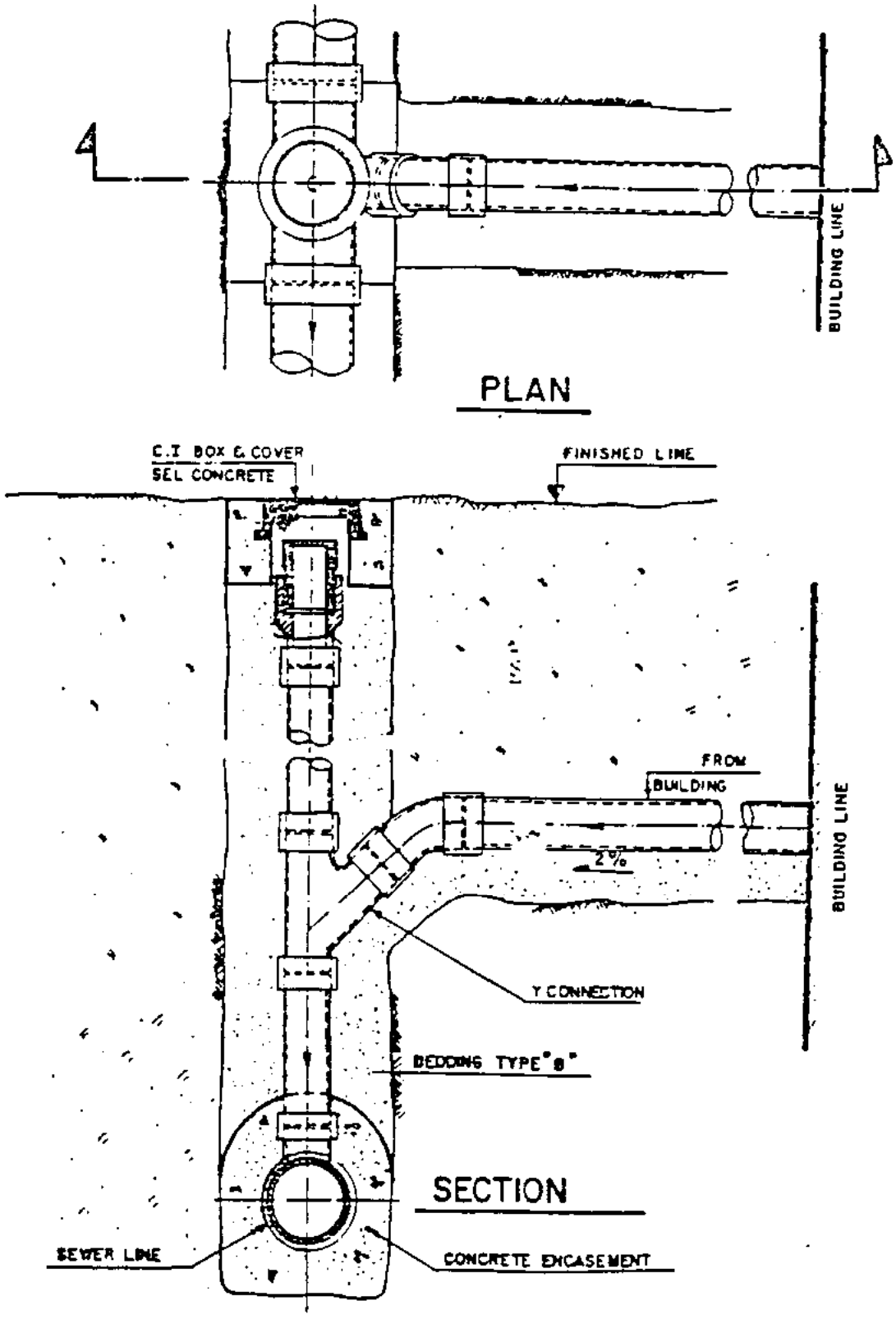
شكل رقم (٧-٤٨) توصيلات صرف المياه الملوثة من المنازل



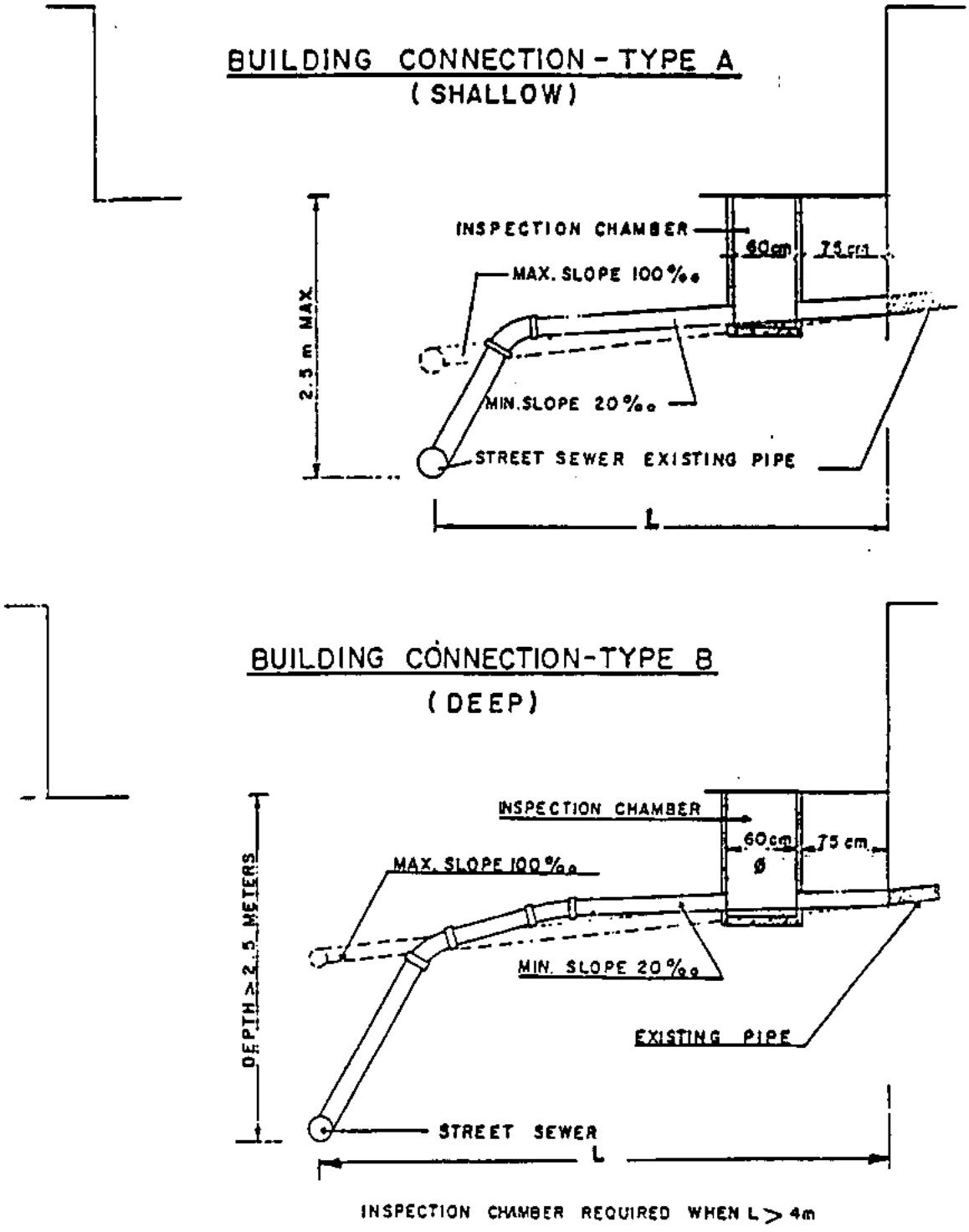
شكل رقم (٧-٤٩) توصيلات صرف المياه الملوثة من المنازل



شكل رقم (٧-٥٠) توصيلات صرف المياه الملوثة من المنازل



شكل رقم (٧-٥١) توصيلات صرف المياه الملوثة من المنازل



شكل رقم (٧-٥٢) توصيلات صرف المياه الملوثة من المنازل

٧-١٠-١ غرف التفتيش House Inspection Chambers

تبنى غرفة التفتيش عند نهاية مواسير الصرف الداخلية للمبنى حيث تتجمع مياه الصرف الصحى وتصب فى هذه الغرفة ثم تتجه الى اقرب مطبق بشبكة الصرف الصحى العمومية وهناك طريقتان للتنفيذ:

- غرف التفتيش المنفذة بالموقع.
- غرف التفتيش سابقة التجهيز.

تبنى من الطوب الاسمنتى او من الطوب الازرق ثم تعمل مجارى القاع وتغطى هذه الغرف بغطاء خرسانى مناسب كما هو موضح بشكل رقم (٧-٥٣). ويمكن صرف المياه الملوثة للمبنى بمفردة او صرف عدة مبانى متجاورة حسب التصميم.

٧-١٠-٢ غرف التفتيش سابقة التجهيز

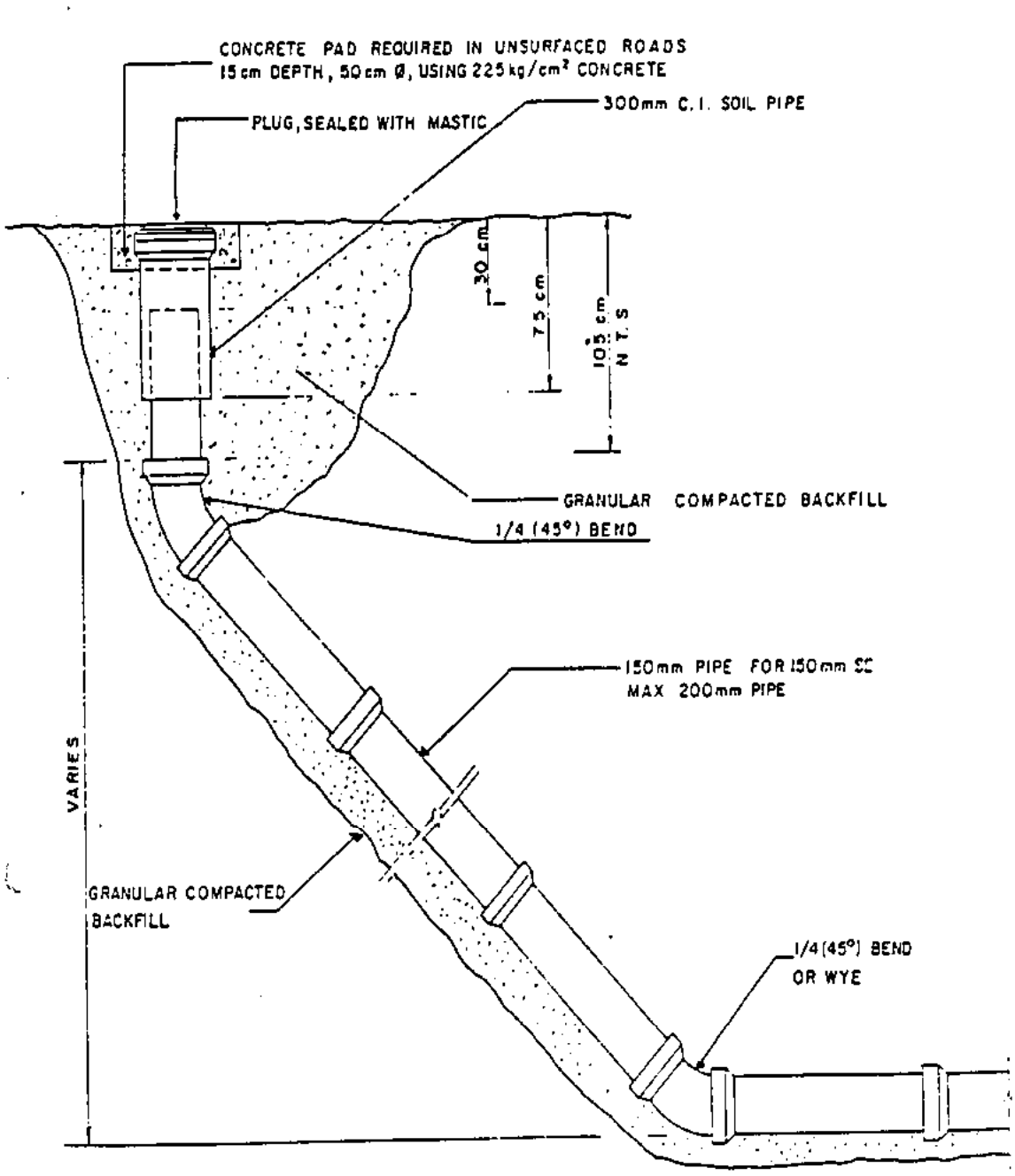
تتميز هذه الغرف بسهولة وسرعة التنفيذ والجودة عن مثيلتها السابقة كما هو موضح بالشكل رقم (٧-٥٤).

وتنفذ هذه الغرف من الخرسانة المسلحة وبمقاسات حسب الطلب ولها غطاء خرسانى مسلح.

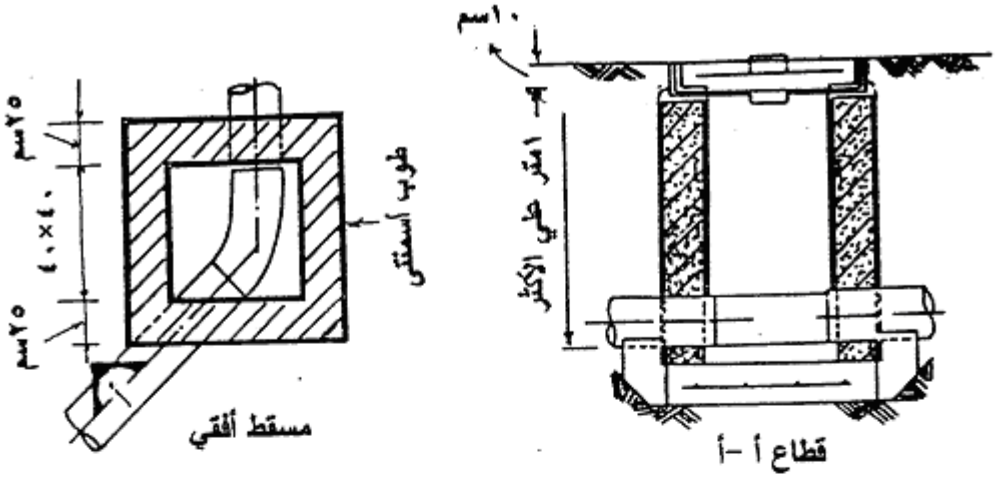
والجدول رقم (٧-٦) يحدد الابعاد القياسية لغرف التفتيش.

جدول رقم (٧-٦) الأبعاد القياسية لغرف التفتيش

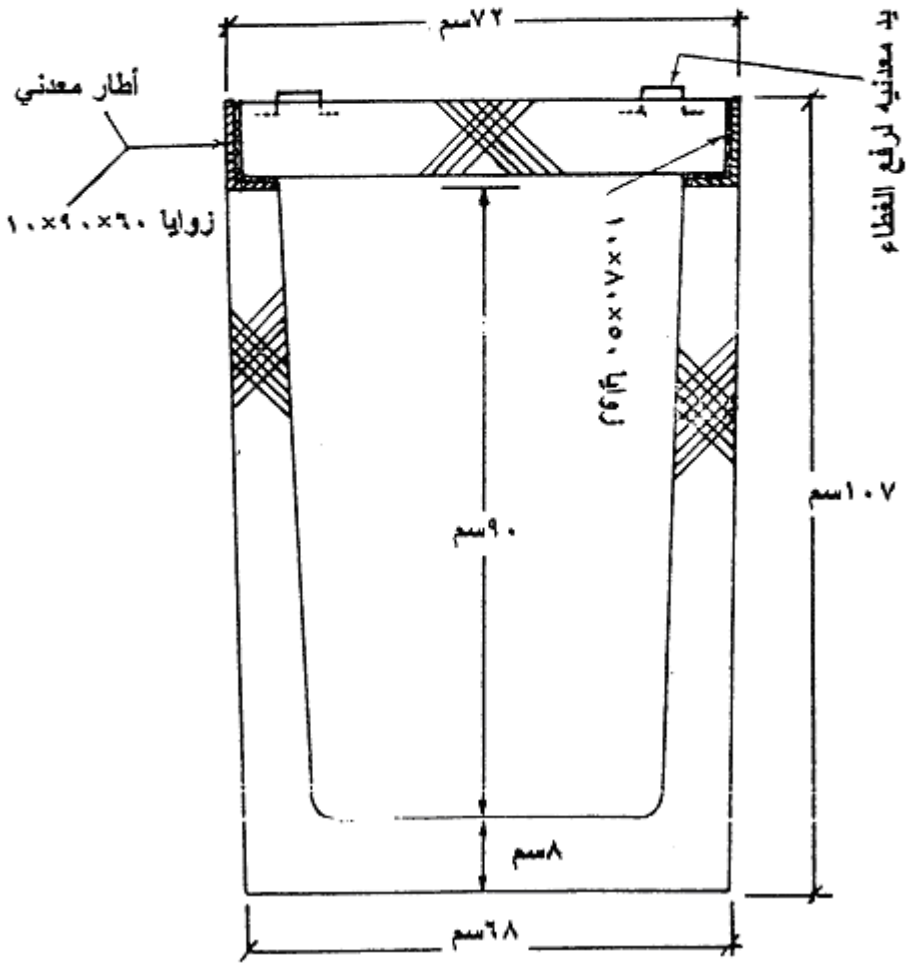
المسافة بين سطح الارض وقاع ماسورة الخروج (متر)	مقاس غرفة التفتيش (سم)
حتى ١ متر	٤٠×٤٠
حتى ١ متر (أعلى من ماسورة الدخول)	٦٠×٦٠
من ١-١.٥ متر	٨٠×٨٠
اكبر من ١.٥ متر	ينفذ مطبق النموذج الأول



شكل رقم (٧-٥٣) فتحات غرف التفتيش



تفاصيل غرف التفتيش المنفذه في الموقع



شكل رقم (٧-٥٤) تفاصيل غرف التفتيش سابقة التجهيز

٧-١١ اجهزة قياس التصرف Measuring of flow devices

وهذه الاجهزة عادة توضع فى نهاية شبكة المواسير الصرف بالقرب من محطات الطلمبات وذلك لغرض قياس التصرف الذى يصل الى محطة الرفع كما قد توضع عند مخرج شبكة الصرف التى تخدم منطقة معينة او موقع خاص كمصنع لتقدير كمية المخلفات السائلة التى تصل من هذه المنطقة او المصنع. واهم الاجهزة المستعملة لهذا الغرض هى:

٧-١١-١ هدار مثلث الزاوية حاد الجوانب Sharp Edge (V) Noch 90^o

الشكل رقم (٧-٥٥) يوضح تفاصيل هدار المثلث الزاوية حاد الجوانب ويمكن قياس التصرف على هذا الهدار بتطبيق المعادلة التالية

$$Q = cd5/r^8 \sqrt{2g \tan\frac{\Theta}{2}} H^{5/2} \qquad (٧-١)$$

حيث:

Q = التصرف بالمتر ٣/ثانية

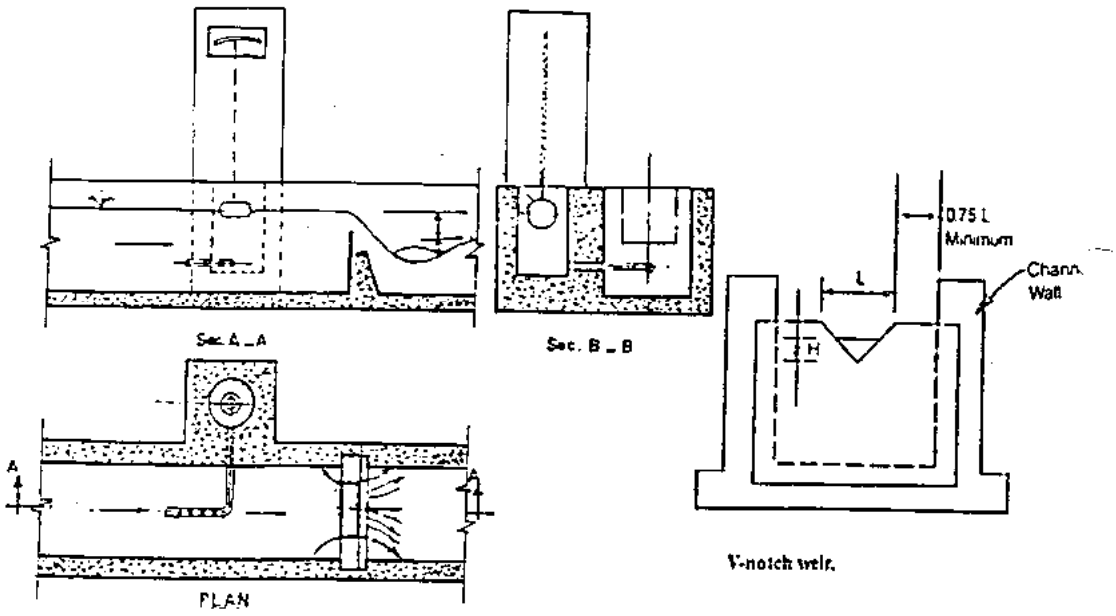
G = عجلة الجاذبية الارضية = ٩.٨١ متر/ ثانية/ ثانية.

(c) = زاوية الهدار وتساوى فى هذه الحالة ٩٠ وبذلك يكون $\Theta/2 = 1$

H = ارتفاع منسوب الماء امام الهدار عن منسوب راس المثلث الهدار.

cd = معامل التصرف ويساوى = ٠.٦٠

B = عرض الهدار



شكل رقم (٧-٥٥) هدار مثلث لقياس التصرف حاد الجوانب

٧-١١-٢ هدار مستطيل بحافة حادة

تمتاز هذا الجهاز بسهولة التركيب الا انه يحتاج الى تهوية وكما هو موضح بالشكل رقم (٧-٥٦) ويمكن قياس التصرف الماء على هذا الهدار من المعادلة.

$$Q = G^{2/3}(B - 0.1H)\sqrt{2g - H^{2/3}} \qquad (٢-٧)$$

حيث:

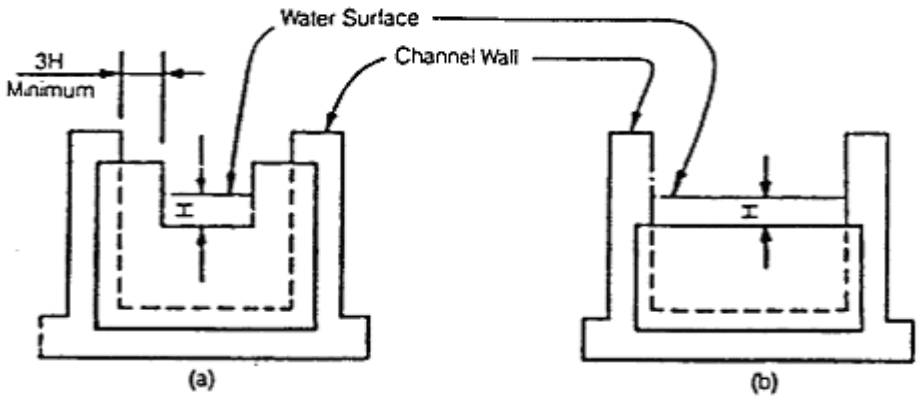
Q = التصرف (بالمتر^3/ثانية)

Cd = معامل التصرف ويساوى = ٠.٦٣٢

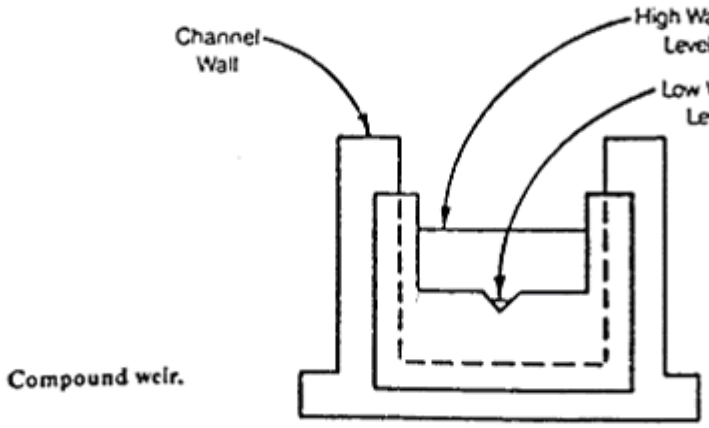
B = عرض الهدار (متر)

G = العجلة الجاذبية الارضية وتساوى ٠.٩٨١ (متر/ثانية).

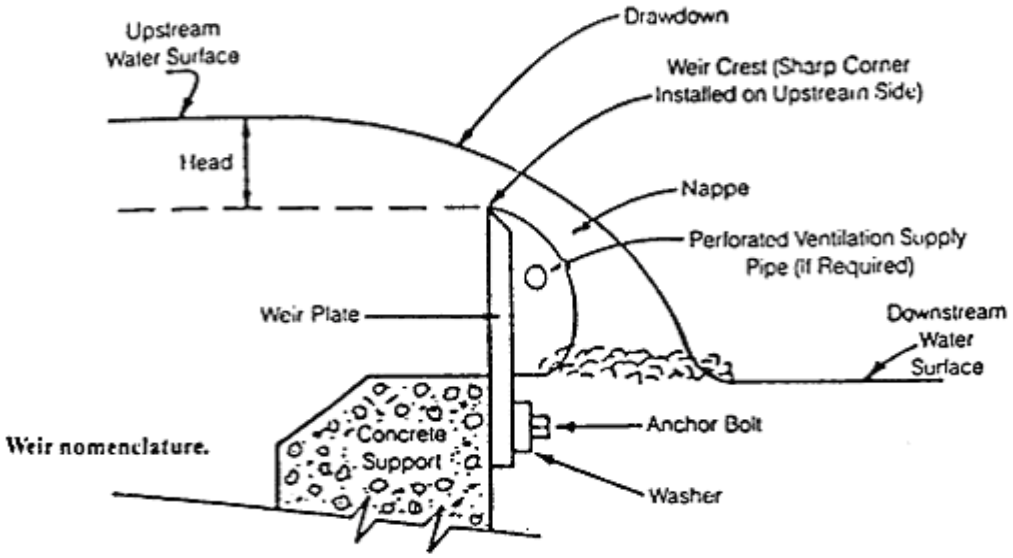
H = ارتفاع منسوب الماء امام الهدار عن منسوب حافة الهدار (متر).



Rectangular weirs: (a) contracted and (b) suppressed.



Compound weir.



Weir nomenclature.

الشكل رقم (٧-٥٦) هدار مستطيل بحافة حادة

على أنه يجب مراعاة الاتى عند استعمال كل من هذين الهدارين لقياس التصرفات:

أ – أن يقاس منسوب الماء امام الهددار على بعد من الهدار يساوى على الاقل اربعة امثال عمق الماء ففوق الهدار.

ب – ان يقلل اضطراب الماء ما امكن بالقرب من الهدار يجعل جدار المجرى املسا ومنتظما.

ج – ان يكون منسوب الماء خلف الهدار اوطى من منسوب الهدار بما لا يقل عن ١٥ خمسة عشر سنتيمترا وذلك ضمانا لعدم احتمالية الهدار بالماء.

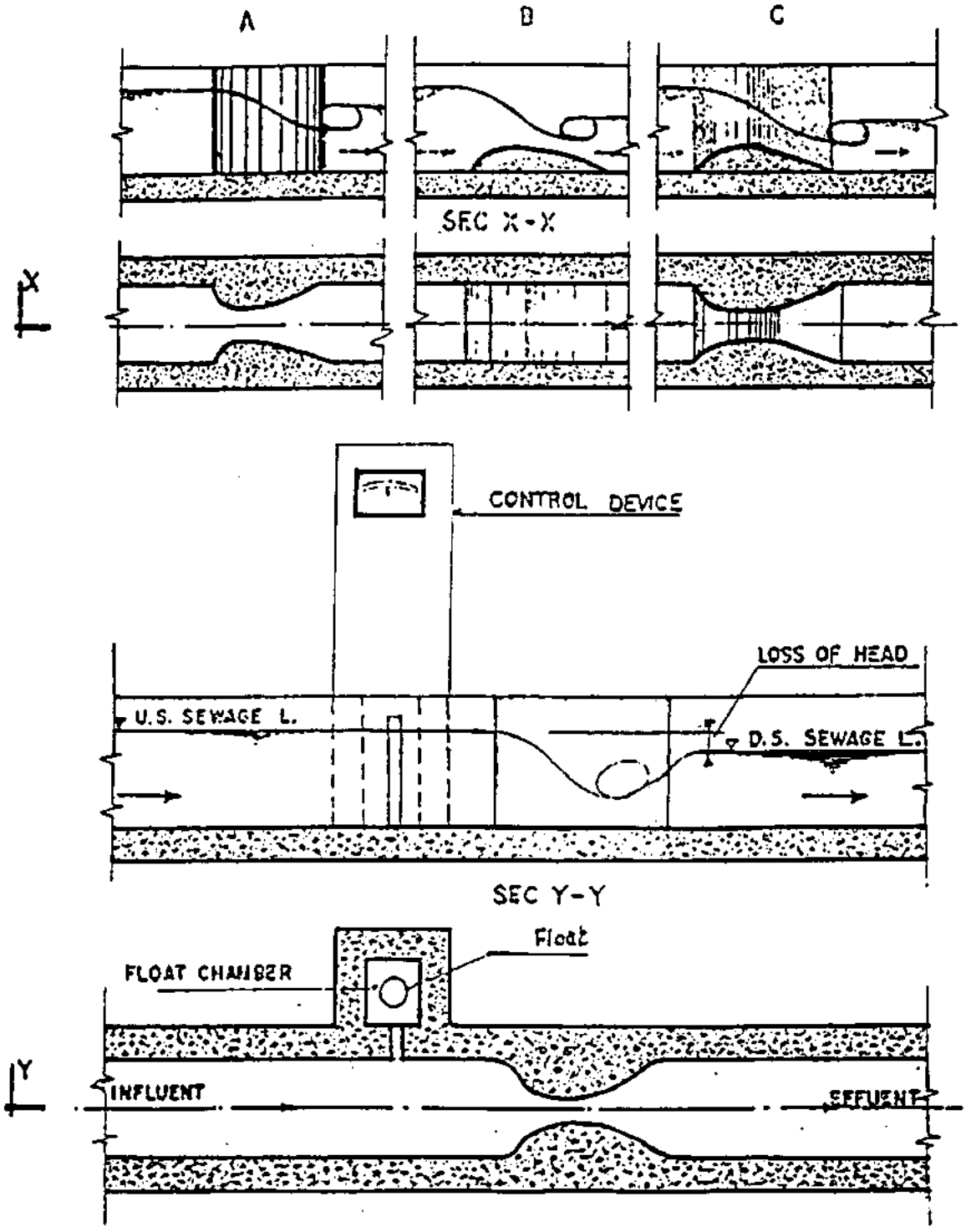
ويعتبر هذا احد عيوب استعمال هذه الهدارات لما تسببه فى خفض منسوب الماء خلف الهدار من زيادة فى عامود الرفع على محطة الطلمبات.

كما يعيب هذين النوعين من الهدارات اعتراض الهدار لمرور الرواسب التى تحتويها المخلفات السائلة مما يحد من استعمالها فى قياس تصرفات المخلفات السائلة الخام ويجعلها مفضلة لقياس التصرفات المخلفات السائلة (مياه الصرف الصحى) المعالجة فقط.

٧-١١-٣ المجرى ذات الموجة الثابتة (Standing wave fluma)

وهى عبارة عن مجرى (القناة الحاملة للمخلفات السائلة) تشكل بجوانبه اختناق بحيث يضيق القطاع المائى بها مما ينتج عنه زيادة فى السرعة عند المضيق الى الدرجة التى يسبب منسوب الماء فى المضيق حتى العمق الحرج (Critical depth) وعند خروج الماء من المضيق تتكون موجة ثابتة (Standing wave) – ويتميز هذا النوع من اجهزة القياس بامكان قياس التصرف بمعرفة ارتفاع الماء امام المضيق فقط.

ويتكون هذا المضيق فى المجرى المائى تدريجيا بتخليق صنم فى المجرى كما هو موضح بالشكل رقم (٧-٥٧) او تضيق عرض المجرى خلف صنم ارتفاع المجرى مع تضييق فى العرض الا انه فى جميع الحالات لابد من تولد الموجة الثابتة خلف المضيق وفى قياسات المخلفات السائلة يفضل النوع الثانى المبين فى اذا ان يخلق الصنم فى قام المجرى يعترض سير المواد العالقة بالماء ولهذا تستعمل المجارى ذات الصنم فى قياس تصرف المخلفات السائلة بعد معالجتها اذا اريد ذلك



الشكل رقم (٧-٥٧) المجرى ذات الموجة الثابتة

وعند انشاء مثل هذا النوع ذات الموجة الثابتة للقياس يراعى الاتى:

أ- ان لا يزيد عرض المضيق عن ارتفاع الماء امام المضيق.

ب- طول المضيق يساوى ضعف عرضه.

ج- نصف قطر منحنى المدخل امام المضيق يساوى مرتين ونصف عرض المضيق.

د- انفراج الجوانب يكون بنسبة ١:٦ .

ه- منسوب القاع خلف المضيق اقل من منسوب القاع امامه بحوالى بوصة.

و- نقطة قياس ارتفاع الماء امام المضيق تكون على مسافة من المضيق لا تقل عن اربعة اضعاف عرض المضيق.

ز- ان يكون المجرى المائى امام المضيق منتظم القطاع ومستقيم بمسافة لا تقل عن ثمانية أمثال عرض المضيق.

$$Q = 2.09BH^{3/2} \qquad (٣-٧)$$

$$Q = 2.09BH^{3/2} \qquad (٤-٧)$$

حيث:

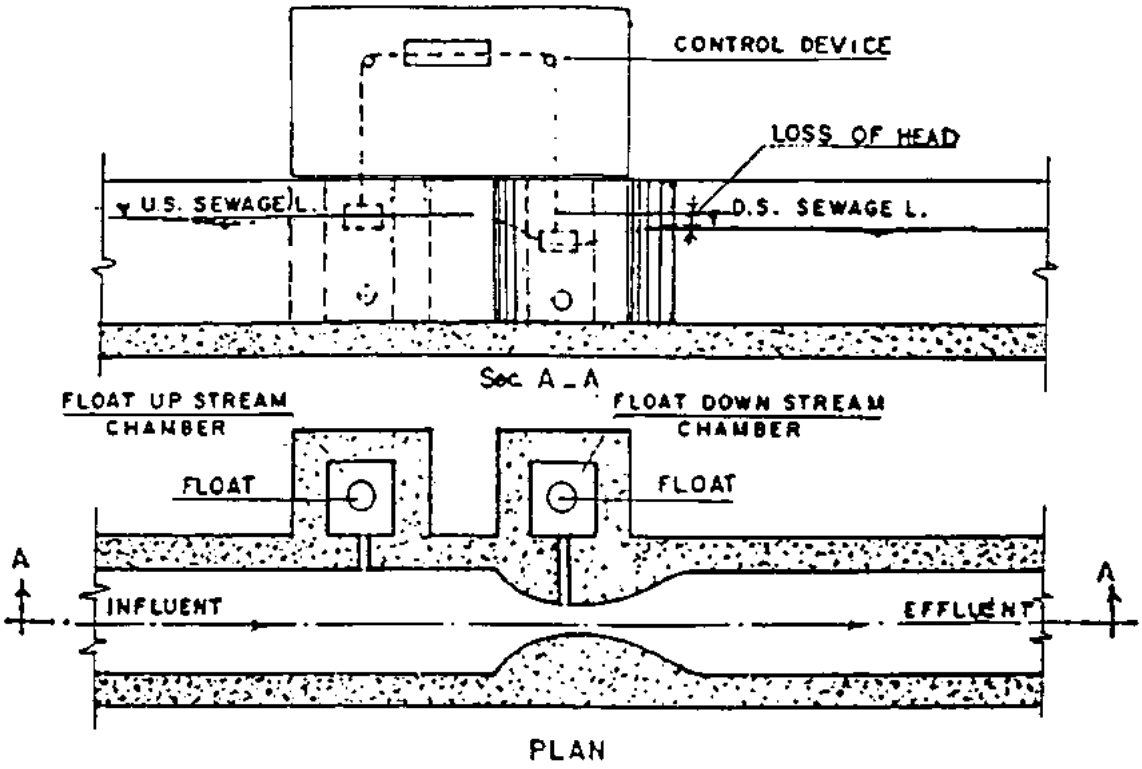
Q = التصرف (م٣/ثانية)

B = عرض المضيق

A = ارتفاع الماء امام المضيق

٧-١١-٤ مجرى فنشورى (Venturi flume)

وهو مشابة للمجرى ذو الموجة الثابتة السابق شرحه وصفه ألا أن الموجه الثابتة لا تتكون فى هذه الحالة مما يوجب قياس منسوب الماء امام المضيق وفى المضيق نفسه كما هو موضح بالشكل رقم (٧-٥٨).



الشكل رقم (٧-٥٨) مجرى فنشورى

ويقاس التصرف فى هذه الحالة بالمعادلة

$$Q = C_d\, bh\sqrt{2g(H-h)}\sqrt{\frac{1}{1-m^2}} \qquad (٧-٥)$$

حيث:

Q = التصرف

Cd = معامل التصرف

ويقاس التصرف فى هذه الحالة بالمعادلة الاستنتاجية (Imperical) الآتية:

$$Q = 4bH^{1.522}\quad b^{0.026} \qquad (٧-٦)$$

أو المعادلة التقريبية

$$Q = 3.75H^{1.6} \qquad (٧-٧)$$

حيث :

Q = التصرف (قدم مكعب ثانية)

b = عرض المضيق (قدم)

H = ارتفاع الماء امام المضيق (قدم)

المعادلة الاولى رقم (٧-٦) تستعمل للتصرفات الكبيرة التى تزيد عن ٦٠ قدم^3 /ثانية بينما تستعمل المعادلة الثانية رقم (٧-٧) فى التصرفات التى تقل عن ذلك.

٧-١٢ منظمات التصرف

وهى اجهزة الغرض منها تنظيم سريان المخلفات السائلة فى المواسير الكبيرة من شبكات الصرف وكذلك تحويل سيرها كلها او بعضها من ماسورة الى اخرى اذا زادت كمياتها عن مقادير تفوق محطة الطلمبات او محطة المعالجة او تسبب زيادة فى درجة التلوث فى مكان التخلص من المخلفات السائلة، ومن امثلة هذه الاجهزة.

٧-١٢-١ الهدارات الجانبية

وهى فتحات فى جانب الماسورة تنفذ على منسوب وطول يقدران حسابيا باحد المعادلات الهيدروليكية الاتية، بحيث اذا زاد ارتفاع المياه فى الماسورة الرئيسية عن منسوب معين فان ما زاد من المياه يمر فوق الهدار ليصل الى ماسورة اخرى تؤدى الى موقع اخر للمعالجة او التخلص ويمكن تطبيق المعادلات الهيدروليكية التالية:

$$Q = \frac{LV}{I^{67}}\left(\frac{I}{\sqrt{H_2}} - \frac{I}{\sqrt{H_1}}\right) \qquad (٧-٨)$$

$$Q = 3.3^2 L^{0.83} \qquad H_2^{1.67} \qquad (٧-٩)$$

$$L = 2.3 \quad V \quad d \quad \log\left(\frac{H_1}{H_2}\right) \qquad (٧-١٠)$$

حيث:

Q = التصر فوق الهدار (قدم^3/ثانية)

L = طول الهدار (قدم)

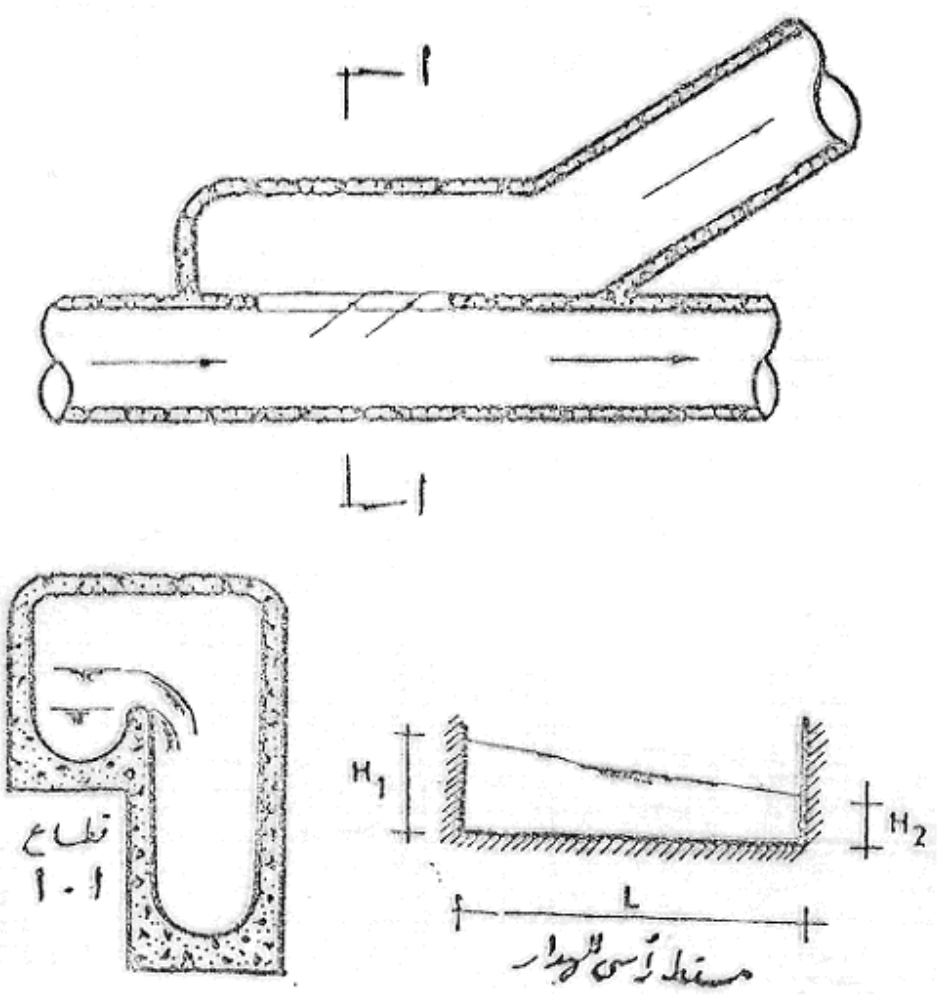
V = سرعة المياه فى الماسورة الرئيسية (قدم/ثانية) قبل موقع الهدار مباشرة.

H = ارتفاع المياه فوق الهدار عند بدايته (قدم)

H_2 = ارتفاع المياه فوق الهدار عند نهايته (قدم)

D = قطر الماسورة الرئيسية (قدم)

ويوضح الشكل رقم (٧-٥٩) الهدارات الجانبية



شكل رقم (٧-٥٩) تفاصيل الهدار الجانبى

٧-١٢-٢ الهدارات القافزة

وهى فتحة فى قاع الماسورة الرئيسية باتساع وشكل خاص بحيث نسقط فيها المياه حتى تصرف معين، فاذا زادت المياه عن هذا التصرف كانت سرعتها العالية سببا فى ان تندفع المياه لتعبر كمية كبيرة منها أو كلها من هذه الفتحة لتصل الى ماسورة مساعدة تؤدى بها الى مسار اخر لمحطة التنقية او التخلص مباشرة. وتتوقف كمية المياه التى تسقط فى الفتحة او تعبرها على العوامل الاتية:

أ - اتساع الفتحة

ب – منسوب بداية الفتحة ومنسوب نهايتها

ج – سرعة الماء فى الماسورة الرئيسية عند الاقتراب من الفتحة.

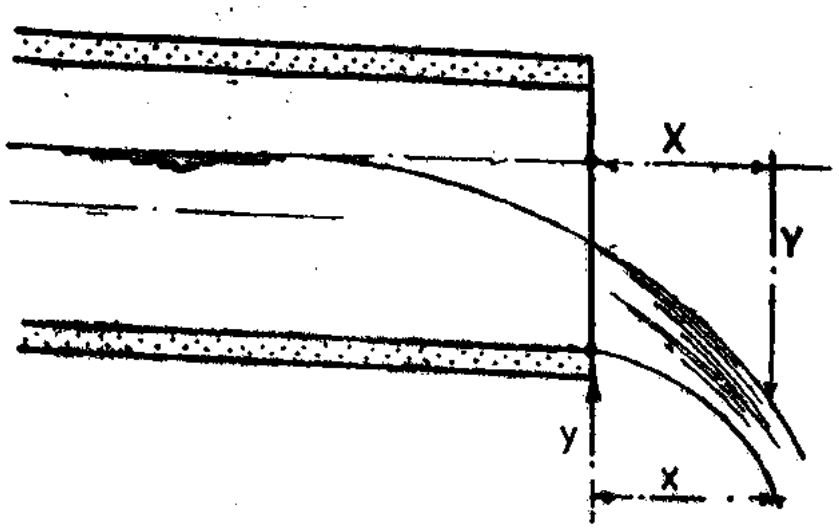
والمعادلات الاتية تبين معادلة السطح العلوى والسطح السفلى للماء عند سقوطه فوق الهدار

السطح العلوى $$X = 0.53V^{2/8} + Y^{4/6}$$ (٧-١١)

السطح السفلى $$X = 0.53V^{2/7} + Y^{5/4}$$ (٧-١٢)

حيث V = سرعة الماء عند اقترابه من الهدار.

ويعيب هذ النوع من الهدارات احتمال ترسيب الرمال فى الماسورة المساعدة عند توقف المياه الوصول اليها، وكذلك احتمال وصول المياه الملوثة كلها الى الماسورة المساعدة مما يسبب زيادة كبيرة فى سرعة المياه مما يؤدى توقف وصول المياه الى الماسورة الرئيسية ومن ثم الى محطة المعالجة او موقع التخلص الرئيسى ويوضح الشكل رقم (٧-٦٠) تفاصيل الهدار القافزة.



شكل رقم (٧-٦٠) تفاصيل الهدار القافزة

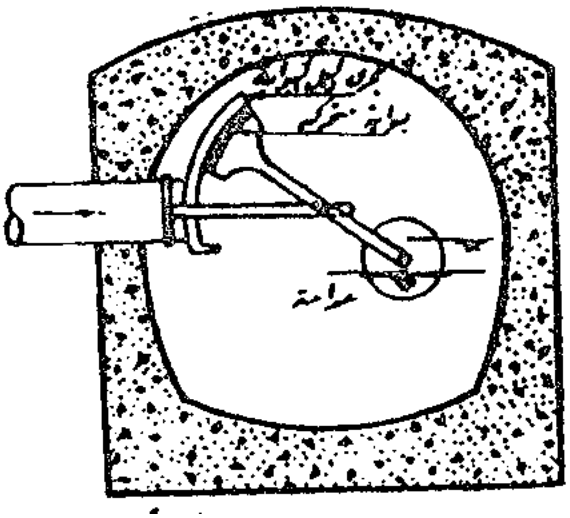
٧-١٢-٣ صمامات عوامة

والغرض منها منع ارتداد المياه من المجمعات الرئيسية الى المواسير الفرعية عند ارتفاع منسوب المياه فى هذه المجمعات عن منسوب المواسير الفرعية كما هو موضح بالشكل رقم (٧-٦٤). ويعيب هذه الصمامات احتمال توقف العوامة من الحركة مما بسبب خلل فيها او اعاقة المواد العالقة فى المياه الملوثة لحركة البوابة بسبب دخول المواد العالقة فى مجرى (دليل) حركتها.

الخرسانة المسلحة سابقة التجهيز بالموقع مناسبة لاستدارة الماسورة على ان تكون الركيزة الاولى تبعد عن راس الماسورة من كلا النهايتين مسافة ٥٠ سم ثم يقسم باقى طول البدن للماسورة الى مسافات لا تزيد عن ٢ متر بين الركائز على ان تكون عملية التقريب لصالح عدد الركائز.

B = عرض المضيق (بالمتر)

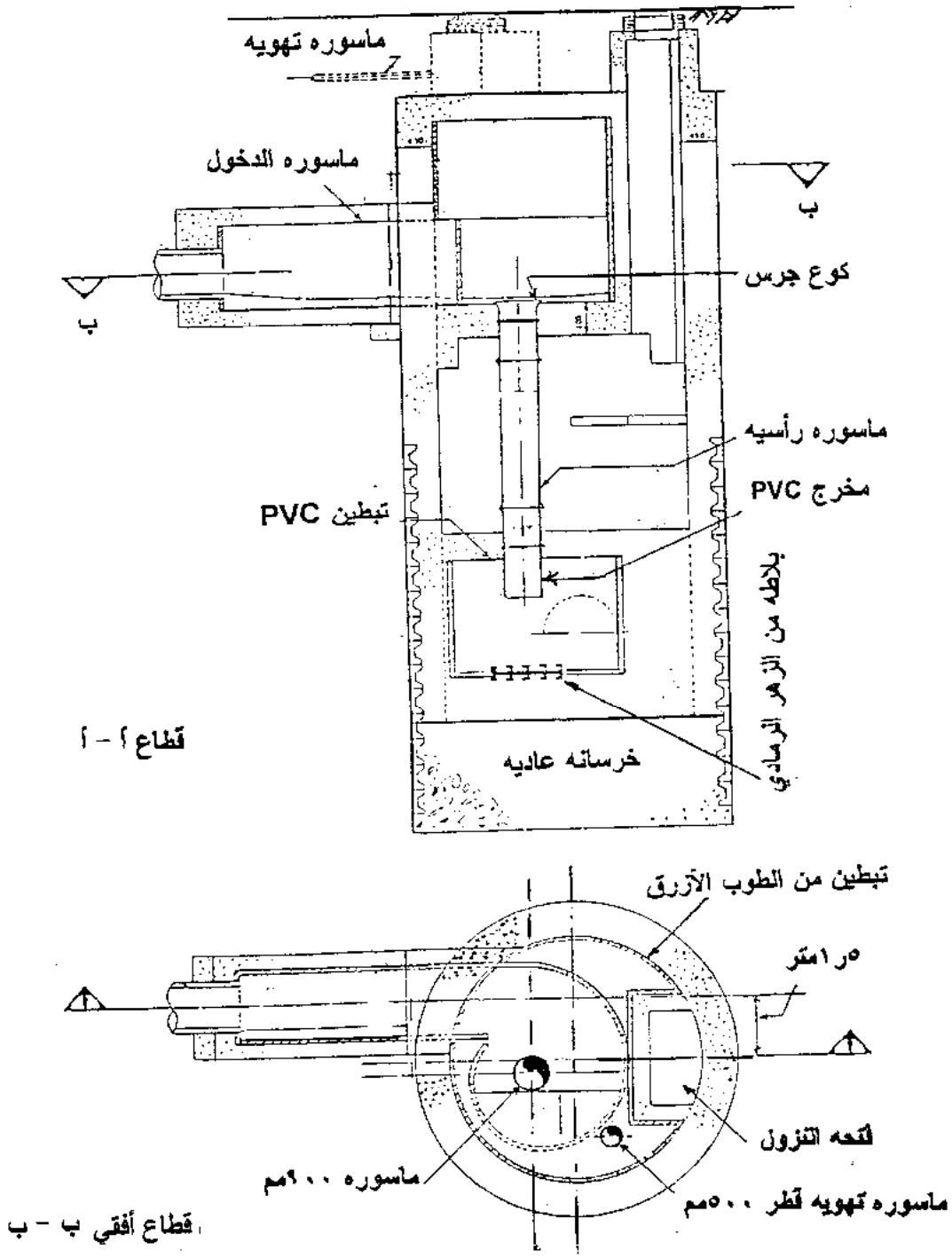
H = ارتفاع الماء امام المضيق (بالمتر)



الشكل رقم (٧-٦٤) صمامات عوامة

٧-١٢-٤ غرفة الهدار (Vortecx Chamber)

تنشأ هذه الغرفة على المجمعات الكبرى وكذلك انفاق الصرف الصحى الرئيسية وذلك عند مصب احد خطوط الصرف على هذا المجمع – مع وجود فارق كبير فى المنسوب بين الخط الداخل والمجمع وكما هو موضح بالشكل رقم (٧-٦٥). وقد انشات العديد من هذه الغرف فى مشروع الصرف الصحى للقاهرة الكبرى – حيث تصب المجمعات الفرعية على عمق ٩ متر تقريبا وذلك على المجمع الرئيسى (النفق) والموجود على عمق ٢٢ متر.



الشكل رقم (٧-٦٥) غرفة الهدار

٨-٨ تنفيذ المطـــابق

المطابق عبارة عن غرف رأسية تنشأ علي خطوط الإنحدار - بمقاسات مناسبة - لـــتمكين عمال الصيانة من أجراء أعمال الـــتسليك لأزالة الرواسب المتـــكونة داخل خطوط الإنحدار. كما تنشأ المطابق للـــتمكين من دخول خطوط جديدة علي الخط الأصلي. وكذلك بصرف الوصلات المنزلية الجديدة على خطوط الإنحدار وتختلف أبعادها تبعا لقطر خطوط الصرف الصحى المنشأ عليها وتسمى المطابق فى بعض البلاد بإسم المناهيل أو غرف التفتيش العامه.

٨-٨-١ أنواع المطابق :

١ - مطابق مصبوبة في الموقع من الخرسانة العادية - مستديرة أومربعة.

٢ - مطابق مصبوبة في الموقع من الخرسانة المسلحة - مستديرة أومربعة.

٣ - مطابق خرسانية مسلحة سابقة الصب.

٤ - مطابق من الفيبرجلاس.

٩- مطابق المجمعات الدائرية سابقة الصب.

٦ - مطابق مباني من الطوب الأزرق.

٧ - مطابق الشوارع الضيقة.

٨-٨-٢ أماكن إنشاء المطابق :

تنشأ المطابق على خطوط مواسير الأنحدار فى الحالات والأغراض التالية:

١ - عند تغير قطر الماسورة.

٢ - علي مسافات محددة (تبعا لقطر الماسورة) وكما هو موضح بالجدول رقم (٩-١):

٣ - عند تغير نوع الماسورة.

٤ - عند تغير اتجاه خط الأنحدار.

٥ - عند تغير ميل خط الأنحدار.

٦ - عند ألتقاء أكثر من خط مواسير في نقطة واحدة.

٧ – عند تقاطعات الشوارع.

٨ – عند تقابل الشوارع الجانبية.

٩ – عند تغير منسوب خط مواسير الأنحدار.

جدول رقم (٩–١) العلاقة بين قطر خط مواسير الأنحدار والمسافة بين المطابق

قطر الماسورة		المسافة بين المطابق
(بوصة)	بالمليمتر	(متر)
٦– ٨	١٥٠–٢٠٠	٣٠
٩– ١٠	٢٢٩–١٥٠	٣٥
١٢– ١٥	٣٠٠–٣٢٥	٤٠
١٩– ٢٠	٣٥٠–٥٠٠	٤٥
٢٤– ٣٠	٦٠٠–٧٥٠	٥٠–٧٥
٣٢– ٤٠	٨٠٠–١٠٠٠	٥٩–١٠٠
٤٤– ٤٨	١١٠٠–١٢٠٠	٦–١٢٥
٥٠– ٦٠	١٢٥٠–١٥٠٠	٦٩–١٥٠
٧٢– ٩٠	١٨٠٠–٢٢٥٠	٨٠–٢٠٠
١٠٠– ١٢٠	٢٥٠٠–٣٠٠٠	١٠٠–٣٠٠

٨–٨–٣ عناصرأنشاء المطبق :

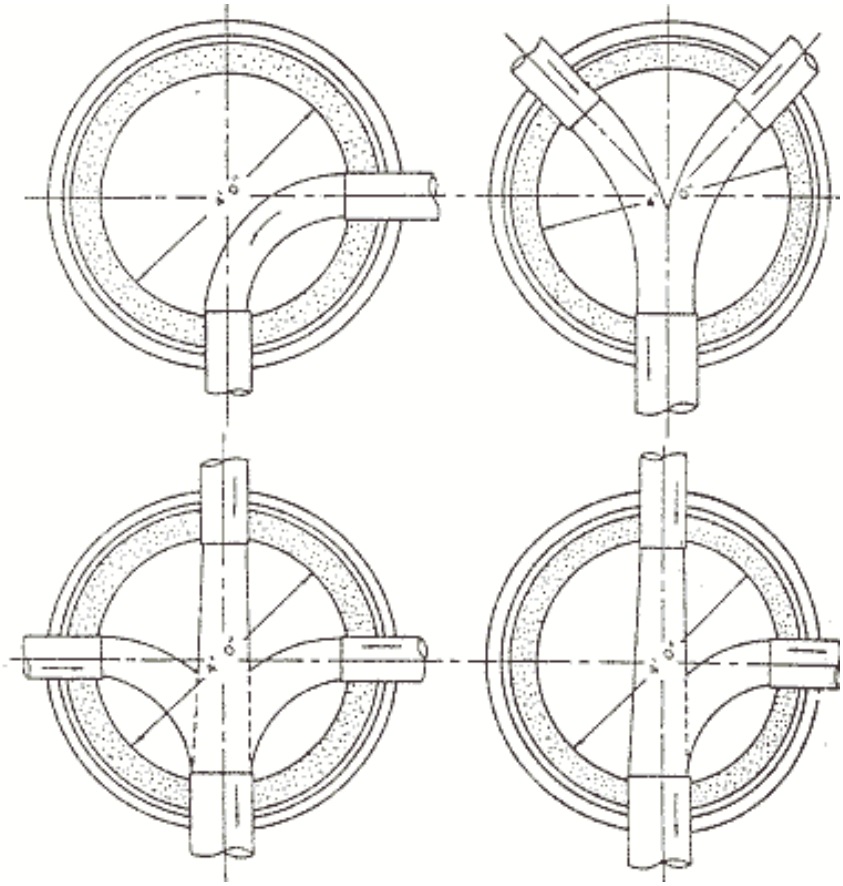
عناصر أنشاء المطبق تشتمل على جسم المطبق – مجارى القاع (البلشم)، الغطاء (من الحديد الزهر وأطارة)، السلالم (من الحديد الزهر)، العزل الداخلى للحوائط والعزل الخارجى للمطبق كلة.

٨–٨–٣–١ جسم المطبق :

الأرضية والحوائط والسقف من الخرسانة المسلحة أو العادية باستخدام أسمنت مقاوم للكبريتات بنسبة ٣٥٠كجم / م^{٣}. يتم استخدام الفرم المعدنية لعمل الحوائط فى حالة المطابق الدائرية للحصول على سطح أملس (Fair Face).

٨-٨-٣-٢ مجاري القاع (البلشم) :

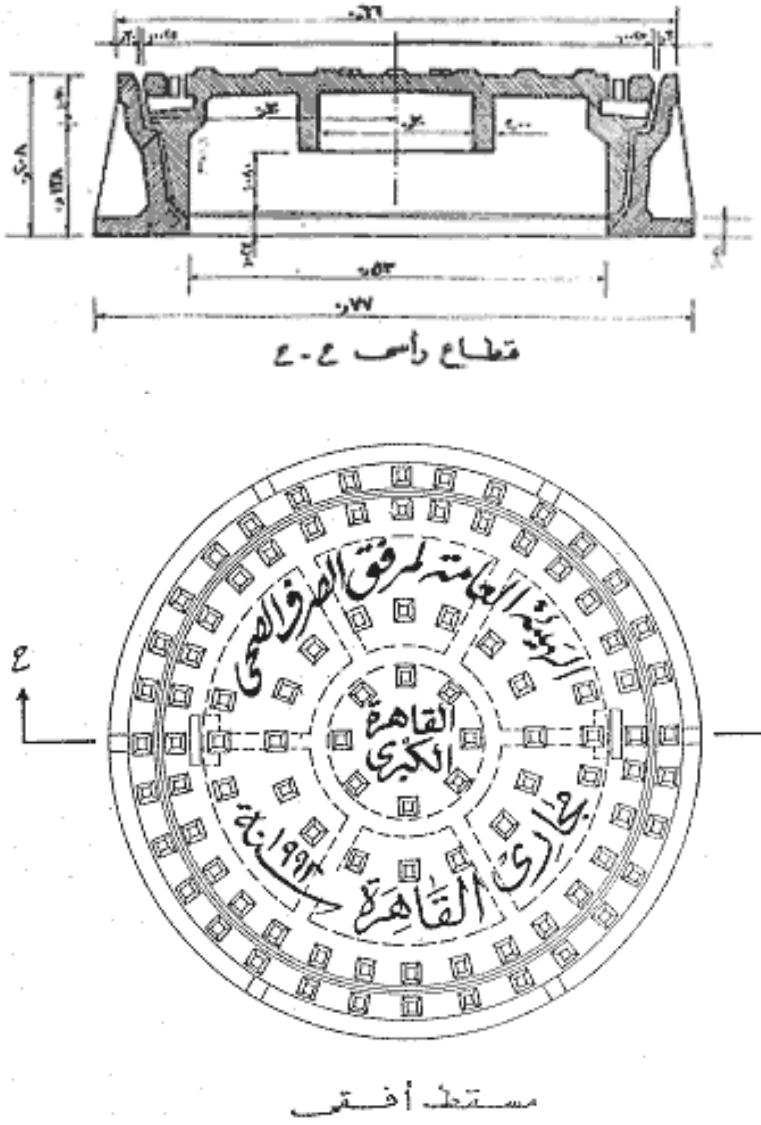
وتنفذ من الخرسانة العادية باستخدام أسمنت مقاوم للكبريتات. تشكل المجاري بالقاع ثم يتم بياضها بمونة أسمنت مقاوم لللكبريتات مع الخدمة الجيدة والتنعيم، كما هو موضح بالشكل رقم (٩-١).



شكل (٩-١) تشكيل مجاري القاع (البلشم)

٨-٨-٣-٣ الغطاء من الحديد الزهر :

يثبت الغطاء الزهر بحيث يكون مع منسوب الطريق وأن يتحمل الأحمال المرورية دون أن يتكسر. وقد تم اختيار معدن الحديد الزهر نظرا لمقاومته الكبيرة للأحماض وغازات الصرف الصحي. يركب الغطاء فوق فتحة المطبق الموجودة عند مخرج المواسير، كما هو موضح بالشكل رقم (٩-٢).



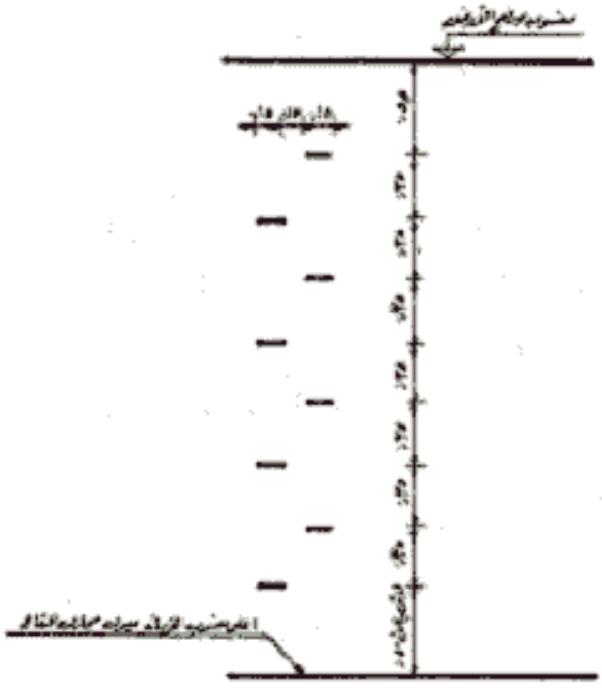
الغطاء الزهر

شكل (٩-٢) غطاء وأطار قطر ٠.٦٠ متر - نموذج الهيئة العامة لمرفق الصرف الصحي للقاهرة الكبري

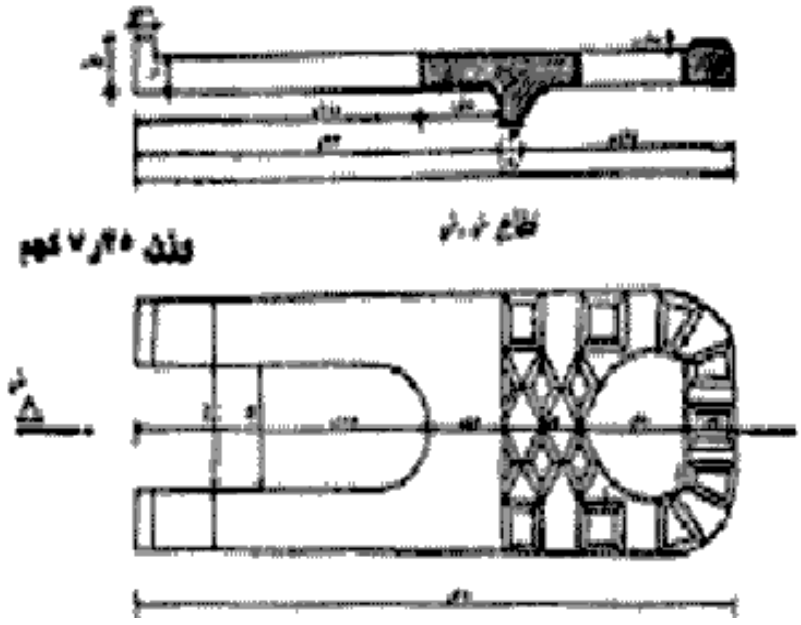
٨-٨-٣-٤ السلالم من حديد الزهر :

تركب السلالم الزهر لتسهيل نزول وصعود عمال الصيانة داخل المطبق. وللسلالم عدة نماذج. يختار مكان تركيب السلالم بعيدا عن مصب خطوط الصرف. تحدد أوزان السلالم والأغطية الزهر تبعا للجدول رقم (٩-٢).

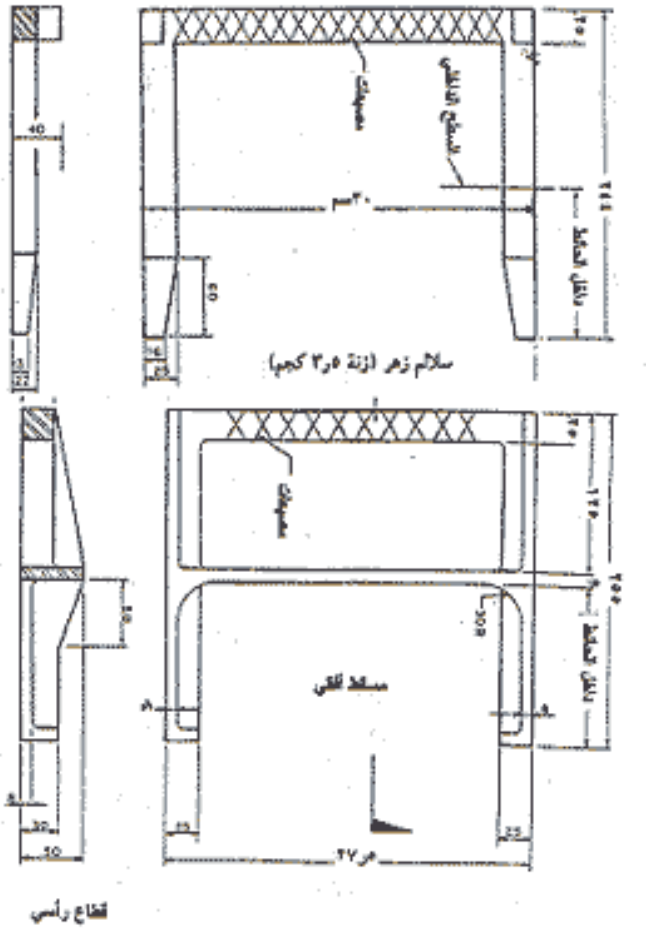
والشكل رقم (٩-٣) يوضح تفاصيل سلالم حديد الزهر وأماكن التركيب فى جسم المطبق.



أماكن تركيب السلالم بالمطبق



شكل (٩-٣) نماذج السلالم الزهر



تابع شكل (٩-٣) نموذج للسلالم الزهر

جدول (٩-٢) المقاسات والأوزان القياسية للأغطية والسلالم الزهر

عمق المطبق (متر)	القطر الداخلي (متر)	الشكل	الأغطية الزهر		السلالم الزهر		ملاحظات
			الوزن (كجم)	القطر الداخلى (متر)	الوزن (كجم)	المسافة (متر)	
أقل من ١.٢	٠.٦	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧.٢٥	٠.٣٥	للمواسير حتي ٤٠٠ مم
اكبر من ١.٢ حتى ٢.٥	١.٠	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
أكبر من ٢.٥ -٣.٥	١.٢	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
أكبر من ٣.٥	١.٢	دائرى	٢٨٥	٠.٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
حتى ٣.٠٠	١.٢	مربع	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	للمواسير أكبر من ٤٠٠مم
أكبر من ٣ حتى ٤.٥	١.٢	مربع	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
أكبر من ٤.٥	١.٢	مربع	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	
	١.٥	مربع	٣٥٠	٠.٧٦	٧.٢٥	٠.٣٥	تستخدم للمواسير قطر ٩٠٠ مم

٨-٧-٣-٥ العزل الداخلي لحوائط المطبق :

يتم تنفيذ العزل للحوائط الداخلية للمطبق بالطرق التالية :

أ- يمكن عزل المطابق بالدهانات الأيبوكسية المقاومة للأحماض مثل كيمابوكسي١١٠ أوسيروتكت أم٢ ثلاثة أوجه دون تخفيف وبسمك ٤٥٠ ميكرون بعد الجفاف.

ب- للمطابق الكبيرة يتم عزل الحوائط الداخلية بعمل كسوة من الطوب الأزرق مع ملء فواصل المباني بمادة أيبوكسية مقاومة للأحماض بعمق ٥ر٢ سم مثل مادة FMA 151 أوما يماثلها.

ج- يمكن عزلها برقائق البلاستيك pVC على شكل T-Look.

٨-٨-٣-٦ العزل الخارجي :

يتم تنفيذ العزل الخارجى للمطبق كلة عن طريق دهان السطح الخارجي ثلاثة أوجه بمادة BF4 بسمك ٤٥٠ ميكرون بعد الجفاف.

٨-٨-٤ تنفيذ المطابق المصبوبة في الموقع من الخرسانة العادية – المستديرة أوالمربعة :

يتم تنفيذ المطابق المصبوبة في الموقع من الخرسانة العادية طبقا للخطوات التالية :

١ – تجري عملية الحفر وصلب الجوانب أذا لزم الأمر أونزح المياه الجوفية.

٢ – صب القاعدة الخرسانية علي المنسوب المحدد بالرسومات.

٣ – نبدأ في التجهيز لصب حوائط المطبق وتستعمل الفرم الصاج (المستديرة أوالمربعة) للسرعة. يتم دهان الفرم الصاج بدهان يمنع التصاق الخرسانة ثم تضبط رأسيتها ومكانها فوق المواسير وتثبيتها في مكانها حتي أتمام الصب.

٤ – تفك الفرمة في اليوم التالي وتعالج الخرسانة برش المياه. يتم تركيب الفرمة الثانية ثم تثبيتها ودهانها ثم الصب.

٥ – صب آخر فرمة بارتفاع يناسب منسوب الطريق كما يلي :

أ – تعمل شدة خشبية لعمل السقف من الخرسانة المسلحة في حالة القطاع المربع ويستخدم الأسمنت المقاوم للكبريتات وبنسبة ٣٥٠ كجم / م^{٣}.

ب – تكون الوصلة الأخيرة للمطبق المستدير مائلة ولا تحتاج في هذه الحالة الي شدات للسقف.

٤ – تعمل رقبة للمطبق من الطوب الأزرق أوالخرسانة العادية فوق فتحة السقف ثم يوضع الغطاء الزهر بحيث يكون أفقيا تماما ومع منسوب الطريق.

٥ – تعمل (شنايش) في حوائط المطبق لتركيب السلالم ثم يتم التحبيش عليها علي أن تكون السلالم علي خيط رأسي واحد وتكون المسافة بين هذه السلالم متساوية ومناسبة.

٦ – يتم صب مجاري القاع وتشكيلها لضمان تدفق المياه في سهولة ويسر مع عمل بياض أسمنتي مقاوم للكبريتات علي السطح وعمل ميل إلى الداخل ١ : ١٠.

٧ – يدهن المطبق من الداخل والخارج بالدهانات المعتمدة طبقا للمواصفات.

٨ – الردم حول المطبق بالأتربة النظيفة مع الدمك الجيد.

٨-٨-٥ تجربة إستلام المطبق :

لإستلام المطبق بعد التنفيذ يتم اجراء تجربة الرشح من الداخل الي خارج جسم المطبق كما يلى:

١ - تقفل جميع فتحات المواسير الداخلة والخارجة من المطبق بالمباني أوالأقــراص المطاطية.

٢ - يملأ المطبق بالمياه وتعمل علامة علي سطح المياه ثم ننتظر مدة ساعة.

٣ - نعاين منسوب المياه الجديد وتعمل علامة أخري وتحسب كمية المياه المفقودة.

٤- تحسب كمية المياه الراشحة في الساعة كما يلي :

كمية المياه الراشحة = مسطح المطبق × الفرق بين العلامتين. تطبق المعادلة الآتية :

كمية المياه الراشحة من الداخل إلى الخارج تساوي أوتــقــل عن ٤ لــتر/ساعة/متر من الأرتفاع / متر من القطر.

كما يمكن اجراء تجربة الرشح من الخارج إلى داخل المطبق بطريقة أخرى كما يلى :

١ - تــقــفل جميع الفتحات الداخلة والخارجة مــن المطبــق بالمبــاني أوالأقــراص المطاطيـــــة.

٢ - بعد نهوالأعمال والردم حول المطبق وعوده منسوب مياه الرشح إلــى الوضــع الأصلي - تجري الــتجربة.

٣ - تحسب كمية المياه الراشحة في الساعة كما يلي :

كمية المياه الراشحة = مسطح المطبق × الفرق بين العلامتين. تطبق المعادلة الآتية :

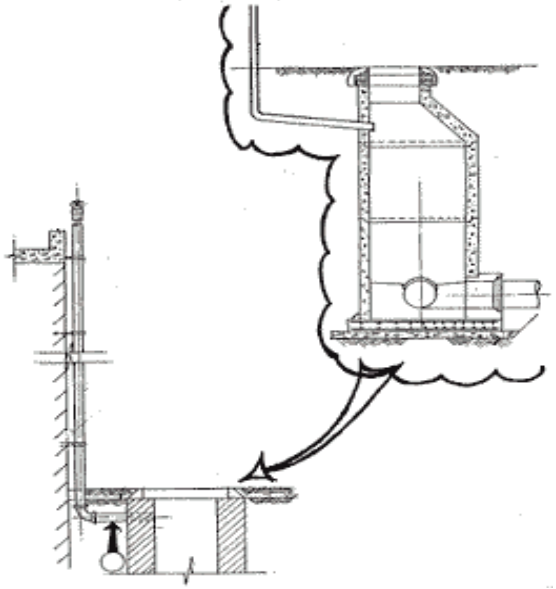
كمية المياه الراشحة من الخارج إلى الداخل تساوي أوتقل عن ٤ لــتر/ساعة/متر من الأرتفاع / مترمن القطر.

فى بعض الأحوال يتم تجربة ٥% من عدد المطابق ويتم أختيار هذه المطابق عشوائيا وبناء على تعليمات المهندس الأستشارى.

٨-٨-٦ تهوية المطبق :

يجب عمل تهوية للمطبق والتخلص من الغازات المصاحبة لمياه الصرف والمسببة لتآكل بدن المواسير أوالمجمعات وذلك عن طريق ماسورة رأسية خارجة من المطبق

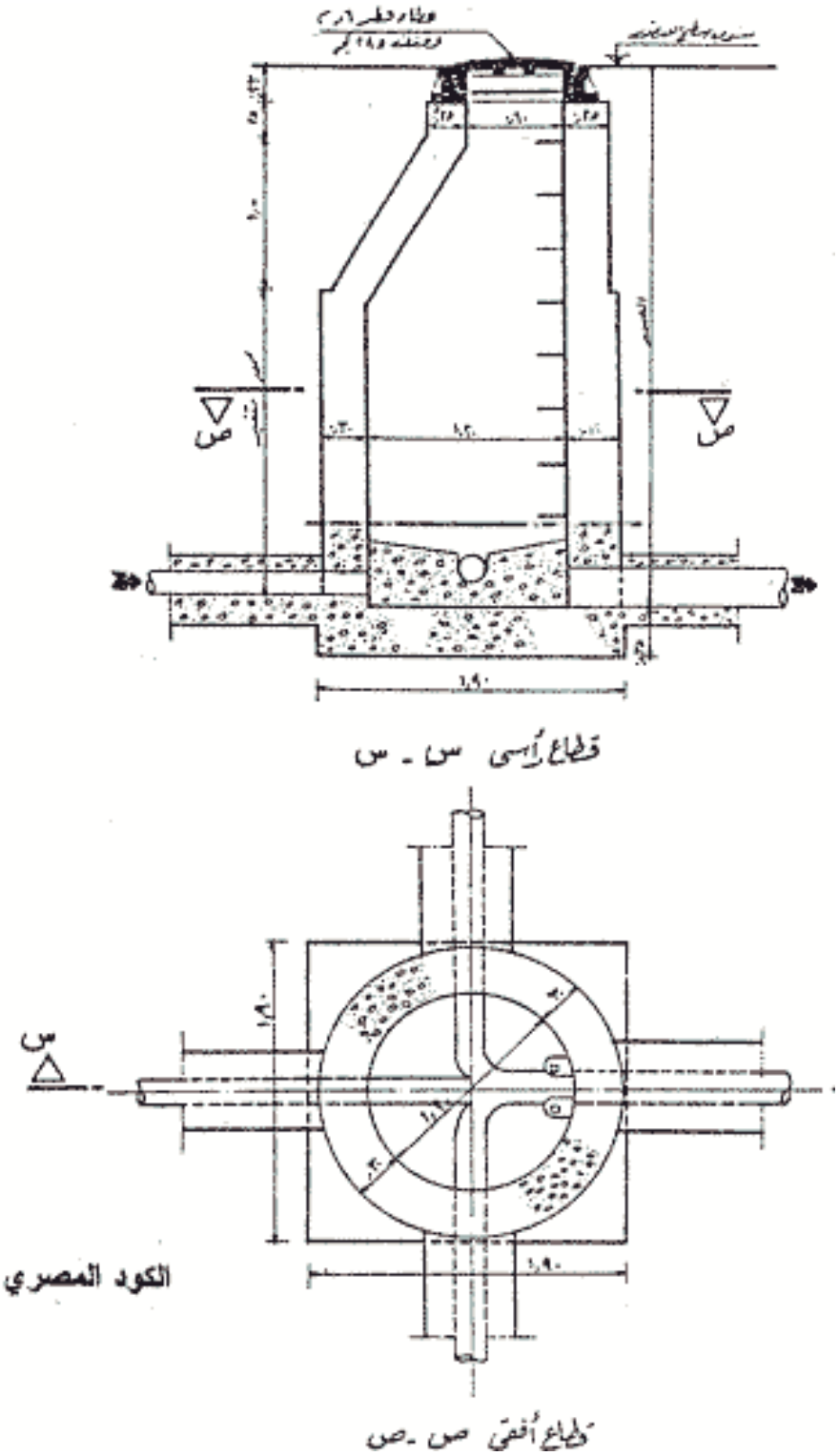
وتمتد حتي واجهة المنزل المجاور ثم ترتفع رأسيا حتي سطح هذا المنزل، كما هو موضح بالشكل رقم (٩- ٤).



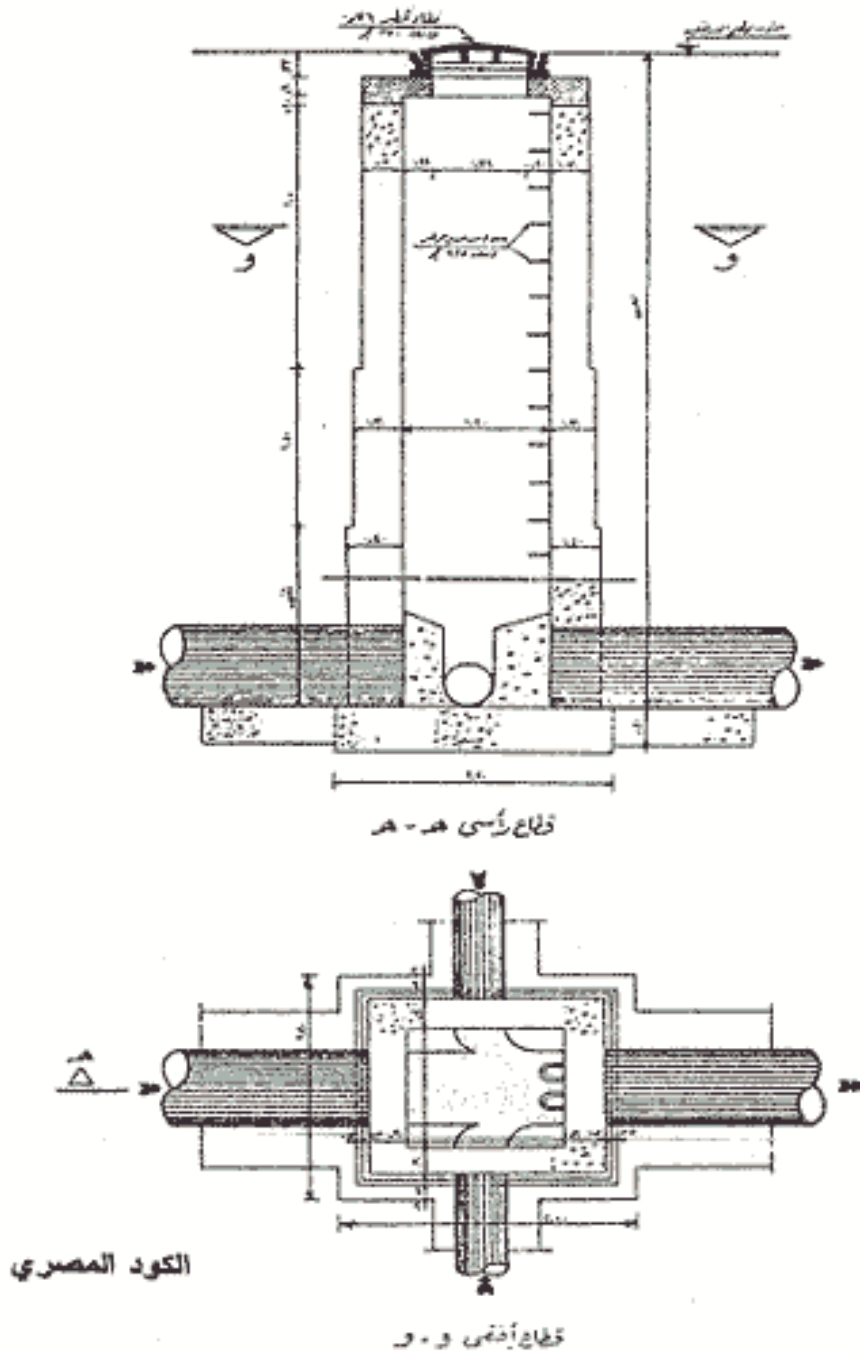
شكل (٩-٤) تفاصسل تهوية المطبق

تكون هذه الهوايات كل ٢٥٠ – ٣٠٠ متر وبقطر ٣" وتتدرج الي القطر الأكبر بزيادة قطر الخط العامل. تعمل هذه التهوية لغرف التفتيش الصغيرة أيضا.

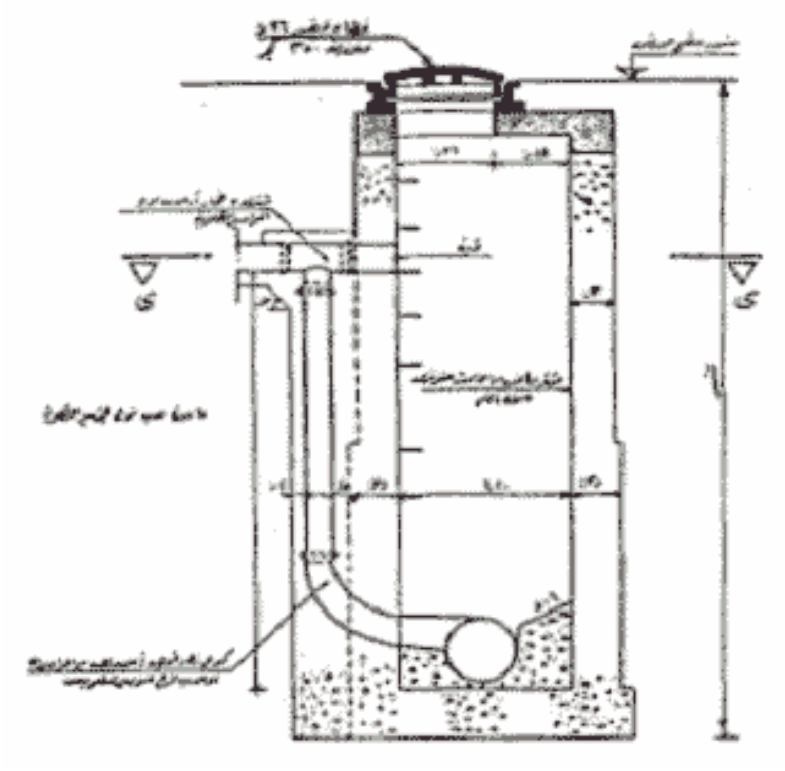
ونماذج المطايق المصبوبة في الموقع، كما هو موضح بالشكل رقم (٩-٥).



شكل (٩-٥) نموذج مطبق دائري من الخرسانة العادية مصبوب بالموقع عمق ٢.٥ – ٣.٥ متر



تابع شكل (٩-٥) نموذج مطبق مربع من الخرسانة العادية مصبوب بالموقع عمق أكبر من ٤.٥ متر



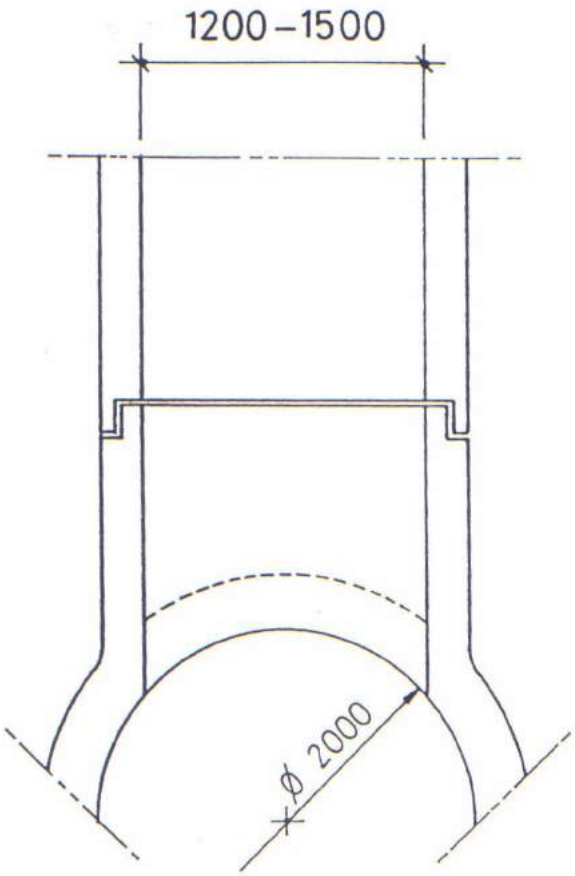
تابع شكل (٩-٥) المطبق بالهدار

تابع شكل (٩-٥) القطع الخاصة من الفخار لزوم المطبق الهدار

٨-٨-٧ تنفيذ المطابق الخرسانية المسلحة سابقة الصب (سابقة التجهيز) والمنشأة على المجمعات:

تنشأ هذه المطابق علي المجمعات الدائرية الكبيرة (المواسير) وتنشأ طبقا للأوضاع التالية :

١ – إذا كان المجمع يمتد باتجاه أفقي بدون تغير في القطر أوالميل أوالمنسوب أوالأتجاه، يمكن عمل مطبق جاهز – كما هو مبين بالشكل رقم (٩-٦).



شكل (٩-٦) المطابق الجاهزة المنشأة علي مجمعات الصرف الصحى

تورد أحدي المواسير برقبة وبشكل يمكن أستقبال حلقات المطبق الجاهز حتي منسوب الطريق. تصنع هذه الماسورة بالمصنع وتورد الي موقع العمل حسب الطلب. تركب هذه الماسورة بشكل عادي كباقي المواسير ، إلا أن تكون رقبة المطبق في وضع رأسي تماما. يتم تركيب باقي حلقات المطبق كالمعتاد حتي منسوب الطريق وتجري عملية التشطيبات المعتادة علي هذا المطبق.

٢ – إذا كان مسارالمطبق ينحرف الي أتجاه أخر أوأختلف القطر أونوع الماسورة أوأختلف المنسوب، وجب علي المنفذ أنشاء مطبق من الخرسانة المسلحة مصبوب بالموقع وبالأبعاد المناسبة.

تنشأ هذه المطابق – عادة – علي الخطوط والمجمعات الكبري والتي تكون علي أعماق كبيرة.

وتكون طريقة ومواصفات الإنشاء كما يلي وكما هو مبين بالشكل رقم (٩-٧).

١ – تجري أعمال الحفر مع صلب الجوانب إذا لزم الأمر مع التخلص من مياه الرشح أن وجدت.

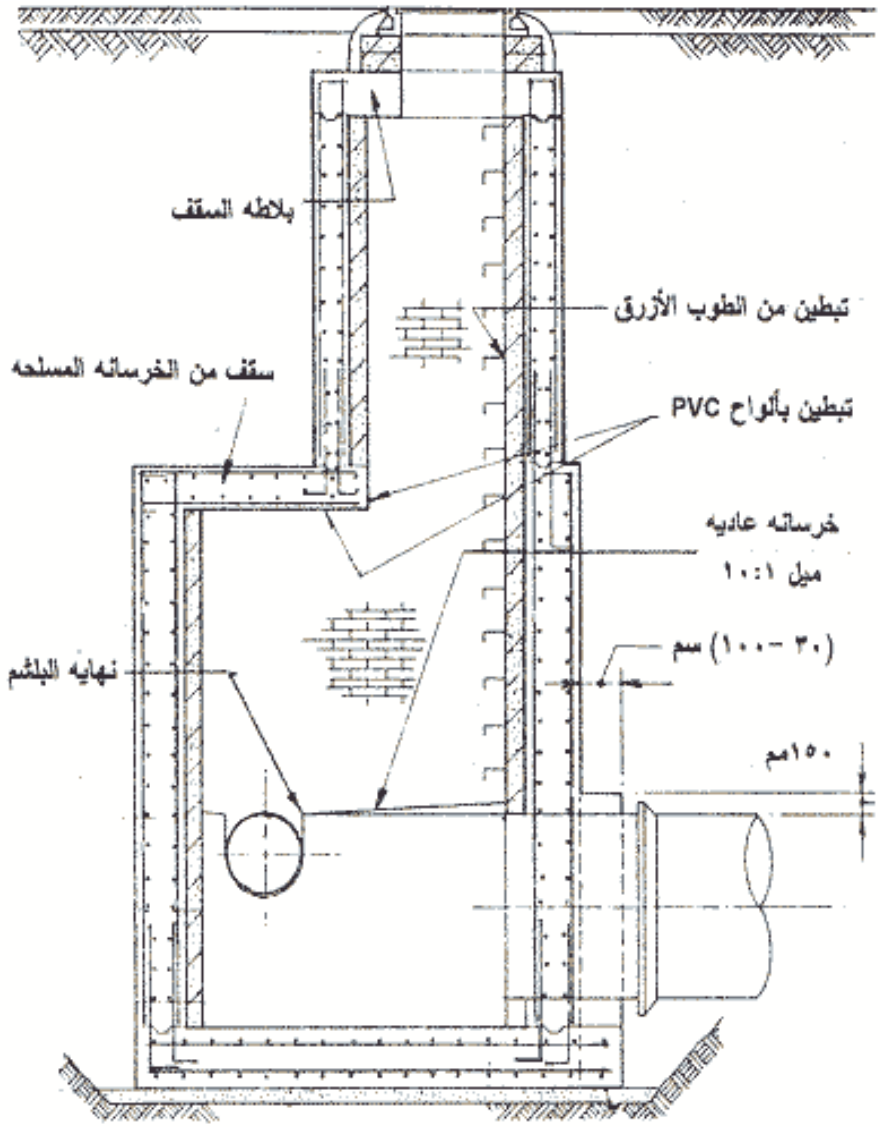
٢ – يتم صب الخرسانة العادية باستخدام الأسمنت المقاوم للكبريتات – يتم عمل الشدات والفرم اللازمة لصب الأرضية المسلحة.

٣ – بعد الانتهاء من صب الأرضية المسلحة ، نبدأ في عمل الشدات اللازمة للحوائط ثم التسليح ثم عمل الشدات والصب. يراعي استخدام الأسمنت المقاوم للكبريتات بنسبة ٤٠٠كجم أسمنت / م^{٣}، كما يراعي أضافة مواد مانعة للرشح أثناء خلط الخرسانة كما يراعي عمل شدات لفتحات المطبق. يراعي عمل كل ما يلزم لأ نتاج خرسانة عالية الجودة مثل اختيار المواد الجيدة بالأضافة إلى الخلط والصب والدمك الميكانيكي.

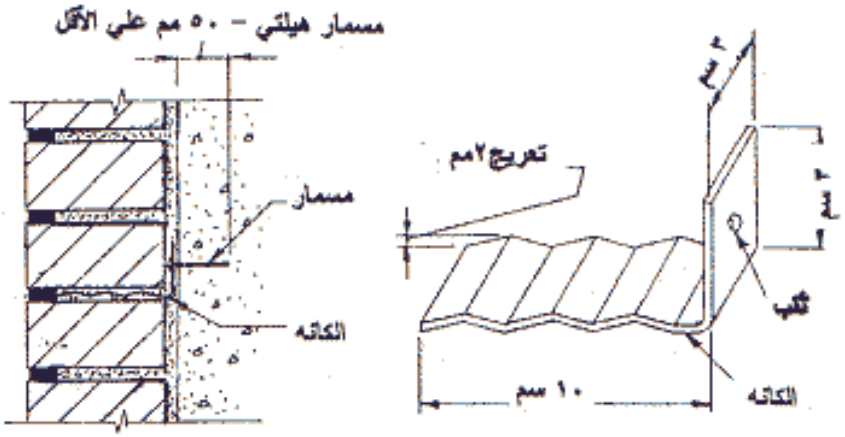
٤ – تعمل شدة السقف ثم يتم وضع رقائق من البوليفينيل كلورايد عليها. يوضع حديد التسليح ثم الشدات والصب. يظهر السقف بعد فك الشدة مبطنا بالرقائق المقاومة للأحماض والغازات.

٥ – يعمل مجاري القاع كما ذكر ثم نبدأ في عمل الكسوة من الطوب الأزرق بسمك ٢/١ طوبة علي أن يتم رباط الكسوة بكانات من الصاج المجلفن (ذيل اليمامة) والتي تثبت في الحائط بمسامير من الصلب بواسطة المسدس – كما هو موضح بالشكل رقم (٩-٨) كل ٤٠ سم في الأتجاه الأفقي والرأسي والطرف الآخر داخل العرموس المباني.

يبني الطوب الأزرق علي السيخ وبحيث يكون سمك الفاصل ٨ مم وعلي أن يترك الفاصل فارغا من المونة بعمق ٢٦ مم – ولهذا فلتسهيل العمل يتم تصنيع السيخ بقطاع بسمك ٨ مم وعرض ٢٦ مم.



شكل (٩-٧) المطابق الخرسانية المصبوبة في الموقع – والمنشأة علي مجمعات الصرف الصحى



شكل (٩-٨) تفاصيل ذيل اليمامة

٦ – تنظف الفواصل جيدا من أي عوالق من المونة أوالأ تربة بواسطة ضغط الهـواء ثم تملأ هذه الفواصل بمادة أيبوكسية مقاومة للأحماض مثل FMA 151.

٧ – يتم الـتحبيش علي الفاصل بين نهاية الكسوة الطـوب والـسقف بـنفس المـادة الأيبوكسية حتى لا يظهر أي جزء من خرسانة المطبق.

٨ – تعمل ثقوب في حوائط المطبق لتركيب السلالم الزهر بحيـث يختـرق الكـسوة الطوب ويدخل في الحائط الخرسـاني مـسافة كافيـة. تمـلأ الـثقوب بمـادة كيمابوكسي ١٦٥ أو ما يماثلها وتوضع السلالم داخلها وتزال أي مواد زائدة.

٩ – تعمل رقبة فوق فتحة المطبق من الطوب الأزرق بارتفاع مناسب ، ثـم يركـب الغطاء الزهر علي أن يكون أفقيا ومع منسوب الطريق.

١٠ – يدهن المطبق من الخارج بمادة BF4 ثلاثة أوجه علي أن يكون سمك الـدهان ٤٥٠ ميكرون بعد الجفاف.

١١ – تجري عملية الردم حول المطبق بالأ تربة النظيفة مع الـدمك الجيـد حـسب أصول الصناعة.

١٢ – تؤدي التجربة المائية مثل المطابق الخرسانية المصبوبة في الموقع.

٨-٨-٨ المطابق الخرسانية المسلحة سابقة الصب (سابقة التجهيز) المنشأة على خطوط الأنحدار:

يمتاز هذا النوع من المطابق بالآتي :

١ – الجودة الفائقة عن مثيله من الخرسانة العادية المصبوب في الموقع. يتم تـصنيع هذه المطبق بالمصنع من الخرسانة المسلحة وفي ظروف مثالية من حيث الخلـط والصب والدمك الميكانيكي بالأضافة الي المعالجة المثالية.

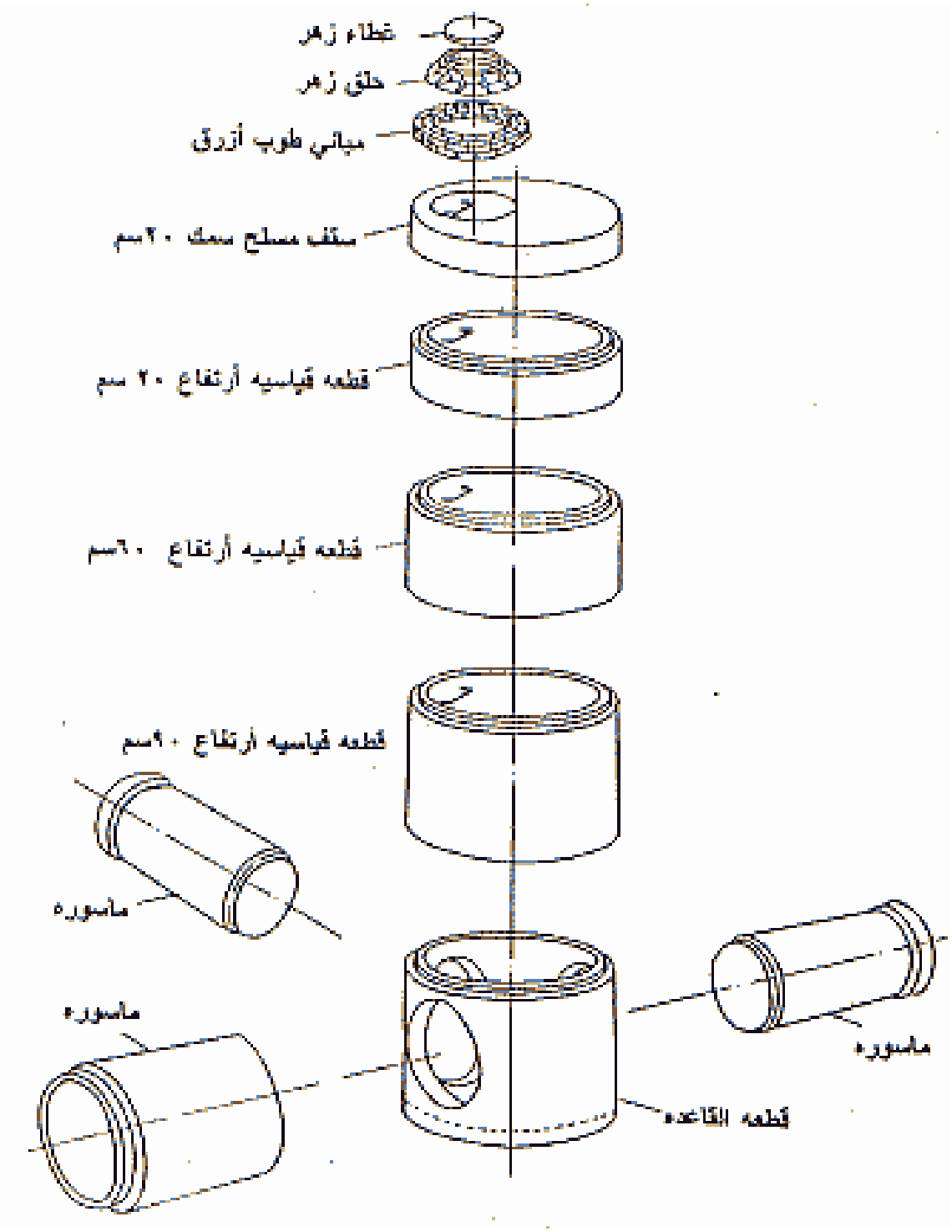
٢ – سرعة الـتنفيذ – حيث يستغرق تركيبه أقل من ساعة.

٣ – الـثمن المعتدل.

٤ – يناسب جميع أقطار المواسير وأي أرتفاعات مطلوبة.

١-٨-٨-٨ طريقة تنفيذ المطابق الخرسانية سابقة التجهيز :

يتم توريد المطبق سابق الـتجهيز من المصنع بالأجزاء الموضحة بالشكل رقم (٩-٩) وهى كما يلى :

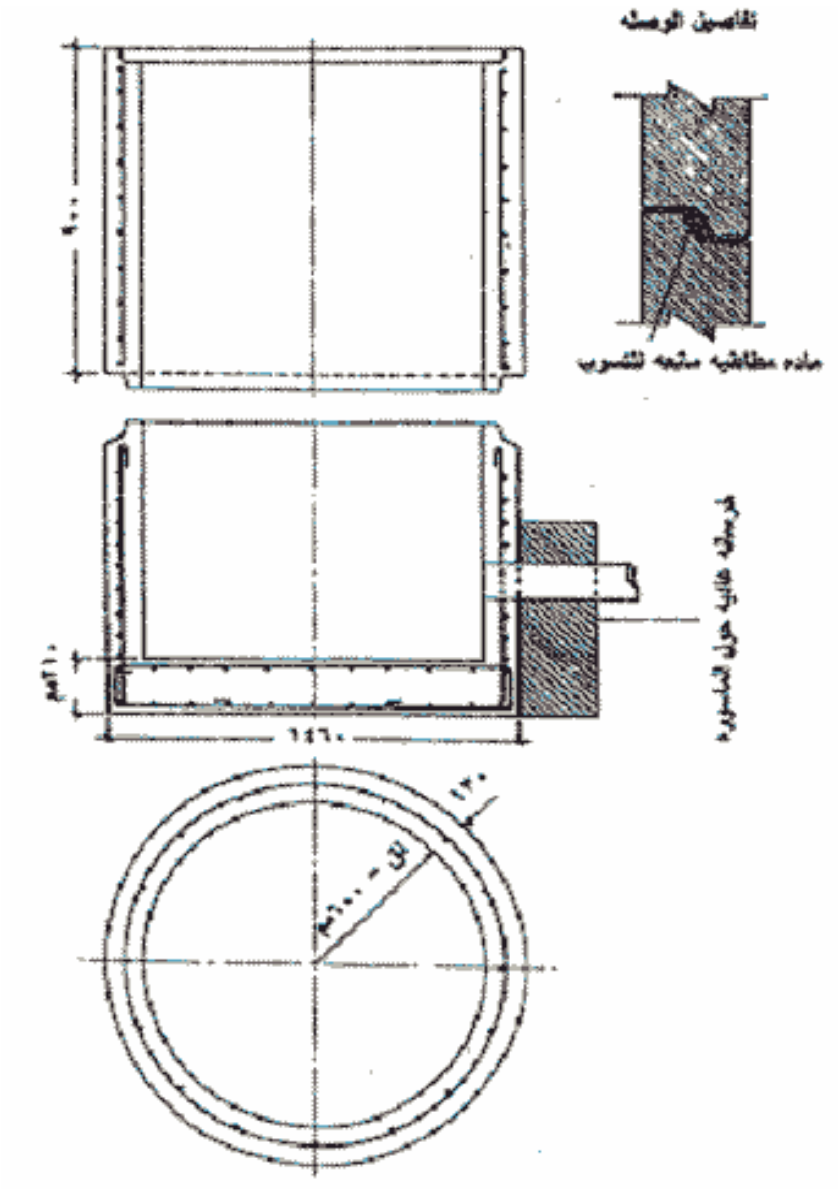


شكل (٩-٩) المطابق الجاهزة (سابقة الصب)

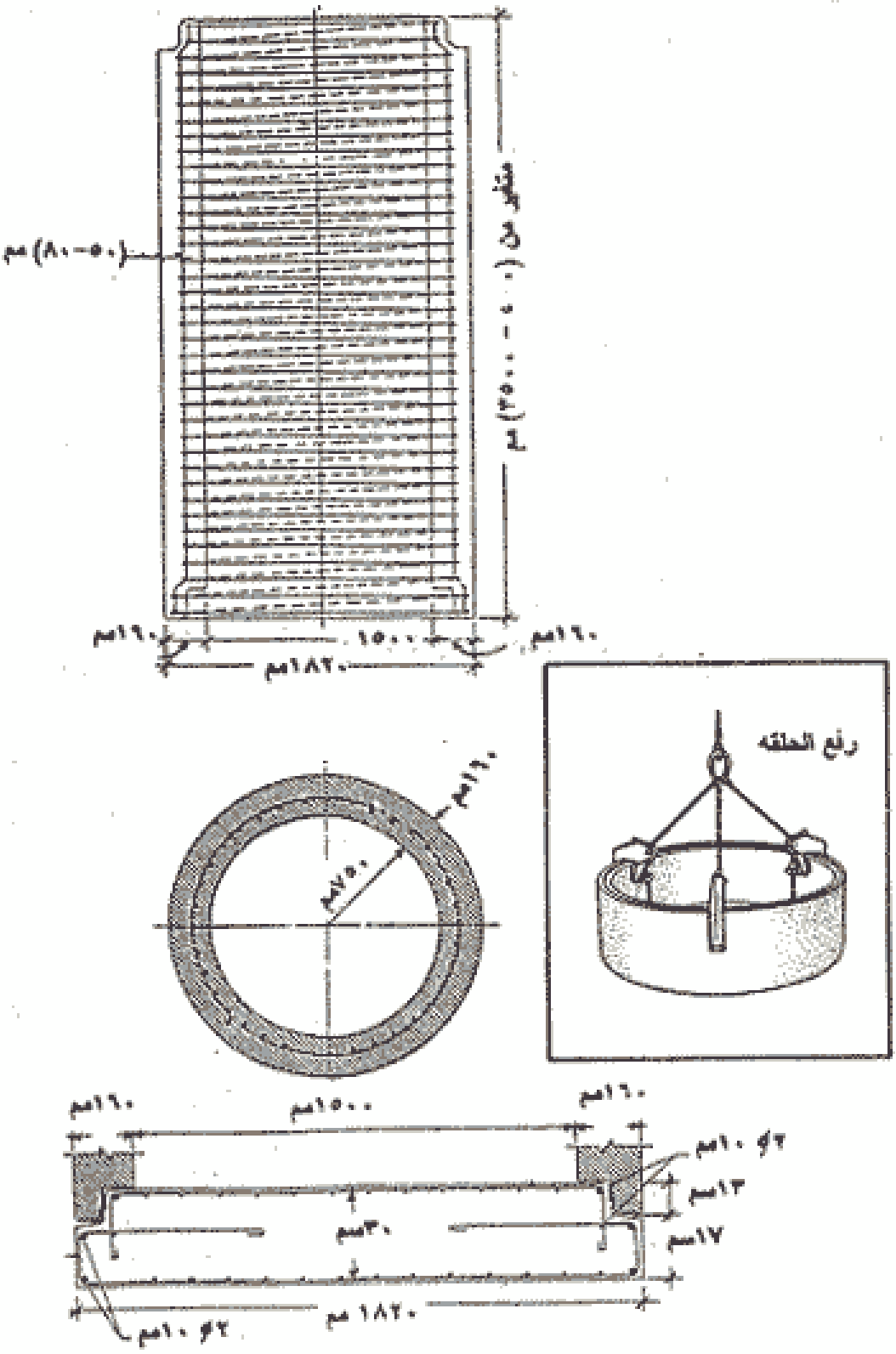
١- الأرضية من الخرسانة المسلحة وكما هو موضح بالشكل رقم (٩-١٠).

٢- الحلقات من الخرسانة المسلحة مع عمل الفتحات اللازمة لدخول أوخروج مواسير الصرف. بالأضافة إلى وجود الثقوب اللازمة لتركيب السلالم. هذه الحلقات قياسية بارتفاع ٩٠ سم وكما هو موضح بالشكل رقم (٩-١١).

٣- السقف من الخرسانة المسلحة وبه الفتحه اللازمة للنزول والخروج. جميع الأجزاء الخرسانية مدهونة من الخارج بمادة BF4 بسمك ٤٥٠ ميكرون طبقا للمواصفات.



شكل رقم (٩-١٠) تفاصيل المطابق الجاهزة، تفاصيل أرضية المطبق للمواسير حتي قطر ٥٠٠ مم



شكل رقم (٩-١١) مطابق سابقة الصب تفاصيل الحلقات للمواسير

٦٠٠ – ٨٠٠ مم للمواسير الأكبر يستعمل مطابق قطر داخلي ١٨٠٠ مم

وخطوات تنفيذ وتركيب المطابق سابقة التجهيز فهى كما يلى :

١ – تجري عملية الحفر مع صلب الجوانب حتي منسوب التأسيس. يتم فرش طبقة من الرمل أوكسر الحجر الجيري بسمك ٥ سم (نظافة). قد يلجأ البعض لصب خرسانة عادية أسفل قاعدة المطبق.

٢ – ننزل قاعدة المطبق مع ضبط الأفقية. توضع المادة المانعة للرشح Sealant Materialعلي الوصلة بين كل حلقتين مثل مادة سيلا ستريب أوبوتيل ستريب أوبوتيل ربر (وهي مادة مطاطيه مثل الحبل قطرها ١٥مم). يتم تركيب الحلقة التالية فتنضغط المادة المطاطية لتملأ الفراغ بين الحلقتين. تستخدم المادة المطاطية للمطابق قطر ١.٢ متر ، أما المطابق الأكبر فيتم استخدام الحلقة المطاط.

٣ – يستكمل تركيب باقي الحلقات – ونظرا لأ نه قد تدعوالحاجة إلى تركيب حلقه بارتفاع معين ليلائم منسوب الطريق – فمن الممكن أن يتم تصنيعها بالمصنع.

٤ – يوضع السقف علي الحلقة الأخيرة مباشرة. تبني مباني من الطوب الأزرق فوق فتحة السقف ثم يوضع الغطاء الزهر بحيث يكون مع منسوب الطريق (نهاية السقف أوطي من منسوب الطريق بمسافة ٤٠ سم).

٥ – تعمل مجاري القاع كما سبق ذكره. تملأ الفواصل من الداخل والخارج بمونة أسمنتية مقاومة للكبريتات ثم دهانها.

٦ – تملأ الثقوب المخصصة لتركيب السلالم بمادة كيمابوكسي ١٦٥ ثم توضع السلالم داخل هذه الثقوب وتزال أية زوائد من مونة التحبيش. السلالم تركب علي خيط رأسي وميزان مياه.

٧ – يدهن المطبق من الداخل بمادة مقاومة للأحماض مثل سيروتكت أم٢ أوكيمابوكسي ١١٠ أوما يماثلهما.

كما يجب مراعاة الملاحظات الفنية التالية عند أنشاء المطابق سابقة التجهيز التالية :

١ – يراعي عند دخول أي خط صرف جديد أن يكون بعيدا عن مكان الوصلة بين قطع المطبق بمقدار ٢٠ سم.

٢ – عند دخول أوخروج المواسير ، تركب ٢ وصله مواسير (مواسير ذات وصلات مرنة) بطول ٣٠ سم الي ١٠٠ سم (لكل وصلة) حيث تسمح هذه الوصلات بهبوط المطبق دون حدوث كسر في الخط.

٣ – يفضل عمل عامود تهوية قطر ٢" للمطابق علي الخطوط الصغيرة كل ٢٥٠ متر للتخلص من الغازات المتكونة والضارة بالمطبق والمواسير. يمتد هذا العمود من أسفل سقف المطبق تحت الأرض ثم يرتفع علي واجهه المبني المجاور حتى أعلاه ثم يركب غطاء مناسب عليه – ينفذ عامود التهويه بقطر أكبر للمجمعات الكبري.

٤ – ينتج حاليا مطابق سابقة التجهيز من الفيبرجلاس وهي خفيفة الوزن وغالية الثمن ولا تحتاج إلى أي نوع من العزل الداخلي أوالخارجي. تنتج هذه المطابق حسب المواصفات الأمريكية ASTM D 3735 - 81 .

٨-٨-٩ المطبق من الطوب الأزرق Blue Bricks Manholes :

يمكن وصف وتنفيذ المطبق المنشأ من الطوب الأزرق كما يلى :

١ – صب الخرسانة العادية للأرضية وعلي المنسوب المحدد.

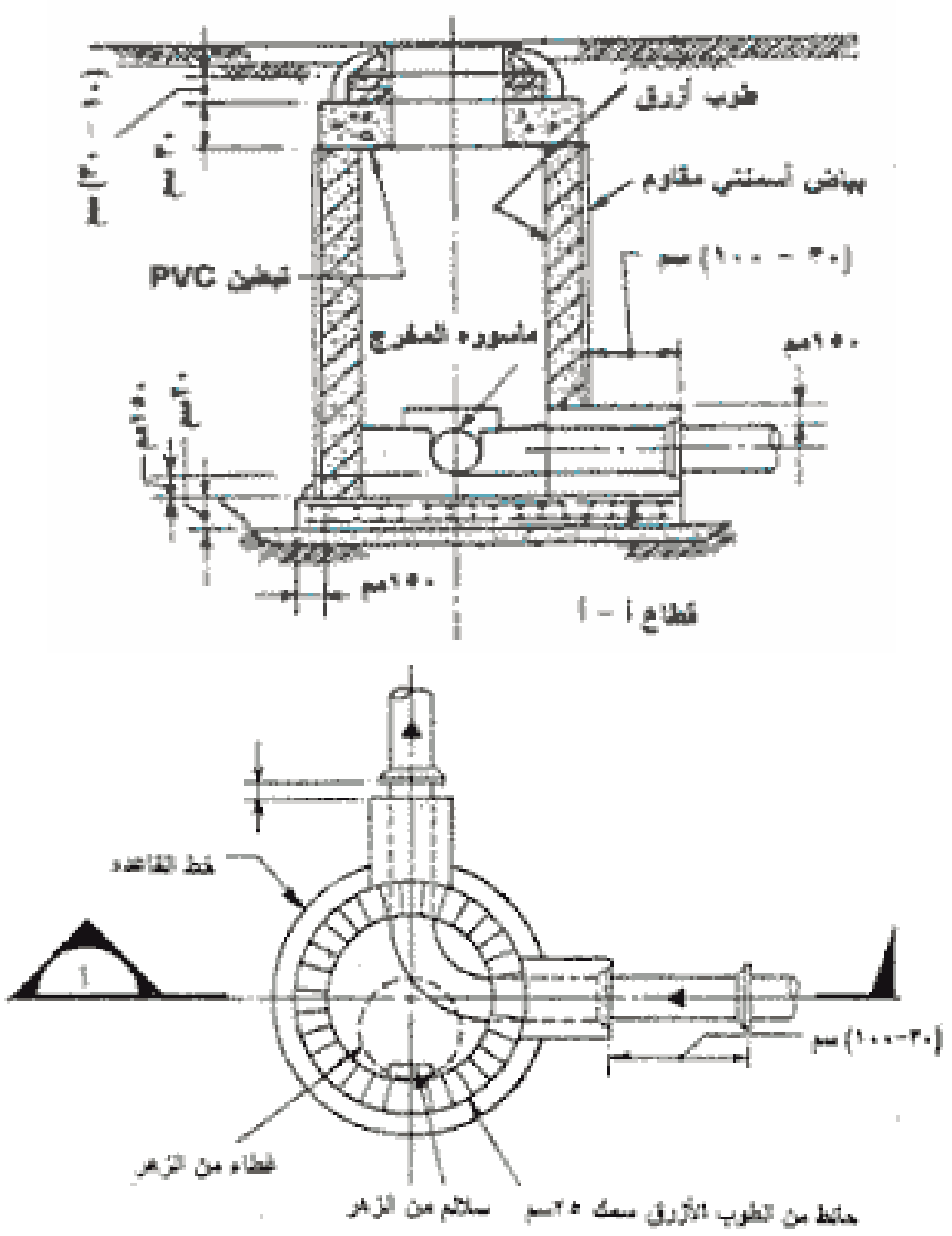
٢ – نبدأ في البناء بالطوب الأزرق وبحيث لا يزيد القطر عن ١.٢ متر كما لايزيد الأرتفاع عن ٣ متر.

٣ – سمك الحائط = ٢٥سم من الطوب الأزرق مع استخدام مونة الأسمنت المقاوم للكبريتات، وكما هو موضح بالشكل رقم (٩-١٢).

يتم البناء علي السيخ وبحيث يكون سمك الفاصل = ٨ مم وعمق = ٢٦مم. ينصح أيضا باستخدام سيخ بقطاع = ٢٦ مم × ٨ مم حتى يكون فاصل المباني بعرض ٨مم ومفرغا بعمق ٢٦ مم. تملأ الفواصل بمادة أيبوكسية مقاومة للأحماض مثل FMA 151 بعد تنظيفها جيدا بضاغط الهواء. يدهن السقف بالدهانات الأيبوكسية كما ذكر.

٤ – ينفذ باقي أجزاء المطبق مثل البلشم والسلالم والغطاء كما ذكر من قبل.

٥ – تنفذ التجربة مثل جميع المطابق وكما ذكر في المطابق المصبوبة في الموقع.

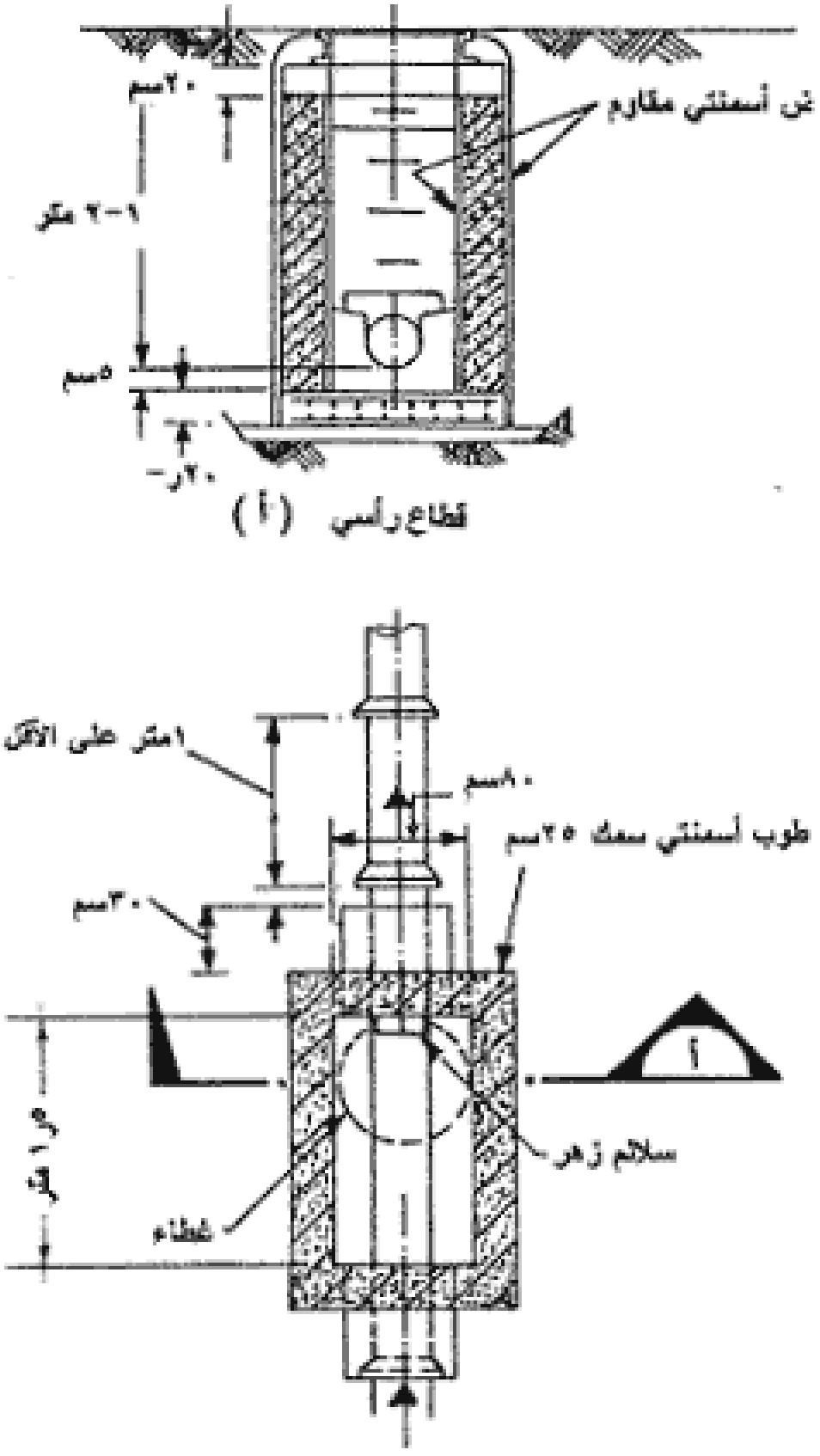


شكل (٩-١٢) تفاصيل المطبق المنفذ من الطوب الأزرق

٨-٨-١٠ مطابق الشوارع الضيقة Narrow Street Manholes :

تنشأ هذه المطابق في الشوارع الضيقة والتي لا تتسع لـــتركيب مطبق جاهز أومصبوب في الموقع. تنشأ من مباني الطوب الأزرق بسمك ٢٥سم مع ملء فاصل المباني بالمادة الأيبوكسيه كما سبق. يعمل بياض خارجي مقاوم للأحماض باستخدام الأسمنت المقاوم للكبريتات. يتم اختيار الأبعاد المناسبة للمطبق حسب عرض الشارع وعادة يختار القطاع المستطيل وكما هو موضح بالشكل رقم (٩-١٣).

تنشأ مجاري القاع كما سبق - يدهن السقف بالدهان الأيبوكسي - يركـــب الغطـــاء والسلالم كما ذكر.



شكل (٩-١٣) تفاصيل مطابق الشوارع الضيقة

٨-٩ غرفة تهدئة من خط الطرد الي مجمع صرف صحى

تنشأ هذه الغرفة لـتهدئة سرعة مياه الصرف الصحى المندفع وخاصة مـن خطـوط الضغط (الطرد) التي تصب علي مجمعات الأ نحدار أوخطوط الطرد الـتي تصب في غرفة المخل لمحطات المعالجة ولذلك يستلزم الأمر تهدئة سرعة مياه الصرف الصحى الي ٧٥سم/ ث لـتلائم سرعة المياه في ماسورة الأنحدار أولمحطة المعالجـة. ولهـذا تنشأ غرفة الـتهدئة قبل صب مياه الصرف الصحى مباشرة، وكما هو موضح بالشكل رقم (٩-١٤).

ويجب ان تخضع غرف التهدئة عند الأنشاء للشروط التالية :

أ- الأتساع المفاجىء لحظة خروج المياه من خط الطرد مما يكون له الأثر الكبيـر في خفض سرعة مياه الصرف الصحى.

ب- أرتفاع أرضية (قاع) غرفة التهدئة له أيضا الأ ثر في تهدئة سرعة مياه الصرف الصحى.

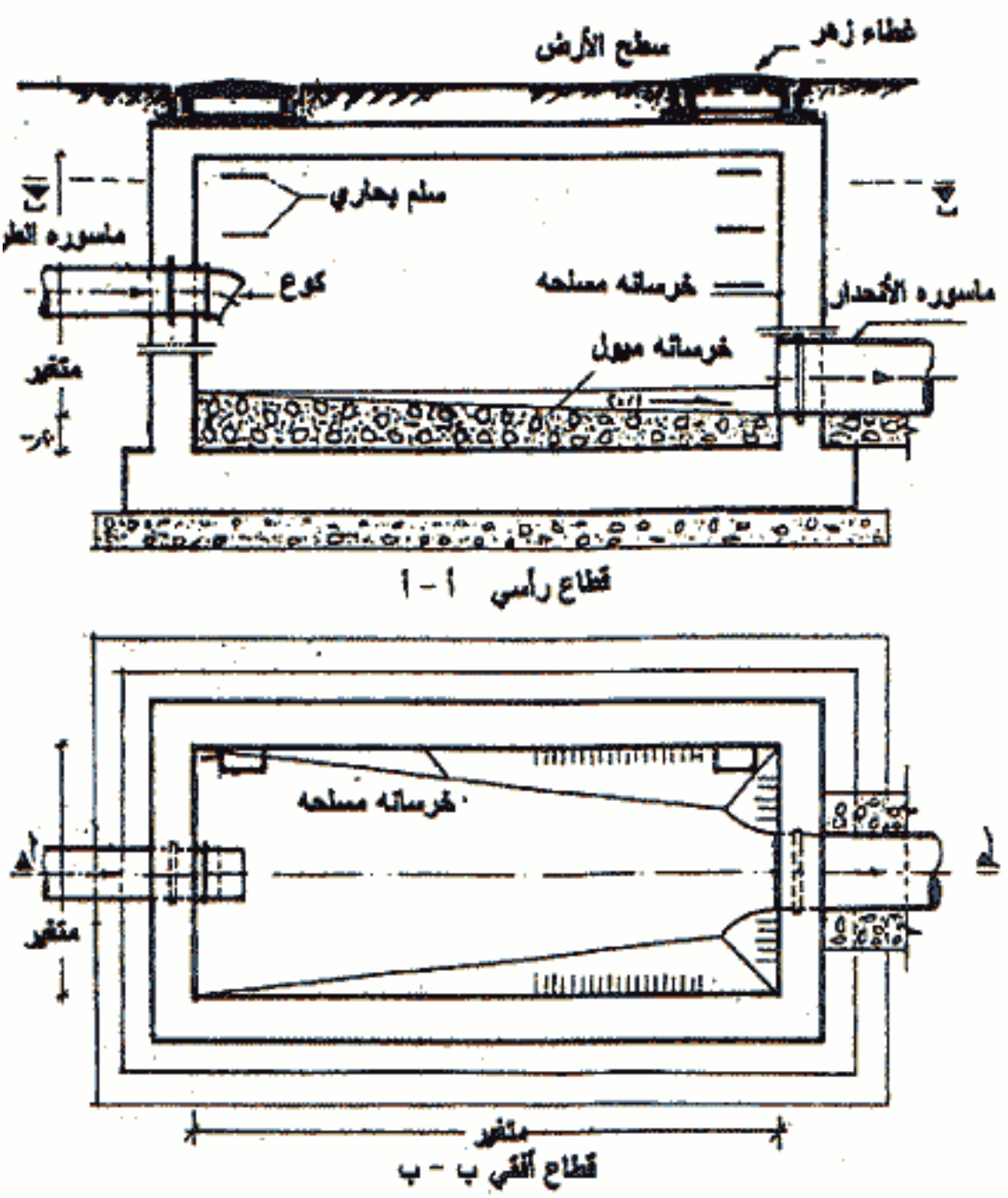
ج- عرض الغرفة = ٣ أمثال قطر الماسورة أو ١.٢ متر أيهما أكبر.

د- طول الغرفة لا يقل عن ٣ أمثال عرضها.

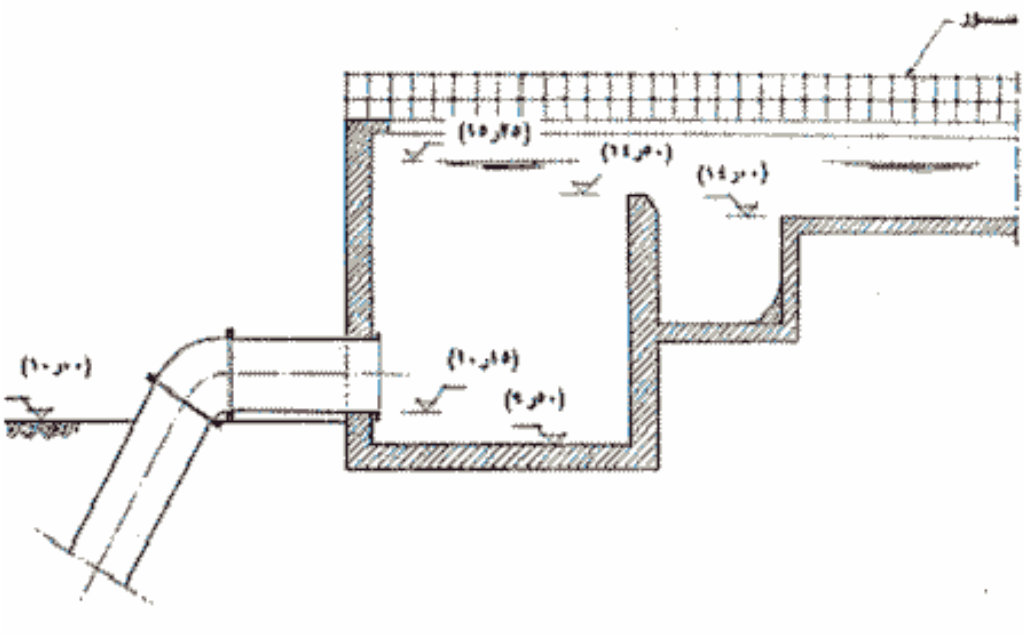
ه- يفضل أن ينتهي خط الطرد الداخل الي غرفة التهدئة بكوع ٢٢.٥ درجـة (كمـا هومبين), ويسمي كوع جرس Bell mouse . يساعد وضع هذا الكـوع علـي خفض سرعة مياه الصرف الصحى الداخلة الي غرفة التهدئة.

٨-١٠ غرفة تهدئة لخط الطرد فى محطة المعالجة

تنشأ هذه الغرفة في مدخل محطة المعالجة. تستـقبل مياه الصرف الـصحى الـواردة من خطوط الطرد – ذات السرعه العالية – فـتهدأ من سرعة مياه الصرف الـصحى لـتناسب السرعة المطلوبة لعملية المعالجة – (السرعه من ٠.٦ م/ ث الي ١.٢م/ث) ولذلك فهى تماثل غرفة التهدئة فى عملها وتفاصيلها موضحة بالشكل رقم (٩-١٥).



شكل (٩-١٤) تفاصيل غرفة التهدئة – لخط الطرد الذى يصب على خط أنحدار



شكل (٩-١٥) تفاصيل غرفة مدخل محطة المعالجة

وعند تنفيذ غرفة التهدئة فى مدخل محطة معالجة مياه الصرف الصحى يجب مراعاة النقاط التالية :

أ- طول الغرفة = ٣ أضعاف عرضها.

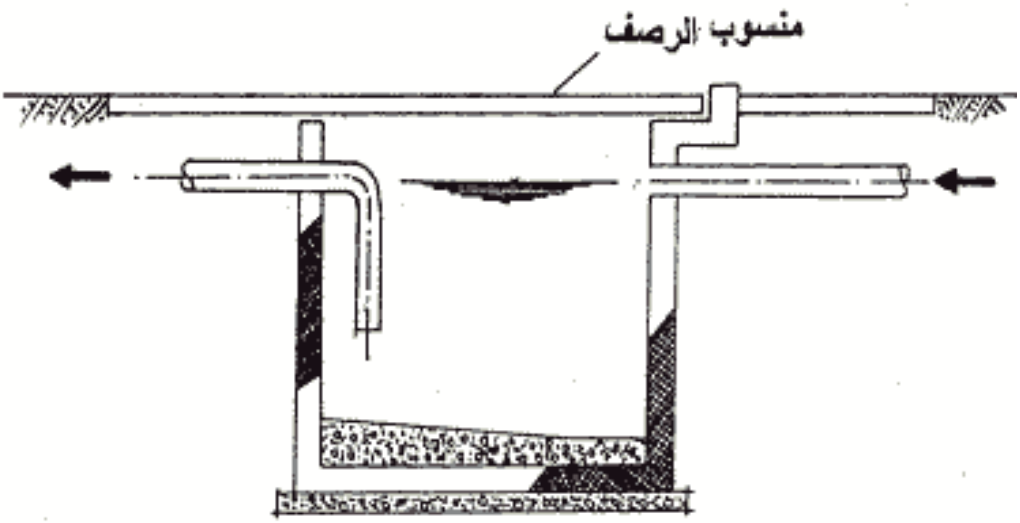
ب- تقدر مده مكث مياه الصرف الصحى بها من ٣٠ ثانية الي ١ دقيقة.

ج- عمق مياه الصرف الصحى = قطر ماسورة المدخل + عمق المياه في قناة التوصيل ولا يزيد عن ٢ متر لأتجاه السريان الأفقي.

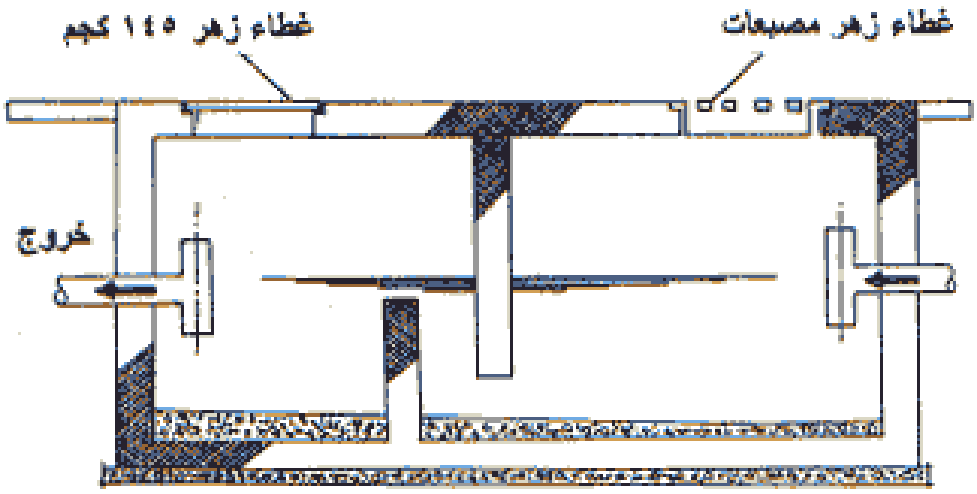
٨-١١ غرف حجز الزيوت والشحوم والرمال

من الضروري جدا أزاله الزيوت والشحوم من مياه الصرف الصحى حيث أن وجودها يمنع وصول الهواء الجوي للبكتيريا المختصة بالمعالجة فتموت, أضافة الي التسبب في أنسداد المواسير. وهذه الظاهرة أساسا تتواجد في محطات البنزين وكذلك المياه الملوثة الخارجة من المطاعم والفنادق. لذلك فإنه من الضروري أنشاء حوض لحجز الزيوت والشحوم لمياه الصرف الصحى الخارجة من محطات البنزين والمطاعم والفنادق. وتنشأ هذه الغرف، والموضحة بالشكل رقم (٩-١٦). بحيث أن تطفو هذه الزيوت علي السطح ويسهل كشطها والتخلص منها , بينما تخرج المياه الخالية من الزيوت الي شبكة أنحدار الصرف الصحى العمومية.

أما الغرفة الموضحة بالشكل رقم (٩-١٧), فيتم حجز الدهون والشحوم كما يتم حجـــز الرمال أيضا.



شكل (٩-١٦) تفاصيل غرفة حجز الدهون والشحوم



شكل (٩-١٧) تفاصيل غرفة حجز الرمال والزيوت

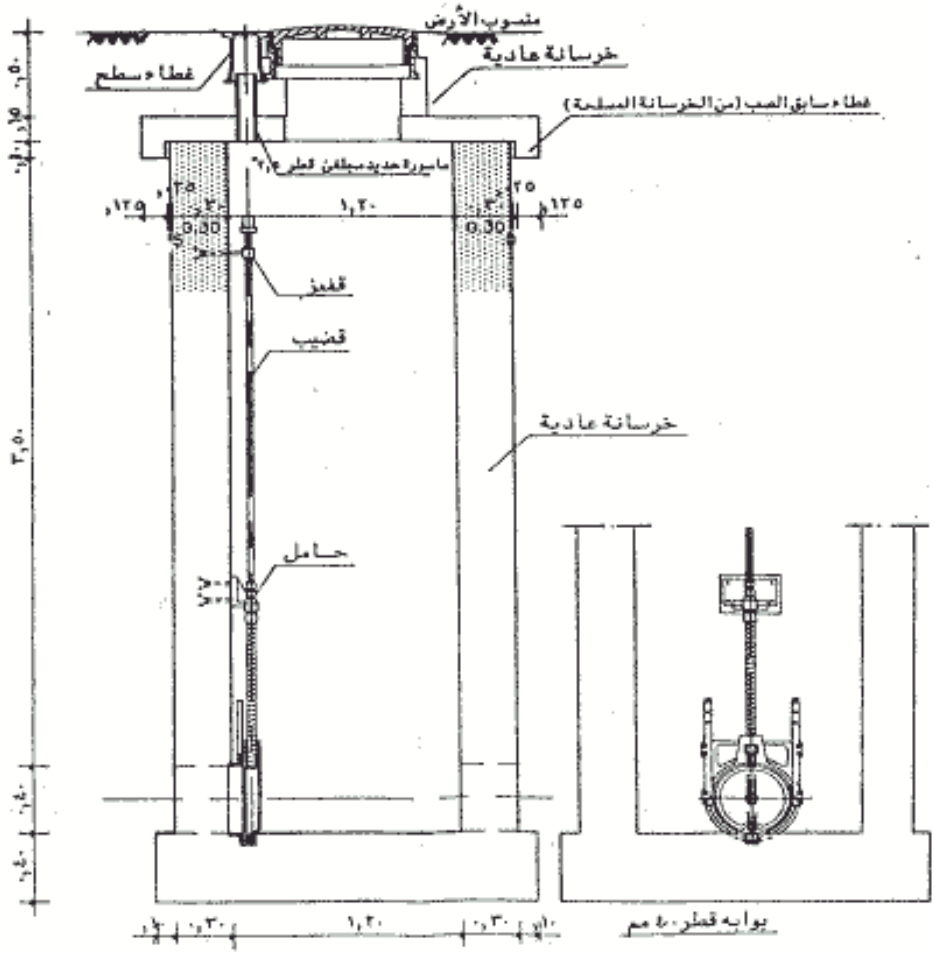
٨-١٢ غرفة الداخل الي بيارة محطة الرفع لمياه الصرف الصحى

تنشأهذه الغرفة قبل محطة طلمبات رفع مياه الصرف الصحي بمسافة حوالي ١٠ متر. وتكون هذه الغرفة – أساسا – مزودة ببوابة للقفل والفتح من الزهر. الغرض منها قفل المياه عن البيارة فترة ساعات قليلة لحين عمل الصيانة وأزالة الرواسب والمخلفـــات

التي تكون قد ترسبت في البيارة ولأستعادة كفائتها للعمل مرة أخري كما هو موضح بالشكل رقم (٩-١٨).

وقد تزود الغرفة بصمام حاجز ليعمل مكان البوابة علي أن تكون المواسير من الغرفة الي البيارة من الزهر المرن لأمكان تركيب الصمام. وفي هذه الحالة يتم تركيب صندوق سطح علي السقف لأمكان تشغيل وصلة أستطالة لفتح وقفل الصمام.

وتركب بوابة زهر في داخل الغرفة بسبب كبر مقاسات المجمع , وفي هذه الحالة يتم الأستعانة بموتور كهرباء أوديزل لفتح وغلق البوابة. وتفضل بعض المكاتب الأستشارية أستخدام بوابات للحجز حتي مع الأقطار الصغيرة.



شكل (٩-١٨) تفاصيل غرفة الداخل الي بيارة محطة رفع مياه الصرف الصحى

٨-١٣ بالوعات صرف الأمطار :

يمكن صرف مياه الأمطار بطريقـــتين :

١ - صرف مياه الأمطار في نفس شبكة مواسير الصرف الصحي Combined System

يستخدم هذا النظام في البلاد ذات الأمطار النادرة علي مدار العـــام مثـــل جمهوريـــة مصر العربية. تتجمع المياه الساقطة في بالوعات الأمطار وهـــي بمقـــاس ٦٠ ×٦٠ وعمق ٦٠ سم ومغطاه بغطاء من الزهر ذومصبعات تسمح بـــدخول ميـــاه الأمطـــار، وتفاصيل بالوعة صرف مياه الأمطار موضحة بالشكل رقم (٩-١٩) ويتـــصل خـــط مواسير قطر ٦" من البالوعة الي أقرب مطبق في الشارع.

كما يستخدم هذا النظام أيضا في الشوارع الضيقة وأيضا في حالة وجود تركيزا عاليـــا للـــتلوث العضوي BOD فى مياه الصرف الصحى، لذا يفضل أن يـــتم خلـــط ميـــاه الصرف الصحى بمياه الأمطار للعمل علي تخفيف حدة التلوث.

٨-١٤ إنشاء غرفة الترسيب (Grit Chamber)

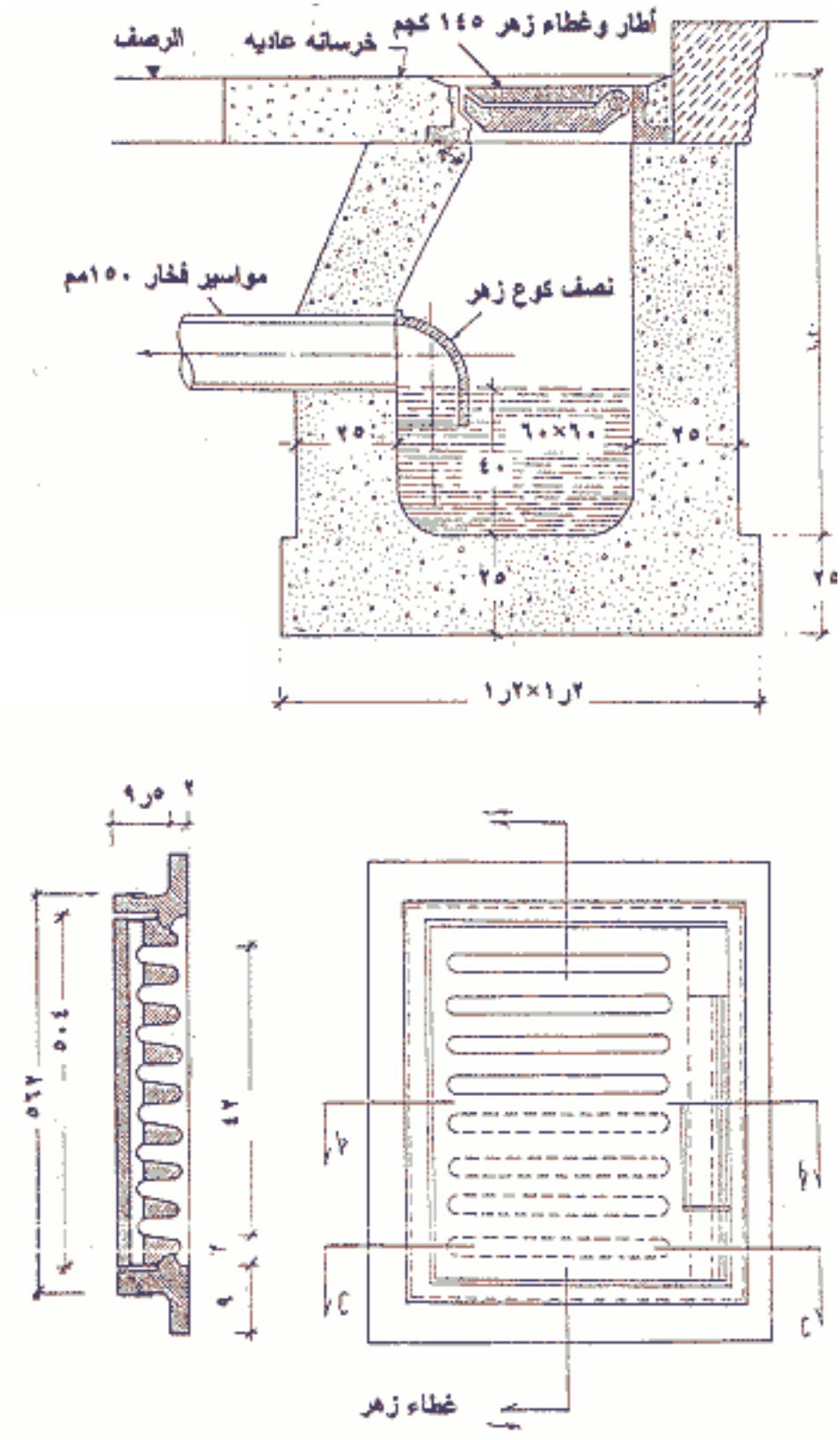
كما يمكن أنشاء غرفة ترسيب وذلك بغرض تجميع وترسيب المواد الصلبة الموجـــودة بمياه الأمطار وكما هوموضح بالشكل رقم (٩-٢٠), توضع فى المواقع التـــى تـــسمح بسهولة تنظيفها (يدويا أوميكانيكيا) , ويجب ان يكون منسوب قاع هذه الغرف أوطـــى من منسوب مخرجها بمقدار ٥٠ سم على الأقل.

٨-١٥ أنشاء غرفة الهدار Vortex Chamber

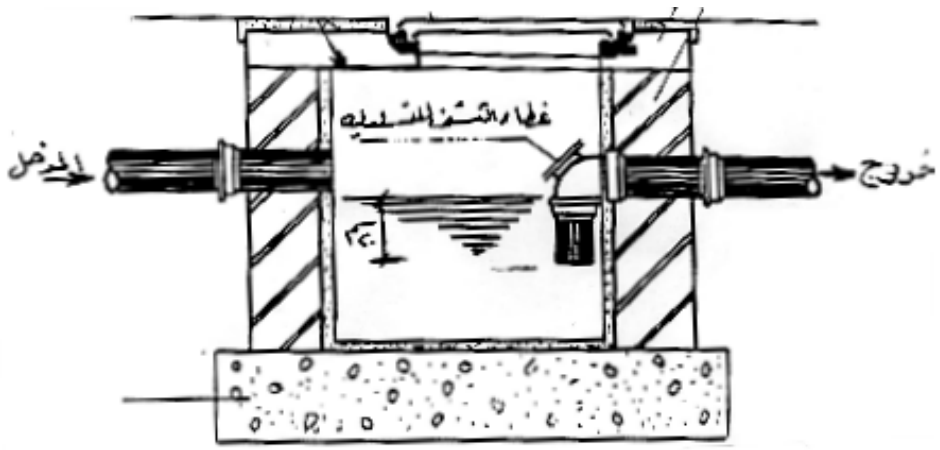
تنشأ هذه الغرفة علي المجمعات الكبري وأنفاق الصرف الصحي الرئيسية. عند مصب أحد خطوط أنحدار الصرف الصحى علي هذا المجمع - مع وجود فارق كبيـــر فـــي المنسوب بين الخط الداخل والمجمع - فأنه من الضروري أنشاء هذه الغرفـــة وكمـــا هوموضح بالشكل رقم (٩-٢١).

تنشأ غرفة علي الماسورة الرئيسية أوالمجمع علي منسوب عميق والمراد تحويل تصرفاتها إلى النفق، تتصل هذه الغرفة مع وصلة مواسير كبيرة إلي غرفة الهدار علي النفق. يتم إنشاء فتحة بالمجمع عند الغرفة لتتدفق المياه إلى الغرفة ثم الوصول إلى غرفة الهدار. تنساب المياه علي أرضية عليا بالغرفة وفي نفس المنسوب. هذه الأرضية لها شكل مخروطي. عند إنسياب المياه فإنها تأخذ حركة دائرية (مثل حركة الدوامة) ثم تهبط خلال ماسورة رأسيةمن الزهر المرن إلى منسوب أرضية سفلي

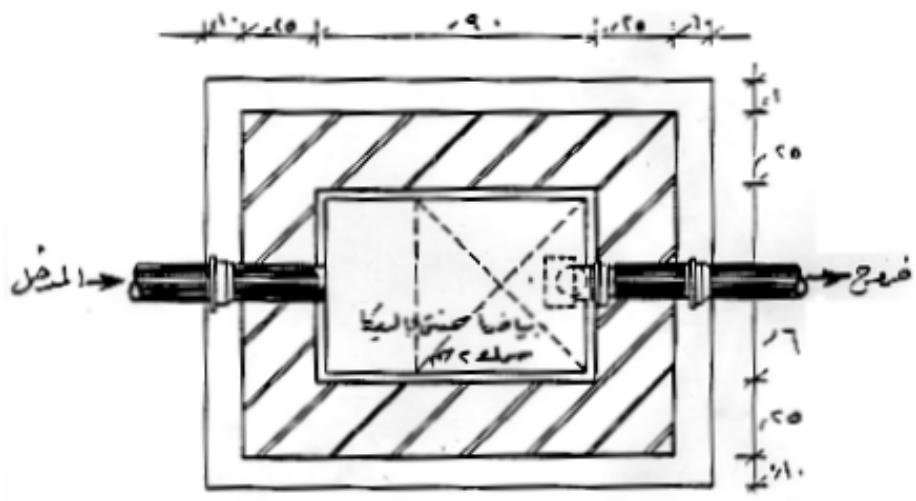
بغرقة الهدار والتي تكون في نفس منسوب النفق لتنساب المياه إلى النفق. تشبه هذه الغرفة المطبق الهدار ولكن بحجم أكبر.



شكل (٩-١٩) تفاصيل بالوعات تصريف مياه الأمطار والغطاء الزهر

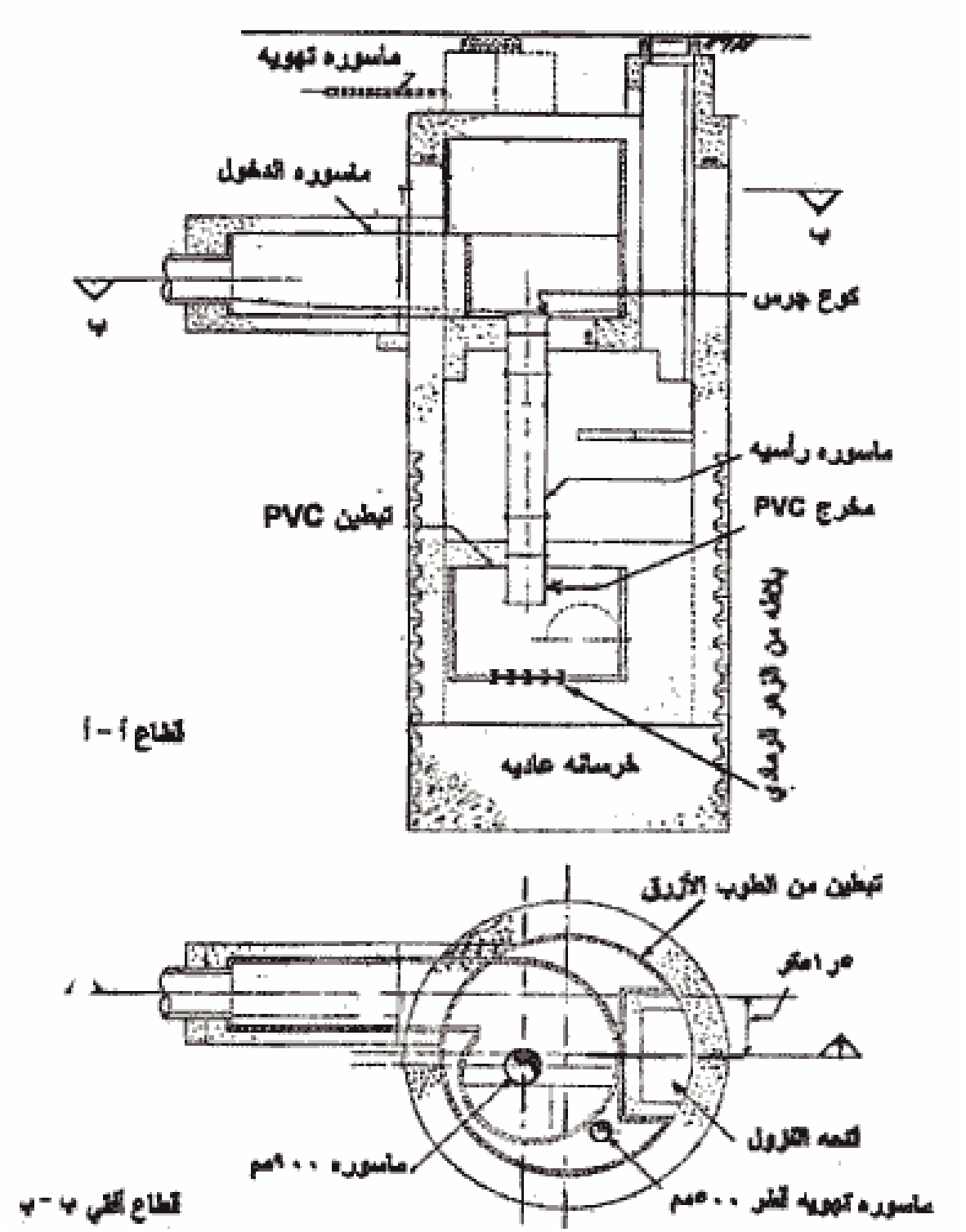


قطـــــــاع رأســـــــــــــى



مسقط أفقى

شكل (٩-٢٠) تفاصيل غرفة الترسيب



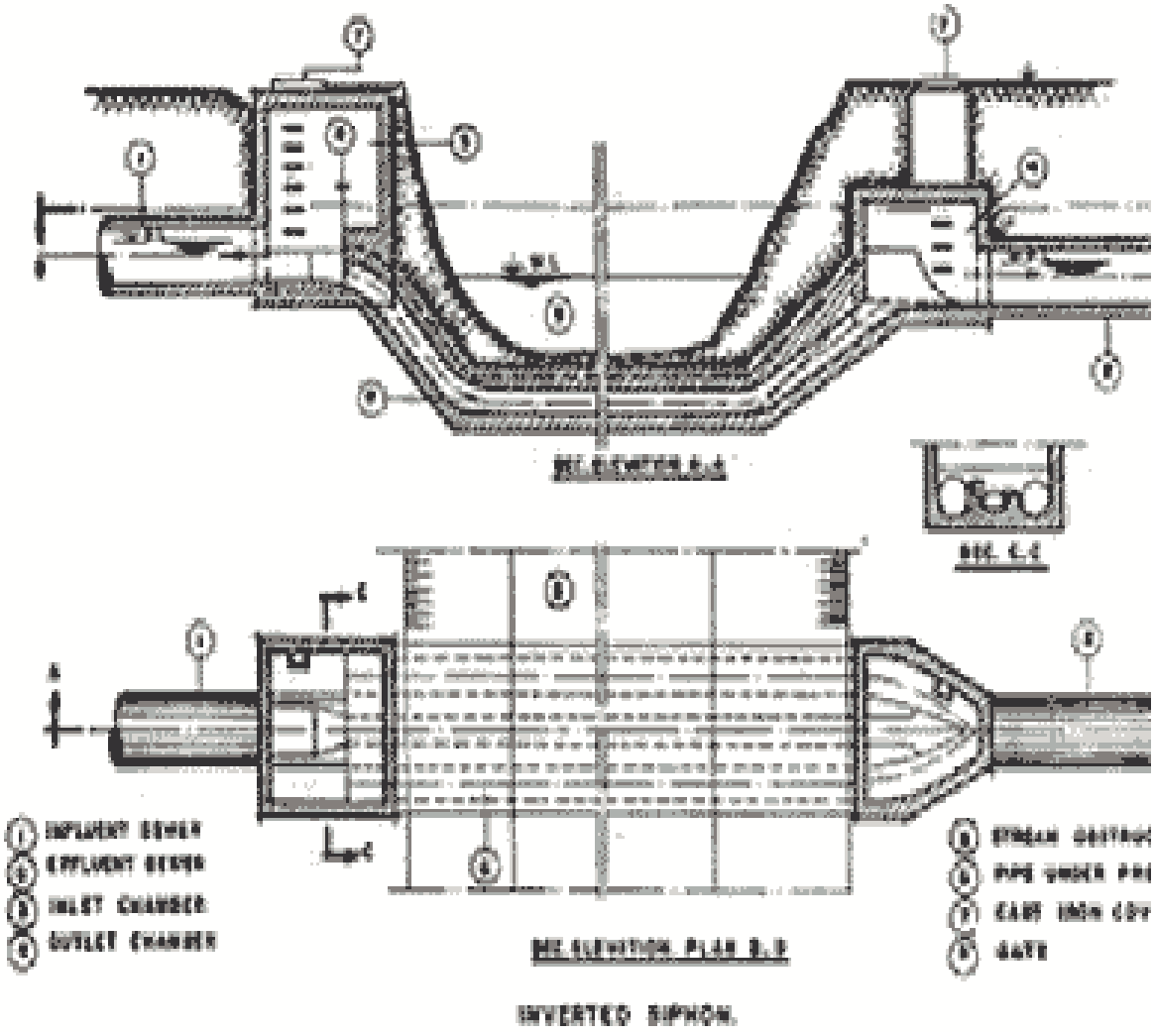
شكل (٩-٢١) تفاصيل غرفة الهدار

٨-١٦ السيفون المقلوب Inverted Siphoned

نلجأ إلى تنفيذ السيفون المقلوب عندما يكون هناك عائقا أمام مسار خط الأ نحدار مثل مجري مائي أوماسورة ذات حجم كبير ولايمكن تعديل مسارها أو منسوبها والمشكلة الرئيسية التي تواجه السيفون المقلوب هي ترسب المواد العالقة بمياه الصرف الصحى داخل المواسير.

ولـــتلافي هذه المشكلة – يصمم السيفون بحيث تكون سرعة مياه الصرف الصحى لا تقل عن ٩٠ سم/ث مع استخدام مواسير من الزهر بدلا من الفخار.

كذلك ينفذ السيفون من ماسورتين متجاورتين بحيث تستوعبان الـــتصرفات الواردة وتكون إحداهما أعلي قليلا عن الأخرى – كما هوموضح بالشكل رقم (٩-٢٢).



شكل (٩-٢٢) تفاصيل السيفون المقلوب

الفصل الثامن

الأساسات للمواسير (Bedding)

٨-١ مقدمـــــــة

يتطلب التصميم الإنشائي للماسورة أن تكون قوة تحمـــل الماســـورة (حمـــل التهـــشيم) مقسوما على معامل مناسب يساوى أو يزيد على الأحمال الواقعة عليها ممثلـــة بـــوزن التربة وأي أحمال حية (الحمل الآمن).

ويعرض هذا الفصل طريقة حساب الأحمال على المواسير الصلبة والمرنة الناتجة من التربة و الأحمال الحية والميتة الخارجية لجميع حالات التنفيذ سواء كانت الماسورة فى خندق أو على سطح التربة الطبيعية أو بطريقة الأنفاق.

وعند دراسة العلاقة بين الأحمال على جسم الماسورة والحمل الآمن من اختيار التهشيم المعملى (Three Edge Bearing Test) يتم تحديد قيمة معامل التحميل (Loading Factor) الذى يتوقف عليه نوع التأسيس وذلك بالنسبة للمواسير الصلبة . أما المواسير المرنة فسوف يتم تحديد نوع الأساس بناء على نسبة انبعاج الماسورة الذى لا يزيد عن ٥% من القطر كما سيأتى بعد ذلك .

وفيما يلى تعريف للمصطلحات الفنية الهامة فى مجال الأساسات للمواسير:

١- الأحمال الخارجية للماسورة :

وهى عبارة عن وزن التربة فوق الماسورة بالإضافة الى أى أحمال حية واقعة عليها .

٢- حمل التهشيم : (Crushing strength)

ويتم معرفته من نتائج الاختبار فى المعمل ووحداته كجم / م الطولى لكل نوع ماسورة.

٣ - معامل الآمان : (factor of Safty)

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

٤ - معامل التحميل : (Loading Factor)

هو النسبة بين أقصى أحمال خارجية على الماسورة فى الطبيعة والحمل الآمن.

٥ - الحمل الآمن : (Safe Load)

هو حمل التهشيم مقسوم على معامل آمان أو طبقا للمواصفات القياسية لنوع الماســـورة وتلخيصا للتعريفات السابقة نجد أن :

$$\text{الحمل الأمن} = \frac{\text{حمل التهشيم}}{\text{معامل الأمان}} \qquad (٨-١)$$

$$\text{معامل التحميل} = \frac{\text{أقصى أحمال خارجية على الماسورة فى الطبيعة}}{\text{الحمل الآمن}} \qquad (٨-٢)$$

$$\text{معامل التحميل} = \frac{\text{أقصى أحمال خارجية على الماسورة فى الطبيعة}}{\text{معامل التحميل}} \qquad (٨-٣)$$

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

٦- المواسير الصلبة (Rigid Pipes) :

وهذه النوعية من المواسير تمتاز بمقاومة عالية لأحمال التهشيم الآتى:

أ- المواسير الخرسانية العادية.

ب- المواسير الخرسانية المسلحة .

ج- المواسير الخرسانية سابقة الإجهاد .

د- المواسير الأسبستوس الأسمنتي .

هـ- المواسير الزهر الرمادى.

٧- المواسير المرنة (Flexible Pipes) :

وهذه النوعية من المواسير لها قابلية لانبعاج تحت تأثير الأحمال الخارجية . وتتحمل الماسورة هذه الأحمال عن طريق مقامتها بالإضافة الى رد فعل التربة الجانبى الناتج من تحرك جوانب الماسورة جهة التربة وتشمل الآتى :

أ- مواسير البوليستر المسلح بألياف الزجاج (GRP)

ب- مواسير البلاستكية (UPVC & PVC)

مواسير الصلب .

٨ - المواسير شبه الصلبة (Semi Rigid Pipes)

وهى المواسير التى تسلك المواسير الصلبة فى الأقطار الصغيرة وسلوك المواسير المرنة فى القطار الكبيرة وهى :

- مواسير الزهر المرن (Ductile Cast Iron)

٨-٢ تصميم الأساس للماسورة

لتصميم الأساس للماسورة يجب عمل الآتى :

١- تحديد طريقة تنفيذ الماسورة فى الطبيعة.

٢- تحديد نوع الماسورة من حيث صلبه أو مرنة.

٣- حسا ب الأحمال الخارجية على الماسورة من وزن التربة والأحمال الحية.

٤- بالنسبة للمواسير الصلبة يتم حساب معامل التحميل والذى على أساسه يتم إيجاد الشكل الأساسي المناسب من.

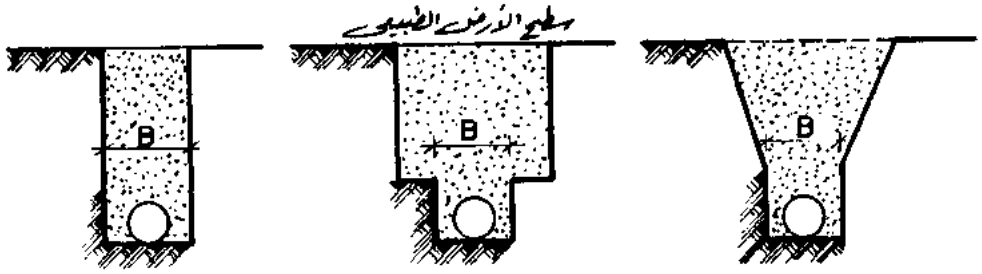
٥- بالنسبة للمواسير المرنة اختيار شكل الأساس بفرض انبعاج الماسورة ، بما لا يزيد على ٥% من القطر الأسمى.

٨-٣ حالات تنفيذ الماسورة فى الطبيعة

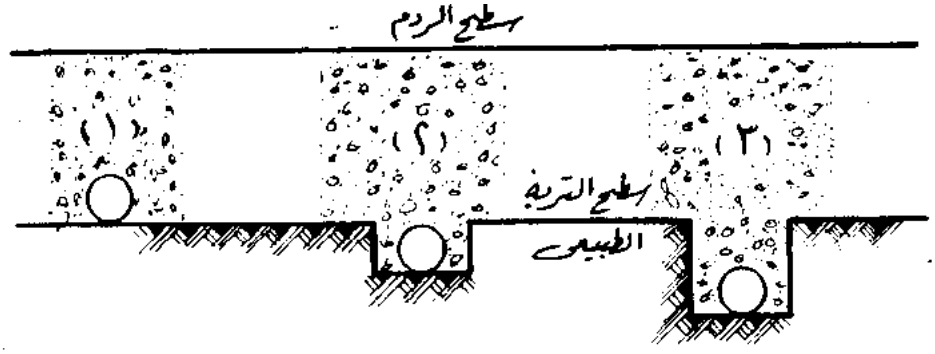
أ- الخندق : (Trench)

وهو المجرى المنفذ فى الطبيعة والذى يتم وضع الماسورة بداخلة بحيث يكون عرض الخندق ضيق حول الماسورة نسبيا فى التربة الطبيعية غير المقلقلة ويتم الردم عليها حتى سطح الأرض ويمثل الخندق أحد القطاعات الموضحة فى شكل رقم (٨-١).

ب- الردم على ماسورة موضوعة على سطح التربة الطبيعية أو جسر أو خندق عريض (Embankment) كما هو موضح شكل رقم (٨-٢)



شكل رقم (٨-١) تفاصيل خندق المواسير



شكل رقم (٨-٢) تفاصيل الردم حول الماسورة موضوعة على سطح التربة

ويتم تقسيم هذه الحالة الى :

١- حالة الراسم العلوى للماسورة أعلى من منسوب سطح الأرض الطبيعية .

٢- حالة الراسم العلوى للماسورة فى منسوب سطح الأرض الطبيعية.

٣- حالة الراسم العلوى للماسورة أقل من منسوب سطح الأرض الطبيعية.

جـ- التنفيذ بطريقة الأنفاق (Tunnels) . والموضحة بالشكل رقم (٨-٣)

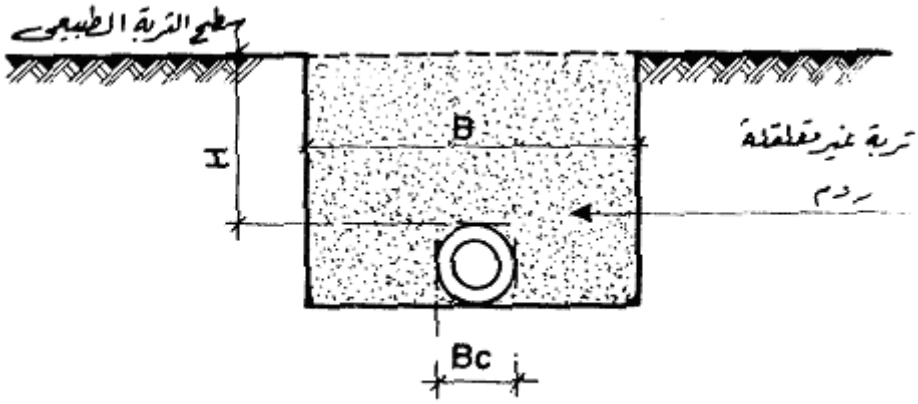
شكل رقم (٨-٣) تفاصيل تنفيذ خطوط المواسير بطريقة الأنفاق

٨-٤ حساب الأحمال الخارجية على الماسورة

٨-٤-١ الأحمال الناتجة من وزن التربة.

٨-٤-١-١ حالة الخندق

وتتوقف طريقة الحساب حسب نوع الماسورة وتفاصيل هذا الخندق موضحة بالشكل (٨-٤):



شكل رقم(٨-٤)الأحمال الناتجة من وزن التربة فوق الماسورة

أ- حالة الماسورة الصلبة (Rigid Pipe)

تطبق معادلة مارستون :

$$W = C\, w\, B^2 \qquad (٤-٨)$$

ب- حالة الماسورة المرنة (Flexible Pipe)

$$W = C\, w\, BB_c \qquad (٥-٨)$$

حيث :-

W : الحمل على الماسورة (كجم / م.ط)

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

B : عرض الخندق عند السطح العلوى للماسورة (م)

B_c : القطر الخارجى للماسورة (م)

C : معامل الوزن (ليس له وحدات)

ويحسب "C" من المعادلة الآتية

$$C = \{1 - e^{2k\mu'}(HLB\} / 2k\mu') \qquad (٦-٨)$$

$$K = \frac{\sqrt{\mu^2 + 1} - \mu}{\sqrt{\mu^2 + 1} + \mu} = \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi} \qquad (٧-٨)$$

حيث

K : معامل رانكن وهو نسبة الضغط الجانبى الى الضغط الرأسى

μ : معامل الاحتكاك لمادة الردم

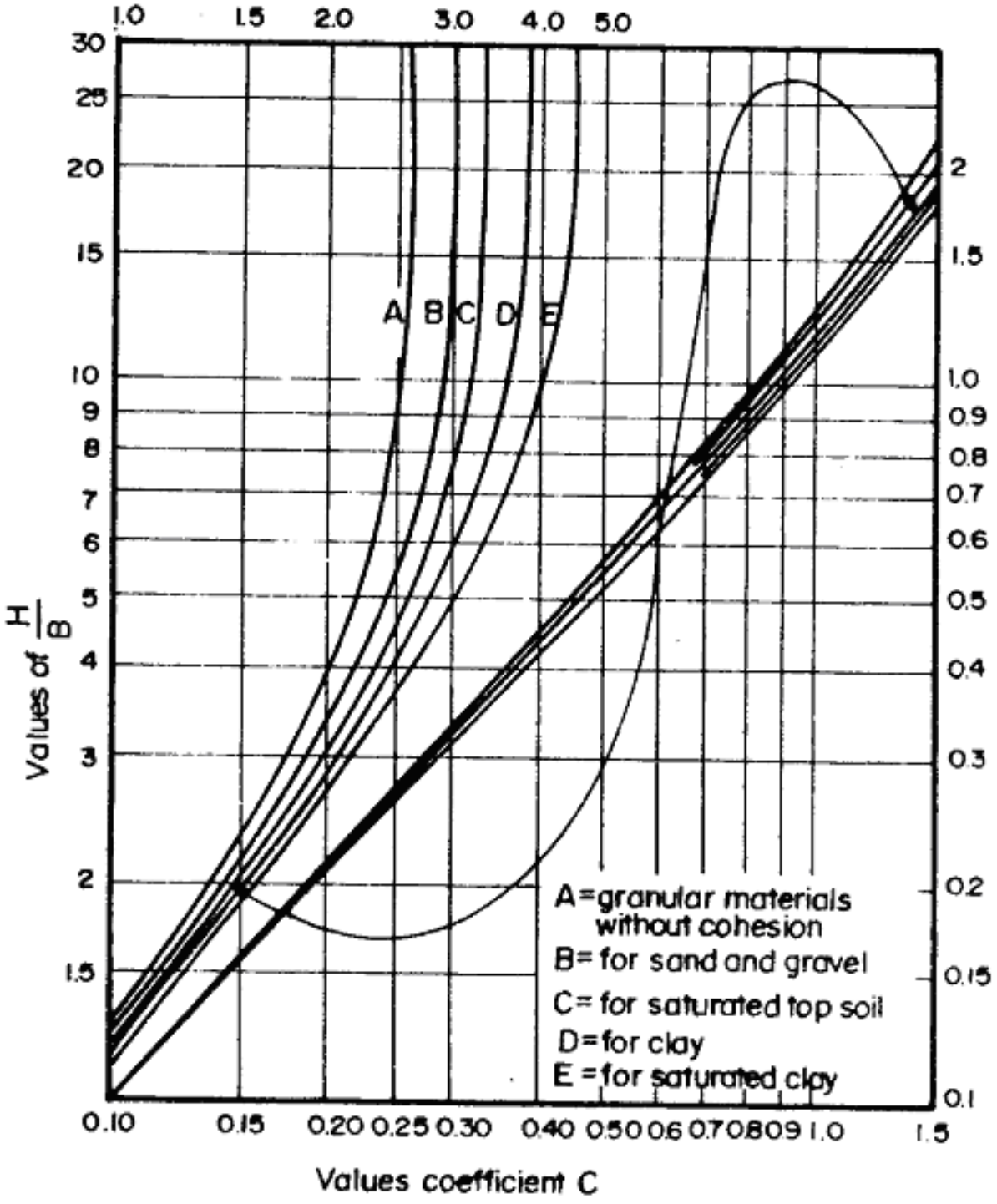
φ : زاوية الاحتكاك الداخلى لمادة الردم

μ` : معامل الاحتكاك بين مادة الردم وجوانب الخندق

φ` : زاوية الاحتكاك بين مادة الردم وجوانب الخندق.

H : عمق الردم من الراسم العلوى للماسورة وحتى سطح التربة (م).

ويمكن حساب قيمة (C) مباشرة من الشكل البيانى رقم (٨-٥)

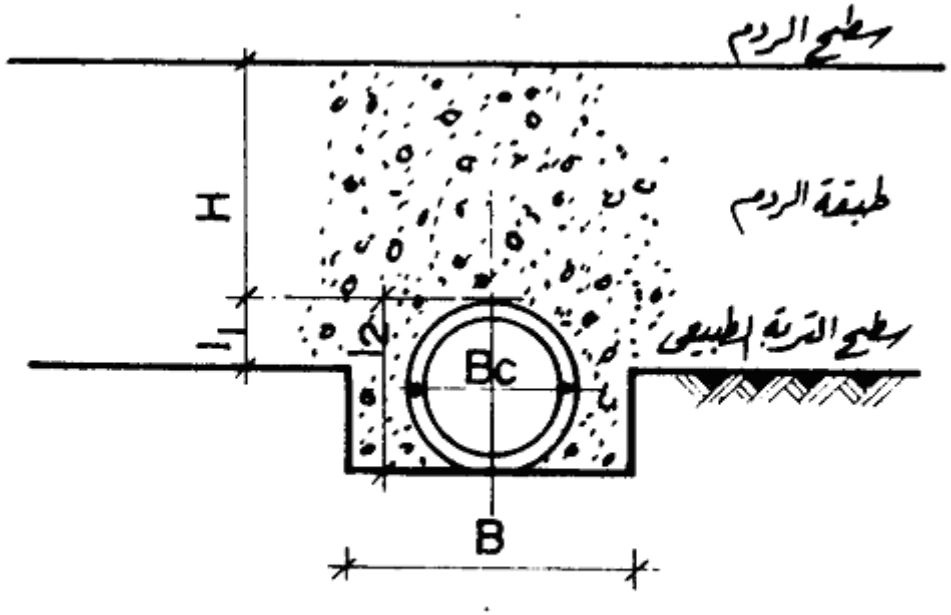


شكل رقم (٨-٥) منحنى تقدير قيمة (C)

٨-٤-١-٢ حالة الردم على ماسورة موضوعة على سطح التربة الطبيعية أو جسر أو خندق عريض

أ - الراسم العلوى للماسورة أعلى من منسوب سطح الأرض الطبيعية
(Positive Projecting Conduits)

كما هو موضح بالشكل رقم (٨-٦)



شكل رقم (٨-٦) تفاصيل خندق المواسير فى حالة الراسم العلوى للماسورة أعلى من سطح الأرض الطبيعية

وتطبق المعادلة مارستون لحالتى المواسير الصلبة والمرنة

$$W = C_c \, w \, B_c^2 \qquad (٨-٨)$$

حيث :

W : الحمل على الماسورة (كجم / م.ط)

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

B_c : القطر الخارجى للماسورة (م)

C_c : معامل الوزن (ليس له وحدات)

H : عمق الردم من الراسم العلوى للماسورة وحتى سطح الردم (م).

P : نسبة الإسقاط $(P = l_1/l_2)$

r_{sd} : نسبة الهبوط

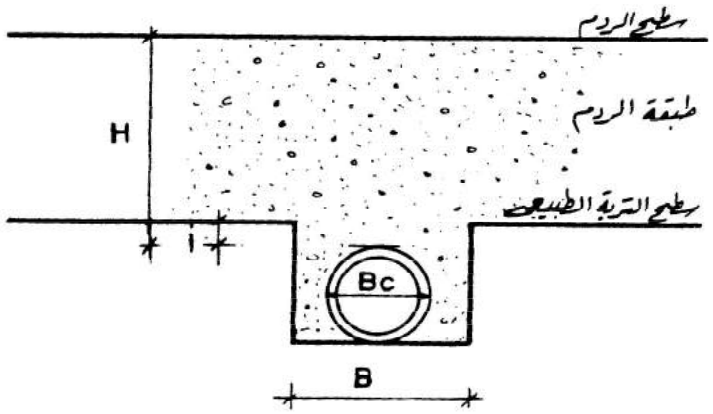
ومن الجدول (٨-١) يمكن تحديد قيمة r_{sd}

كما أن الشكل رقم (٨-٧) يمكن تحديد قيمة (Cc) ومنها قيمة W

جدول رقم (٨-٧)

العلاقة بين حالة التربة وقيمة r_{sd}

Type of Conduit	Soil Conditions	Settlement Ratio
Rigid	Rock or unveiling foundation	+1.0
Rigid	Ordinary foundation	+0.5 to +0.8
Rigid	Yielding foundation	0 to +0.5
Rigid	Negative projecting instillation	-0.3 to 0.5
Flexible	Poorly-compacted side fills	-0.4 to 0
Flexible	Well-compacted side fills	0



شكل رقم (٨-٧) تفاصيل خندق المواسير فى حالة الراسم العلوى للماسورة فى منسوب مساوى أو أقل من منسوب الأرض

ب- حالة الراسم العلوى فى منسوب يساوى أو أقل من منسوب الأرض الطبيعية :

(Negative Projecting Conduits) والشكل رقم (٨-٨) يوضح هذه الحالة

تطبق معادلة مارستون فى حالتى المواسير الصلبة والمرنه .

$$W = C_n \, w \, B^2 \qquad (٨-٩)$$

حيث :

W : الحمل على الماسورة (كجم / م.ط)

w : وزن وحدة الحجوم من التربة (كجم / م^3)

B : عرض الخندق (م)

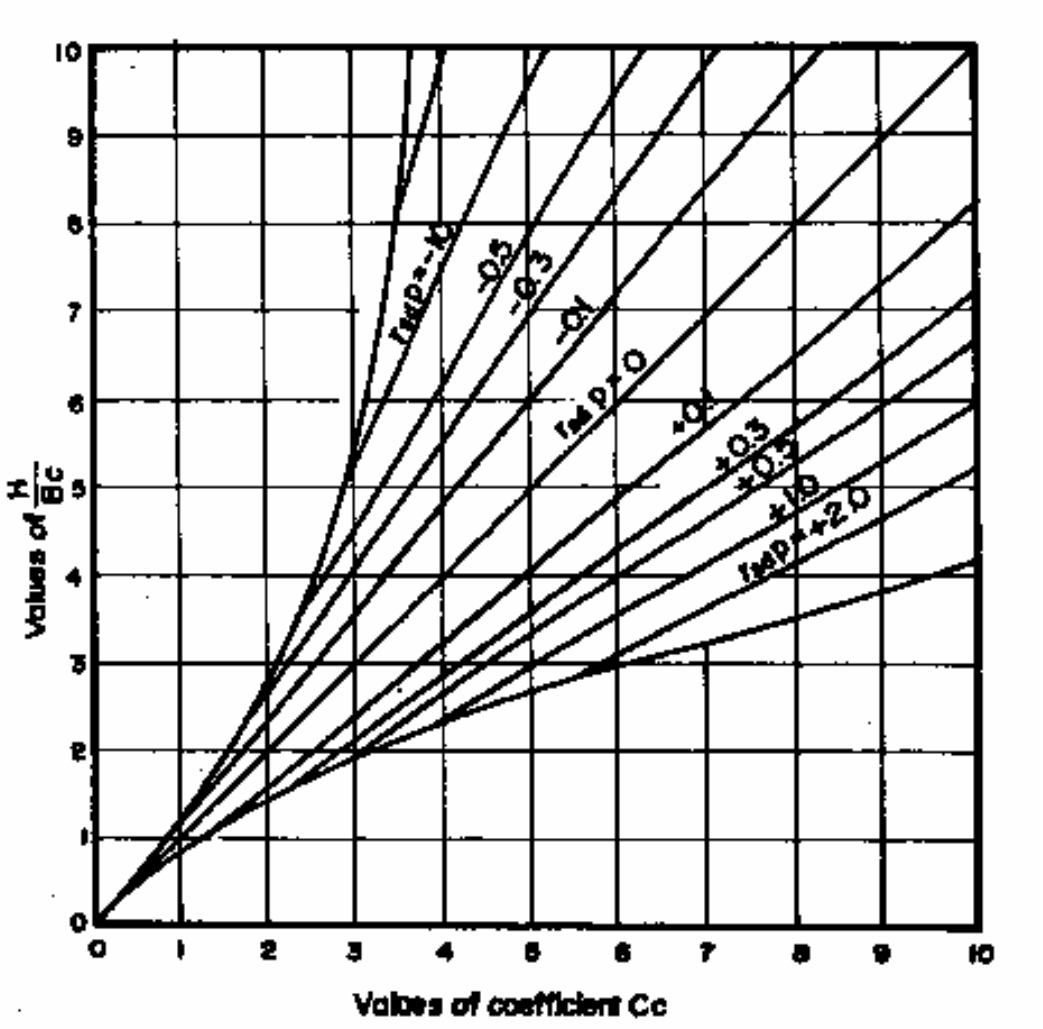
H : عمق الردم من الراسم العلوى للماسورة وحتى سطح الردم (م).

P`= (l/ B) : نسبة الإسقاط (ليس له وحدات)

C_n : معامل الوزن (ليس له وحدات)

r_{sd} : نسبة الهبوط وتأخذ فى هذه الحالة (٠.٣٠) .

ومن الشكل رقم (٨-٨) يحدد قيم (C_n) ومنها قيم (W)



شكل رقم (٨-٨) المنحنى البيانى لتقدير قيمة (Cc)

ملحوظة هامة :

قبل البدء فى حساب الأحمال على الماسورة الناتجة من وزن التربة يجب التأكد من كون الخندق ضيق فتحسب الأحمال حسب الحالة (أ) أو الخندق عريض فتحسب الأحمال حسب الحالة (ب)

الحالة (أ) يمكن تقدير الأحمال الخارجية على الماسورة فى حالة الخندق

الحالة (ب) يمكن تقدير الأحمال الخارجية على الماسورة فى حالة الردم .

وللتأكد من ذلك يلزم أتباع الخطوات الآتية

١- تحدد قيم r_{sd} , B , B_c , H.

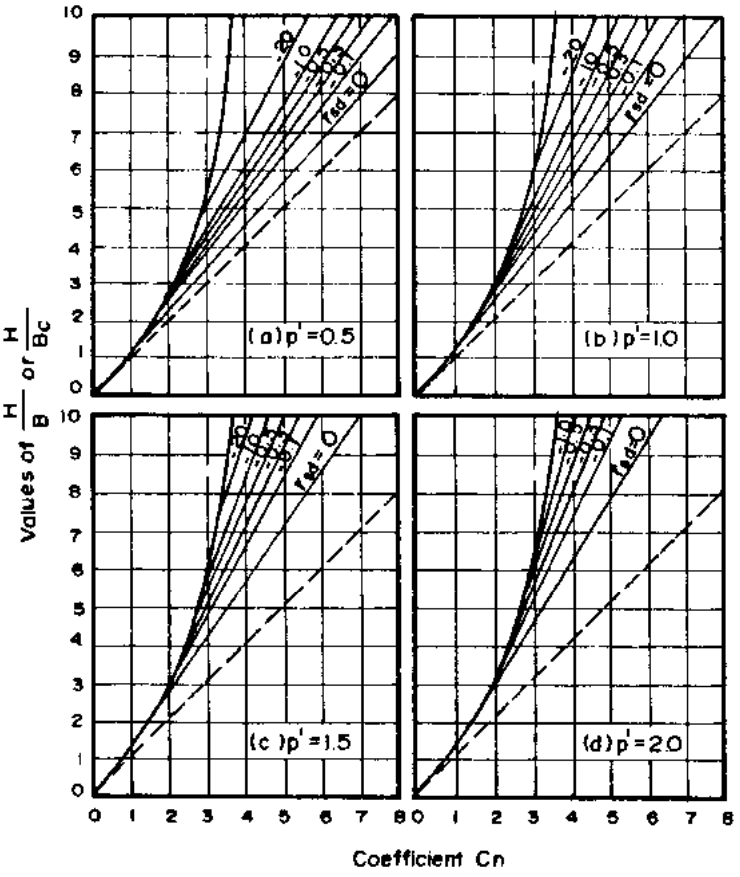
٢- تحسب قيم H/B_c, P

٣- من الشكل رقم (٨-٩) تستنتج قيمة B_d / B_c

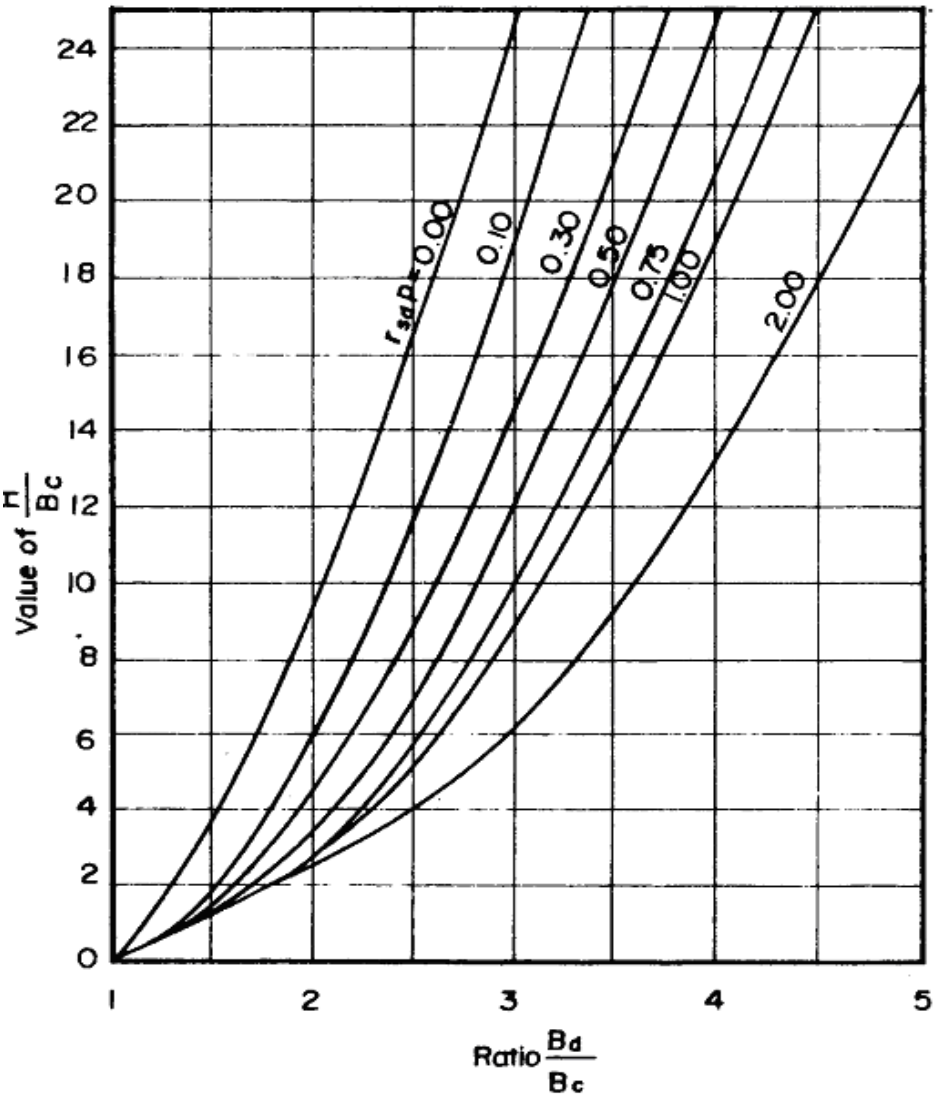
٤- بمعرفة B_c يتم حساب B_d.

٥- هناك حالتين $B < B_d$ لذلك يكون الخندق ضيق وتتبع الحالة (أ)

$B > B_d$ لذلك يكون الخندق عريض وتتبع الحالة (ب)



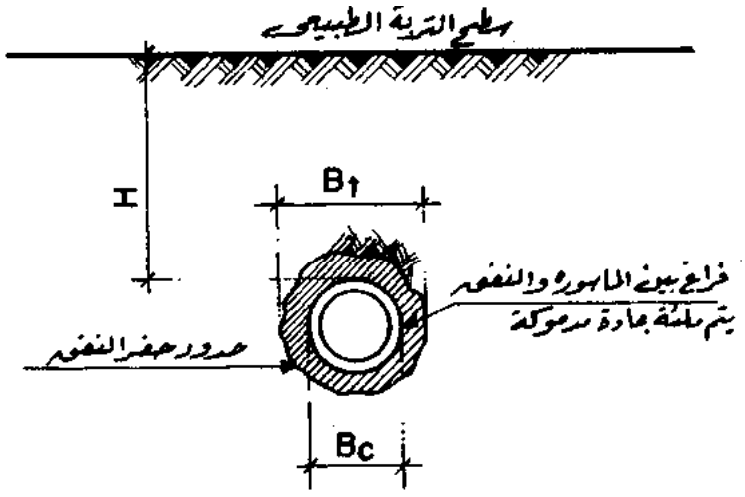
شكل رقم (٨-٩) المنحنى البيانى لتقدير قيمة (C_n)



شكل رقم (٨ -١٠) منحنيات تحديد قيم $\frac{Bd}{Bc}$

٨-٤-١-٣ حساب الأحمال فى حالة عمل أنفاق أو قمصان حول المواسير

وفى حالة التنفيذ بطريقة الأنفاق وعندما يتراوح العمق بين (٩-١٢متر) من سطح الأرض ويتم عمل قميص للماسورة كما هو موضح بالشكل رقم (٨-١١) وبتطبيق معادلة مارستون التالية وفى حالتى المواسير الصلبة والمرنة.



الشكل رقم (٨-١١) حساب الأحمال فى حالة انشاء (عمل) أنفاق أو قمصان حول المواسير

$$W = C_t B_t (w B_t - 2C) \qquad (٨-١٠)$$

حيث

W : الحمل على الماسورة (كجم / م.ط)

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

B_t : القطر الداخلى للنفق (فى حالة الأنفاق) (م)

B_c : القطر الخارجى للنفق (فى حالة القمصان) (م) $B_c = B_t$

C : معامل التماسك للتربة (كجم / م٢)

C_t : معامل الوزن (ليس له وحدات)

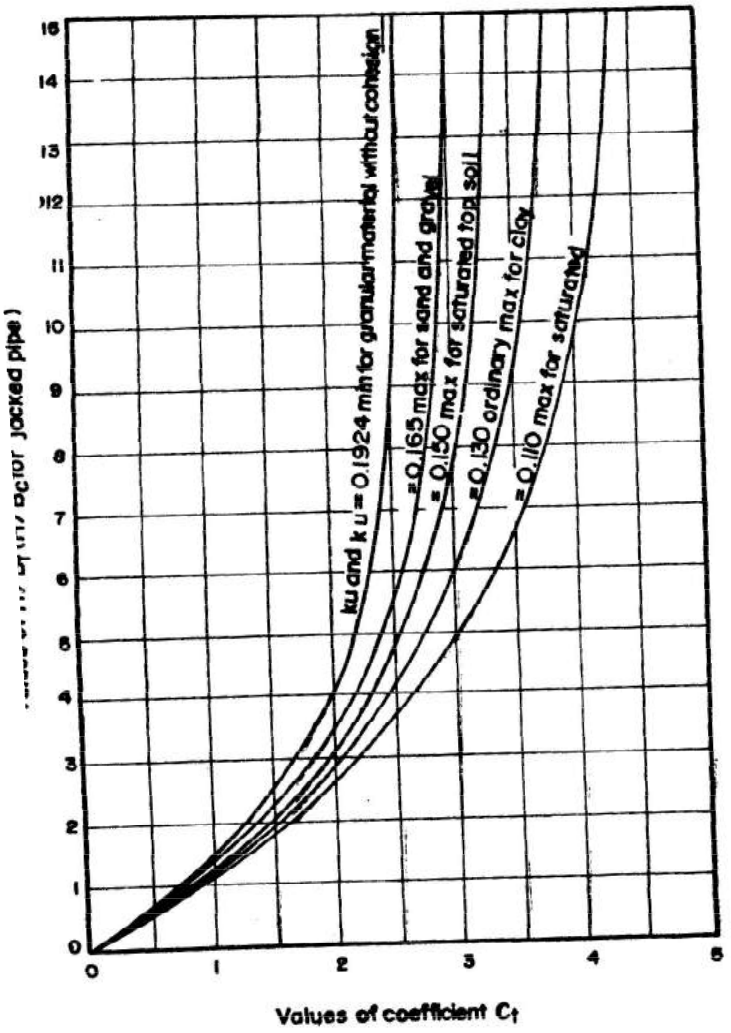
H : عمق الماسورة من السطح العلوى للماسورة (م).

ويتم تعين قيمة (C_t) من المنحنى البيانى الموضح بالشكل رقم (٨-١٢)

ويوصى بالقيم التالية لمعامل التماسك (C) المعطاة فى الجدول (٨-٢) وذلك لأنـــواع التربة المختلفة.

جدول (٨-٢) معامل التماسك (C) لأنواع التربة المختلفة.

Material	Values of C	
	(lbs./sq.st.)	(kg/cm2)
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



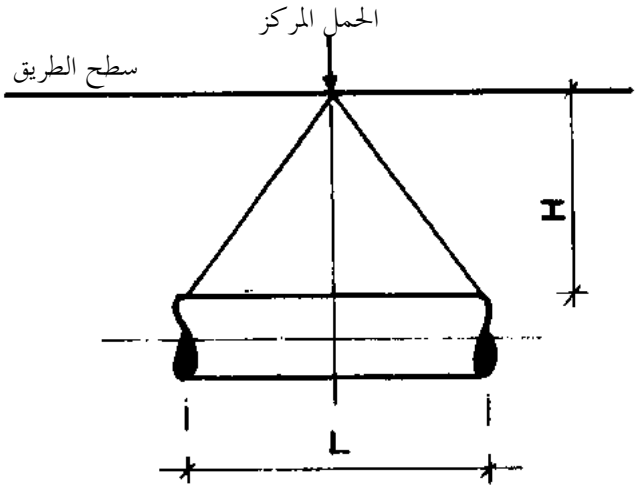
الشكل رقم (٨ -١٢) المنحنى البيانى لحساب قيمة (C_t)

٨-٥ حساب الأحمال على الماسورة الناتجة من الأحمال الخارجية :-

٨- ٥-١ الحمل المركز (Concentrated Load)

وتطبق معادلة بوسينسك (Boussinesq's Formula)

وكما هو موضح بالشكل رقم (٨-١٣)



شكل رقم (٨-١٣) الحمل المركز على الماسورة

$$W = C_s (PF) / L \qquad (٨-١١)$$

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 العلوى وحتى سطح التربة الطبيعية (م)

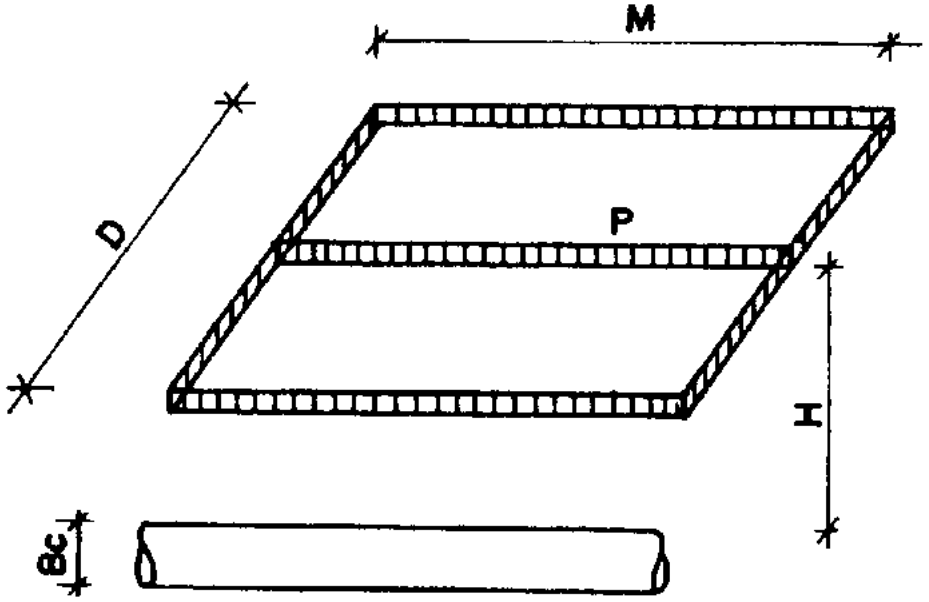
L : الطول الفعالة للماسورة (م)

وتؤخذ قيمة (L) = ٠.٩ متر للمواسير وذلك بالمسبة للمواسير ذات طول أقل من ٠.٩ (م)

وتحدد قيمة (C_s) من الجدول (٨-٤) وذلك طبقا لحالة المرور فى المنطقة .

٨-٥-٢ الأحمال الموزعة (Distributed Load)

وكما هو موضح بالشكل رقم (٨-١٤)



شكل رقم (٨-١٤) الأحمال الموزعة على الماسورة

وتطبق المعادلة الآتية

$$W = C_s \, pF \, B_c \qquad (٨-٩)$$

حيث :

W : الحمل على الماسورة (كجم / م.ط)

p : الحمل الموزع (كجم)

F : معامل الصدم (ليس له وحدات)

B_c : القطر الخارجى للماسورة (م)

C_s : معامل الوزن (ليس له وحدات)

D, M : أبعاد المساحة التى يؤثر عليها الحمل الموزع

وتحدد قيم C_s من الجدول (٨-٤)

جدول رقم (٨-٤) 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

جدول رقم (٨-٥) معامل الصدم (F)

Traffic Type	F	
Highway	1.50	الطرق السريعة
Railway	1.75	السكك الحديد
Airfields		المطارات
Runways	1.00	ممرات الهبوط أو اًقلاع
Taxiways, aprons, hard stands	1.50	الإنتظار والوقوف

وهناك حالة المواسير تحت خطوط السكة الحديد فيتم اعتبارها أحمال موزعة حيث يتم توزيع وزن القاطرة على مساحة تساوى طول القاطرة فى طول الفلنكات بالإضافة إلى (٣٠٠كجم/ متر طولى) هى وزن السكة.

وبعد استعراض طرق حساب الأحمال الناتجة من وزن التربة فوق الماسورة والأحمال الخارجية ومنها المركزة والموزعة ننتقل الى كيفية اختيار نوع التأسيس لأنواع المواسير الصلبة والمرنة.

٨- ٦ التأسيس للمواسير الصلبة (Rigid Pipes Bedding)

وقد تم تقسيم أنواع التأسيس للمواسير الى أربعة درجات تتوقف على قيمة معامل التحميل.

٨-٦-١ حالة الخندق

درجة (ا) : وهى عبارة عن وسادة خرسانية أو عقد خرسانى وتنقسم الى .

١- وسادة خرسانية (Concrete Cradle) وهو موضح بالشكل رقم (٨-١٥)

فى حالة معامل الحمل = ٢.٢ تستخدم وسادة خرسانية عادية ودمك خفيف للردم .

فى حالة معامل الحمل = ٢.٨ تستخدم وسادة خرسانية عادية ودمك جيد للردم .

فى حالة معامل الحمل = ٣.٤ تستخدم وسادة خرسانية مسلحة وتسليح تكون نسبته ٠.٤ % من مساحة الخرسانة

٢- عقد خرساني (Concrete Arch) وهو موضح بالشكل رقم (٨-١٦)

فى حالة معامل الحمل = ٢.٨ تستخدم عقد من الخرسانة العادية

فى حالة معامل الحمل = ٣.٤ تستخدم عقد من الخرسانة المسلحة مع تسليح تكون نسبته ٠.٤ % من مساحة الخرسانة.

فى حالة معامل الحمل = ٤.٨ تستخدم عقد من الخرسانة المسلحة مع تسليح تكون نسبته ٠.١ % من مساحة الخرسانة.

درجة (ب) وتطبق هذه الدرجة فى حلة معامل الحمل = ١.٩

وتنقسم الى نوعين :

النوع الأول : وفيه يتم تشكيل قاع الخندق على شكل دائرى من ركام ناعم جيد التدرج كما هو موضح بالرسم شكل رقم (٨-١٧)

النوع الثاني : وفيه يتم التأسيس على طبقة من ركام متدرج مدكوك جيدا أو ردم مدكوك جيدا شكل رقم (٨-١٨)

درجة (ج) وتطبق هذه الدرجة فى حالة معامل الحمل = ١.٥

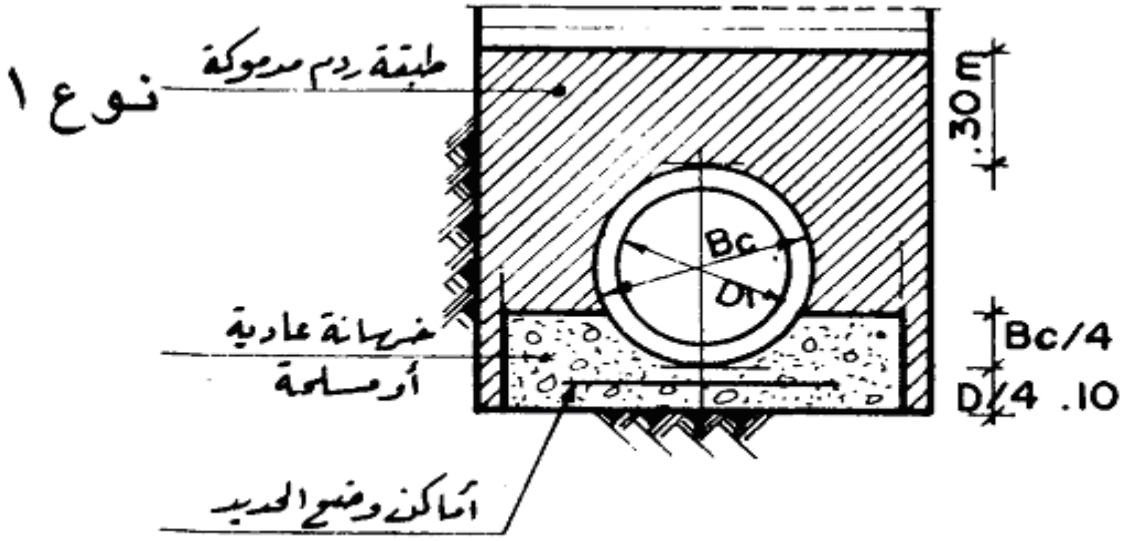
وتنقسم الى نوعين

النوع الأول : وفيه يتم تشكيل قاع الخندق على شكل دائرى وتوضع عليه الماسورة مباشرة شكل (٨-١٩)

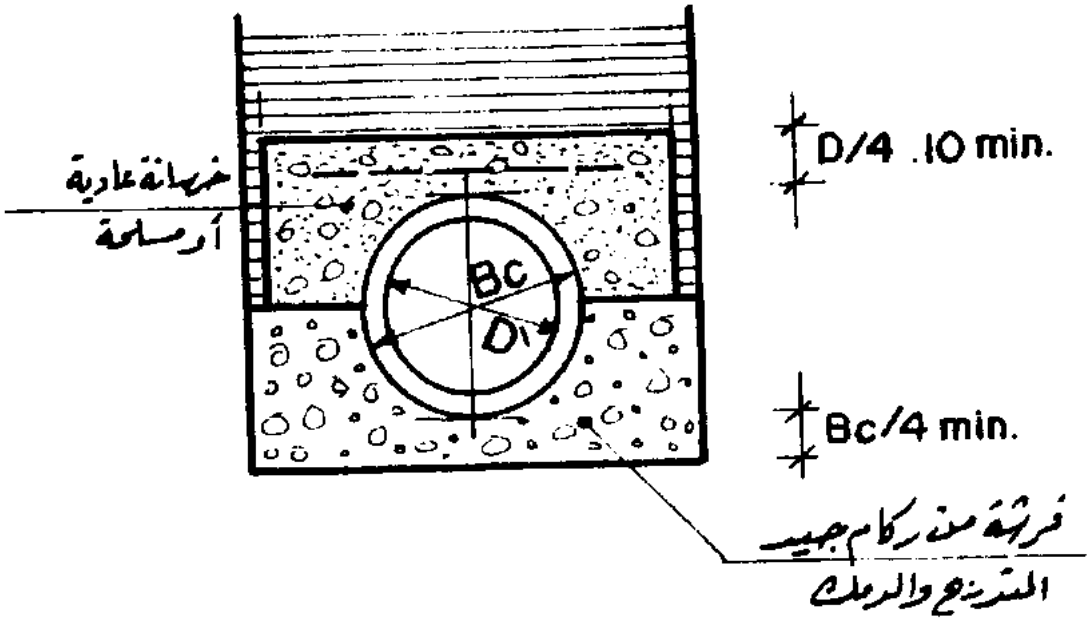
النوع الثانى : وفيه يتم التأسيس على طبقة من الركام المتدرج تدرج جيد ويدمك جيدا وكذلك ردم خفيف الدمك شكل (٨-٢٠).

درجة (د) وتطبق هذه الدرجة فى حلة معامل الحمل = ١.١

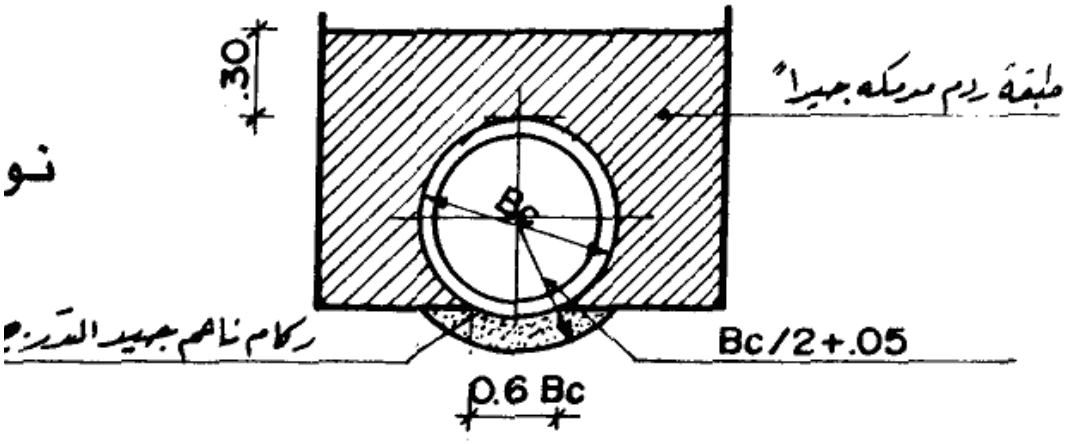
وفيه يتم وضع الماسورة على قاع الخندق المستوى مباشرة شكل رقم (٨-٢١)



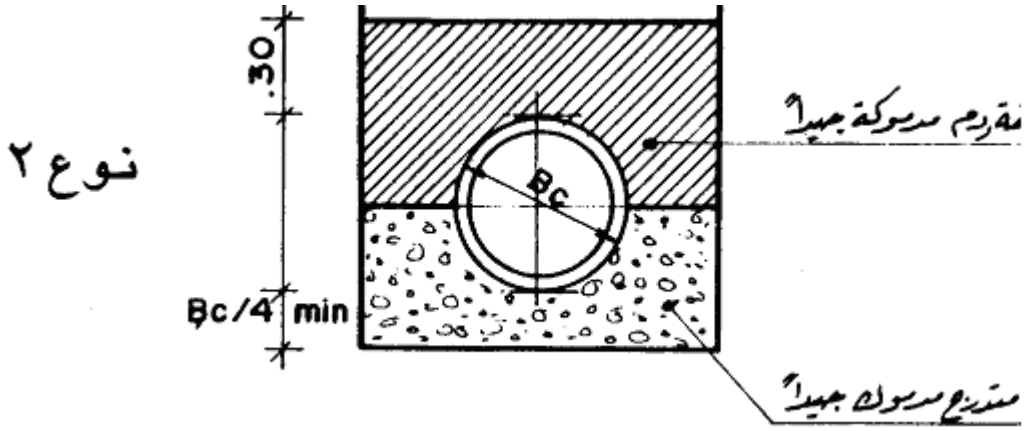
شكل رقم (٨-١٥) تفاصيل خندق المواسير- وسادة خرسانية



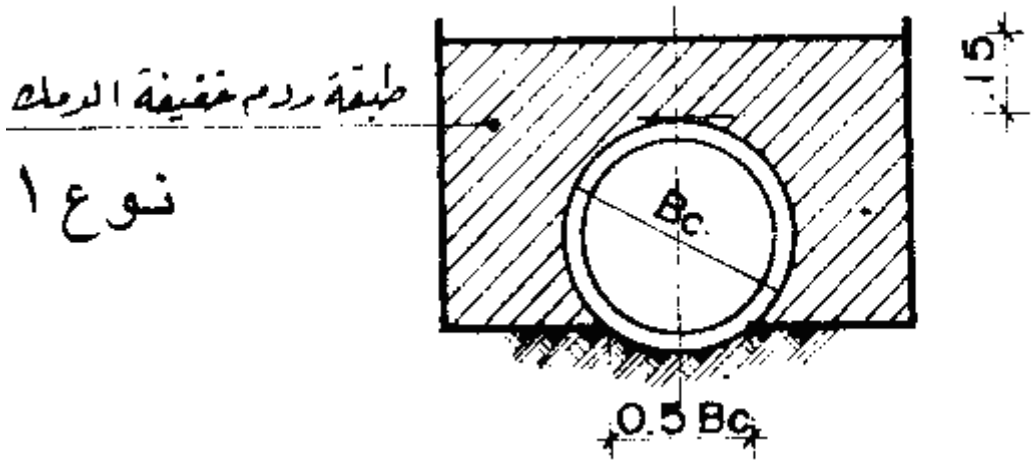
شكل رقم (٨-١٦) تفاصيل خندق المواسير - عقد خرساني



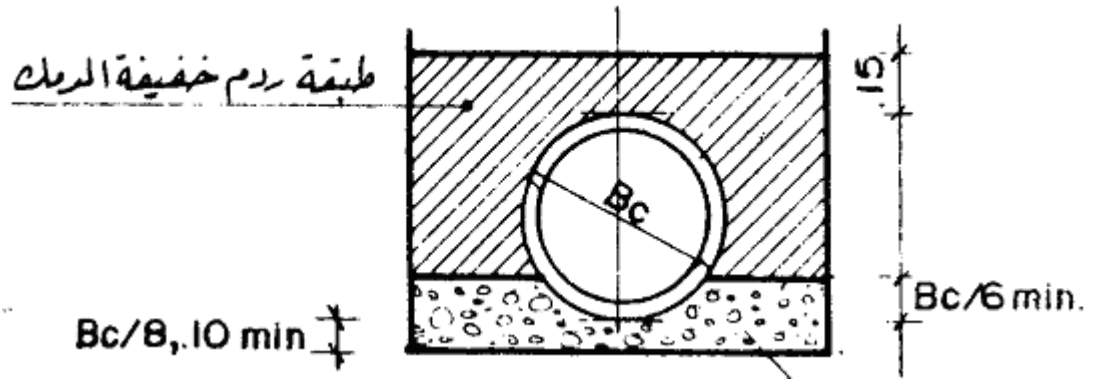
شكل رقم (٨-١٧) تشكيل قاع الخندق على شكل دائرى من ركام ناعم جيد التدرج



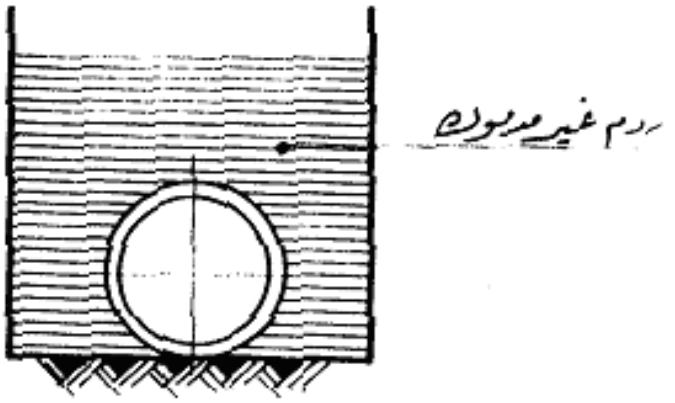
شكل رقم (٨-١٨) التأسيس على طبقة من ركام متدرج مدكوك جيدا



شكل رقم (٨-١٩) تشكيل قاع الخندق على شكل دائرى وتوضع عليه الماسورة مباشرة



شكل رقم (٨-٢٠) التأسيس على طبقة من الركام المتدرج جيد ويدمك جيدا مع ردم خفيف الدمك



شكل رقم (٨-٢١) يتم وضع الماسورة على قاع الخندق المستوى مباشرة

٨-٦-٢ التأسيس فى حالة الردم على ماسورة صلبة موضوعه على سطح التربة الطبيعية أو خندق عريض

وهناك ثلاث حالات : الحالة الأولى : السطح العلوى للماسورة أعلى من مستوى سطح التربة (Positive Projecting Conduits)

ويعتمد حالة الحمل فى هذه الحالة على درجة التأسيس للماسورة وضغط التربة الجانبى على الماسورة ومساحة الماسورة التى يؤثر عليها ضغط التربة.

وتطبق المعادلة الآتية لحساب معامل الحمل"L_f"

$$L_f = A/(N - xq) \qquad (٨-١٣)$$

حيث :

L_f : معامل الحمل (ليس له وحدات)

A : معامل شكل مقطع الماسورة (ليس له وحدات)

N : معامل تأسيس الماسورة ليس له وحدات

x : معامل يعتمد على المساحة التى يؤثر عليها الضغط الجانبى للتربة (ليس له وحدات)

q : النسبة بين الضغط الجانبى للتربة الى الحمل الراسي الكلى للتربة (ليس لها وحدات)

وقيمة المعامل (A) تكون (١.٤٣) فى حالة المواسير الدائرية .

ويمكن تحديد قيمة معامل التأسيس (N) من الجدول (٤-٥)

جدول رقم (٨-٥) قيم معامل تأسيس الماسورة N

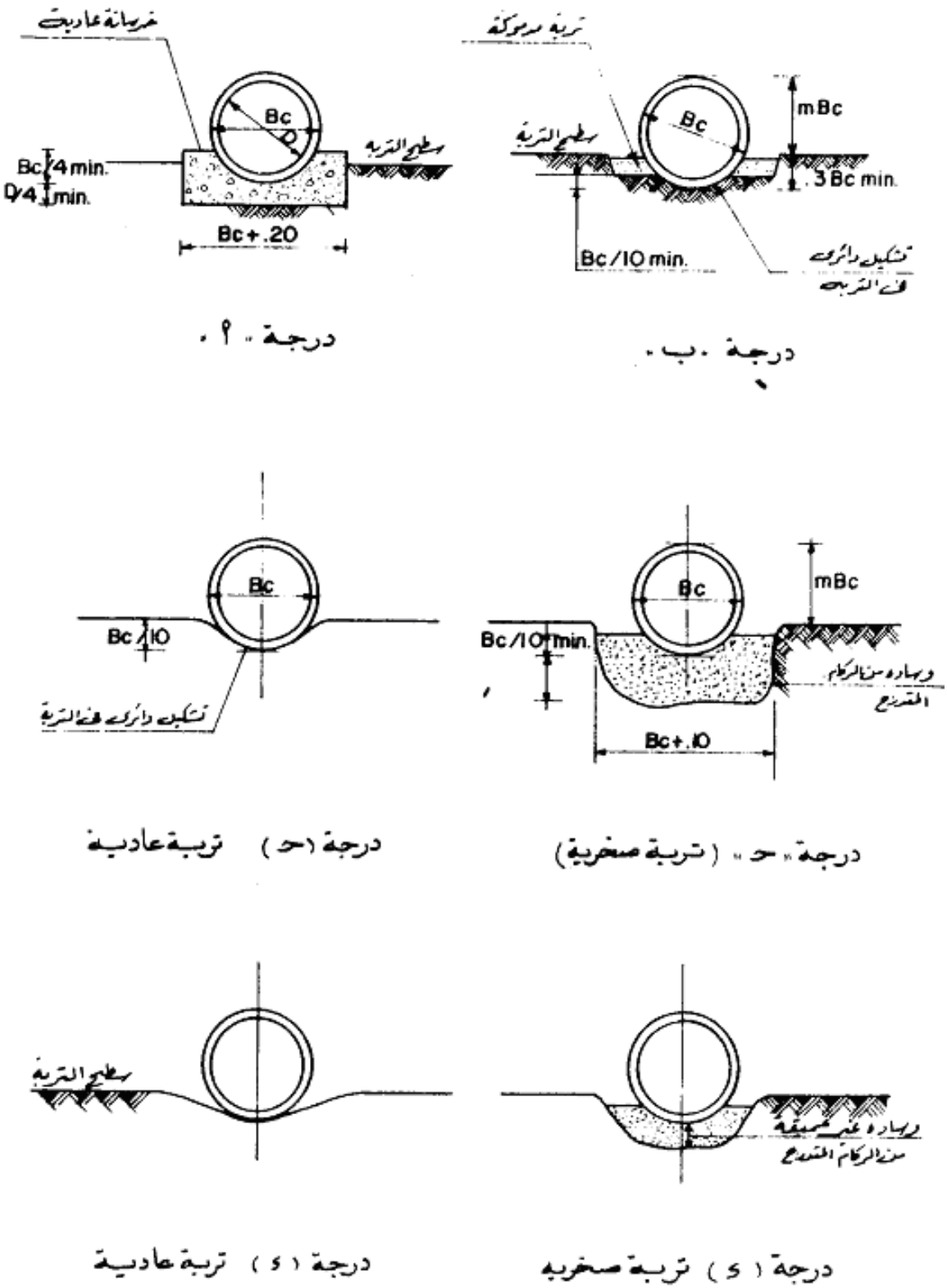
Class of Bedding	Value of N Pipe shape : Circular
A(reinforced cradle)	0.421 to 0.505
A(Unreinforced cradle)	0.505 to 0.636
B	0.707
C	0.840
D	1.310

ويمكن تحديد قيمة المعامل (x) من الجدول رقم (٨-٦)

جدول (٨-٦) قيم x

Fraction of pipe subjected to lateral pressure	Value of x	
	Class A Bedding Circular pipe	Other than class A bedding 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 والموضحة بالشكل رقم (٨-٢٢) تبين درجات التأسيس المختلفة أ ، ب، ج ، د



درجة «أ» — درجة «ب»

درجة «حـ» تربة عادية — درجة «حـ» (تربة صخرية)

درجة (ء) تربة عادية — درجة (ء) تربة صخرية

شكل رقم (٨-٢٢) درجات التأسيس لمختلف أنواع التربة

وتحسب قيمة q من المعادلة الآتية:

$$q = \frac{mk}{C_c}\left\{\frac{H}{B} + \frac{m}{2}\right\} \qquad (١٤-٨)$$

حيث :

q : النسبة بين الضغط الجانبى الكلى للتربة الى الرأسى الكلى للتربة

M : نسبة الجزء الطولى للماسورة المعرضة لضغط جانبى الى القطر

B_c : القطر الخارجى للماسورة (م)

H : عمق الماسورة من السطح العلوى للماسورة وحتى سطح التربة الطبيعى (م).

K : نسبة الضغط الجانبى الى الضغط الرأسى وتأخذ ٠.٣٣ فى كل الحالات : Cc

C_c : معامل الوزن (ليس له وحدات) وهذا المعامل يتم تعيين من الشكل السابق رقم (٨-٨)

الحالة الثانية : السطح العلوى للماسورة أقل من أو يتساوى مع مستوى سطح التربة وفى هذه الحالة يتم حساب معامل الحمل كما فى حالة الخندق وذلك لدرجات التأسيس المختلفة.

٨-٧ الأساس للمواسير المرنة (Flexible Pipes Bedding)

مقاومة المواسير المرنة للأحمال الخارجية تنتج من مقاومة جسم الماسورة بالإضافة الى مقاومة ضغط التربة السلبى (Passive) الناتج من انبعاج جسم الماسورة وحركة جوانبها فى اتجاه التربة ويكون انهيار الماسورة ناتج من انبعاج وحدوث انهيار فى الجدار.

وبالتالى فعند تصميم المواسير المرنة يؤخذ فى الاعتبار مصادر انبعاج الماسورة تحت تأثير الأحمال الخارجية . ويؤخذ فى الاعتبار مقدار الانبعاج ويساوى ٥% من القطر الأسمى للماسورة.

والمعادلة الآتية تعطى طريقة حساب الانبعاج تحت تأثير وزن التربة.

$$\Delta X = D_e \frac{KW_c r^3}{E\,I + 00.061\ E`r^3} \qquad (١٥-٨)$$

حيث :

ΔX : الانبعاج الرأسى والأفقى لمقطع الماسورة (م)

De : معامل الانبعاج (ليس له وحدات)

K : ثابت التأسيس (ليس له وحدات)

Wc : الوزن الرأسى على الماسورة (كجم/م)

r : نصف القطر المتوسط (م)

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

I : عزم الذاتى لوحدة الطول لمقطع الماسورة (م٤ / م)

E` : معامل رد فعل التربة (كجم/ م٢) (E` = er)

e : معامل مقاومة التربة السلبى (passive) (كجم / م٣/م)

معامل الانبعاج (D_e) يعبر عن مقدار الانبعاج المستمر فى الماسورة عند تحميلها لفترة زمنية معينة وتؤخذ قيمته (١.٢٥ – ١.٥٠)

- ثابت التأسيس (k) يتوقف على الدرجة المحصورة للجزء المدفون والجدول رقم (٨-٧) يعطى هذه القيم.
- قيمة معامل مقاومة التربة (passive) (e) تتأثر عكسيا بتغيير قطر الماسورة لكل نوع عند درجة دمك ثابتة حيث إن قيمة عامل رد فعل التربة (E`) ثابت لنوع التربة الواحدة.

ومن التجارب على عدد محدود من المواسير تم استنتاج قيم (E`) وهذه القيم تتراوح بين ١٧كجم / سم حتى ٥٦٠/ سم٢ وذلك فى حالة تربة رملية طينية غير مدكوكة وتربة من كسر الحجارة مدكوكة لأقصى درجة . وفى حالات أخرى تراوحت بين (٣٥-٩٣/كجم/م٢) ويتم قيمة (E1) من الاختبار المعملى وهو اختبار اللوحين المتوازين حيث يتم تعيين قيمة جساءة الماسورة (Pipe stiffness) (P S) كجم/سم٢.

$$PS = F / \Delta y \qquad (١٦-٨)$$

حيث :

F : الحمل عند حدوث انبعاج (Δy) يساوى القطر لكل ١سم من طول قطعة الاختبار.

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

$$El = 0.149\ r^3\ (PS) \qquad (١٧-٨)$$

وذلك طبقا للمواصفات القياسية المصرية .

وفى حالة عدم إجراء الاختبار تأخذ قيمة (PS) من المواصفات الخاصة بنوعية المواسير ، وعلى سبيل المثال فى حالة المواسير البوليستر تأخذ

$$PS = 0.63 \text{ kg/cm}^2 \qquad (٨-١٨)$$

جدول رقم (٨-٧) قيم ثابت التأسيس (k)

Bedding Angle (deg)	K	Bedding Angle (deg)	K
0	1.110	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 (٨-٨) يعطى قيمة المعامل (E`) حسب درجة الدمك .

ومما سبق يمكن تلخيص طريقة تصميم الأساس للمواسير المرنة كما يلى :

١- يحدد قطر الماسورة ومنها ويحسب نصف القطر (r).

٢- حساب عزم القصور الذاتى لمقطع الماسورة(I) .

٣- يعين معامل المرونة (E) لجسم الماسورة .

٤- يتم تعين ثوابت معامل الانبعاج.

٤-١- معامل الانبعاج (D_e).

٤-٢- ثابت التأسيس (K)

٥- يفرض قيمة الانبعاج (ΔX) يساوى ٥% من قطر الماسورة .

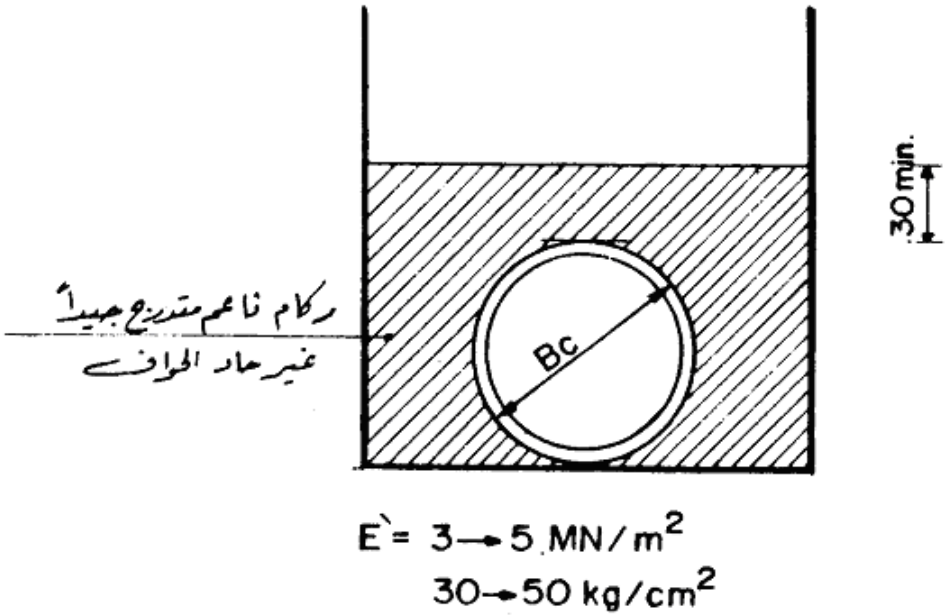
٦- يعوض بالقيم السابقة فى معادلة الانبعاج فيعين قيمة المعامل رد فعل التربة .

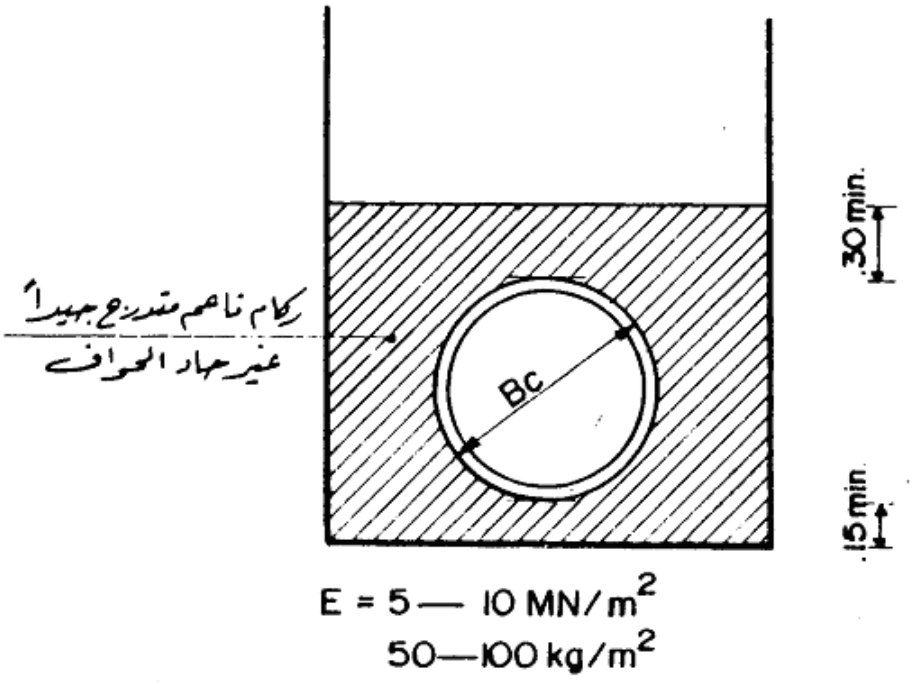
٧- من قيمة (E`) معامل رد فعل التربة يتم اختيار درجة الدمك لمادة الردم حول الماسورة. جـدول (٨-٨).

جدول (٨-٨) 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%

(حالة الدمك اليدوى) 65%	21
(حالة الدمك الميكانيكى) 90%	49





شكل رقم (٨-٢٣) تفاصيل الردم حول المواسير بركام ناعم

الفصل التاسع

الدراسات الميدانية اللازمة قبل تنفيذ مشروعات تجميع مياه الصرف الصحى

٩-١ مقدمة

إن الهدف الأساسى من تجميع ومعالجة مياه الصرف الصحى هو حماية الأنسان من الإصابة بالعديد من الأمراض، وأيضا الحفاظ على البيئة من التلوث.

ويمكن تقسيم الأعمال المتعلقة بنظام الصرف الصحى إلى ثلاث مجموعات رئيسية، هى أعمال التجميع، وأعمال المعالجة، وأعمال التخلص. وتعنى أعمال التجميع بتجميع ونقل مياه الصرف الصحى الناتجة من المناطق العمرانية وحتى محطات المعالجة. فى حين تعنى أعمال المعالجة بمعالجة وتطهير مياه الصرف الصحى فى محطات المعالجة للحصول على مياه صرف صحى تمت معالجتها وملائمة من النواحى الصحية والبيئية. أما أعمال التخلص فتهتم بعمليات صرف نواتج المعالجة من مياه أو حمأة بما يحقق الأمن والسلامة الضروريين للحفاظ على أتزان البيئة.

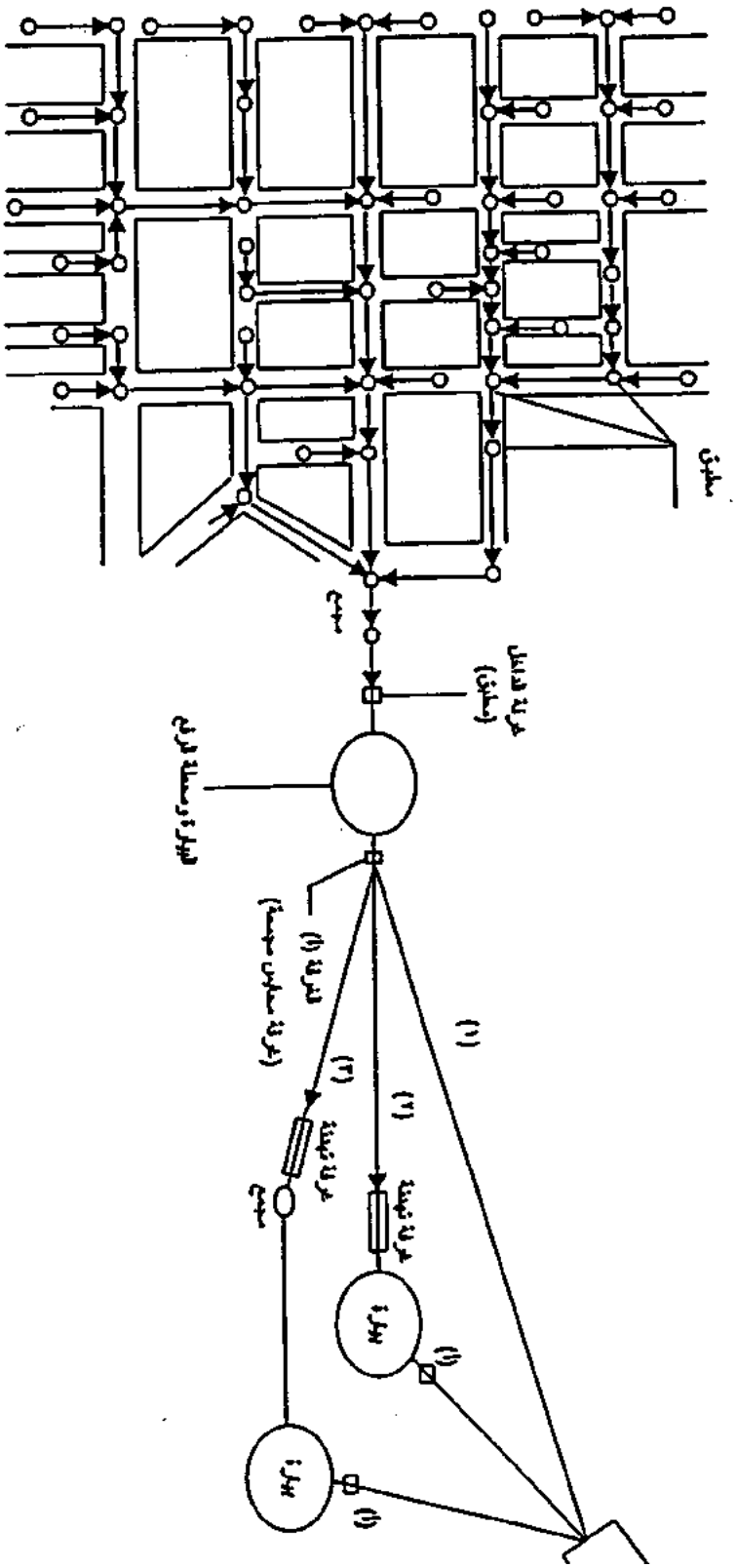
وبالتالى يمكن القول بأن منظومة الصرف الصحى تتكون من الأعمال التالية :

- خطوط الأنحدار لتجميع مياه الصرف الصحى(Sewerage System) وملحقاتها.
- غرفة (مطبق) الداخل لبيارة محطة الرفع (Inlet Manhole) وملحقاتها.
- البيارة ومحطة الرفع بما فيها من طلمبات ضخ مياه الصرف الصحى الخام (Rising Pump Station) وملحقاتها.
- خطوط الطرد (Force Mains) والتى تصب فى نهايتها بغرفة التهدئة وملحقاتها.
- محطة المعالجة (Waste Water Treatment Plant) بوحداتها المختلفة.

ويوضح الشكل رقم (٩-١) منظومة تجميع مياه الصرف الصحى.

٩-١-١ شبكة خطوط مواسير الأنحدار

تتجمع مياه المخلفات السائلة المنزلية (الصرف الصحى) والمخلفات السائلة الصناعية ومياه الأمطار فى خطوط مواسير الأنحدار الفرعية الأقل قطرا والتى تخدم الشوارع الصغيرة وتسمى هذه الخطوط بالفرعيات والتى بدورها



الشكل رقم (٩-١) منظومة تجميع مياه الصرف الصحى.

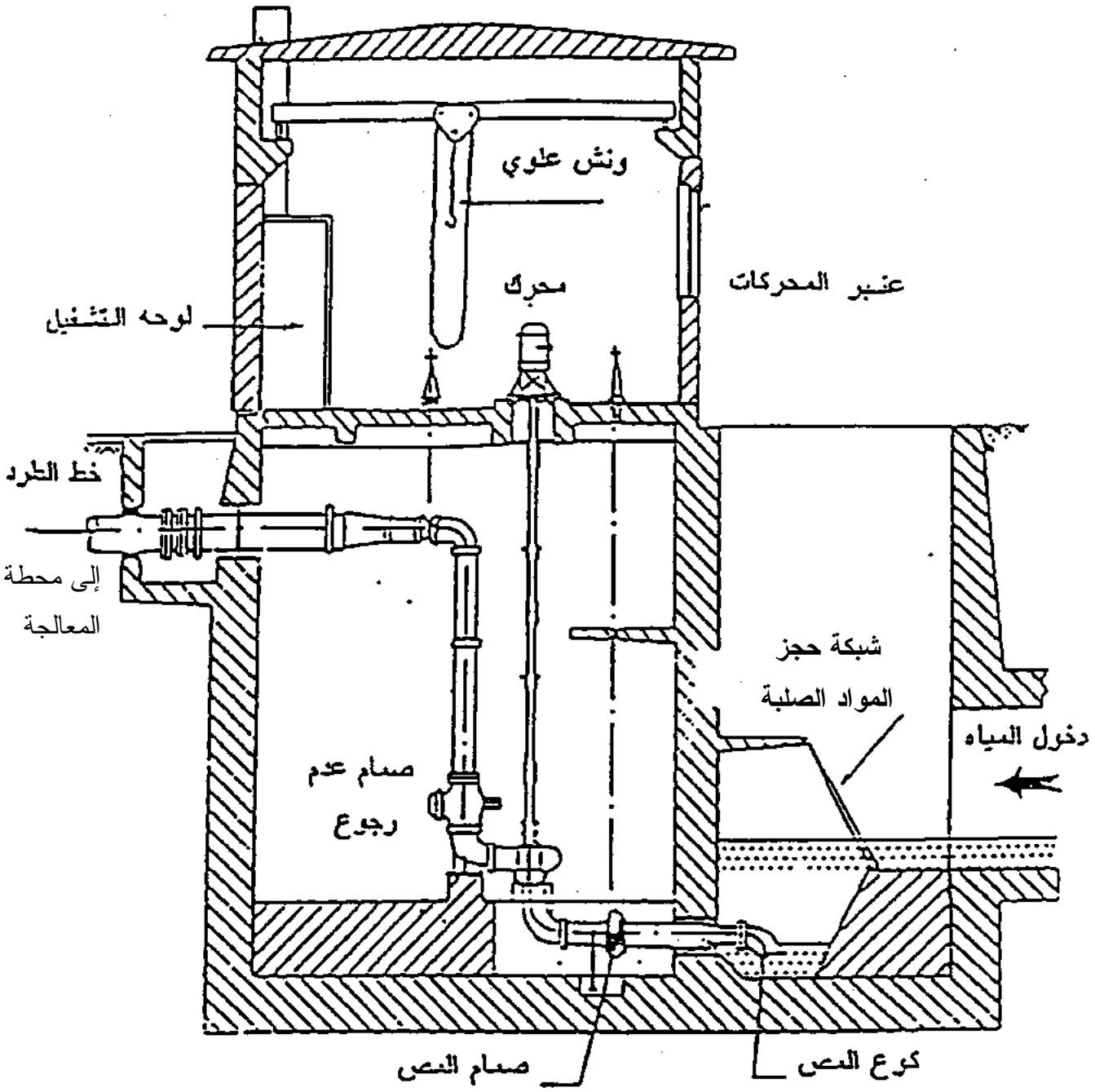
تصب هذه الفرعيات فى خط بقطر أكبر عن طريق غرفة التفتيش (المطبق) الذى يستوعب جميع هذه التصرفات ويصب هذا الخط (ومجموعة مماثلة) فى خط أكبر وهكذا حتى ينتهى إلى خط كبير يسمى مجمع الصرف الصحى، يكون بعمق كبير يصل فى بعض الأحوال إلى ٨.٠٠ م ويكون بقطر يصل إلى ٣٠٠ مم. ولايمكن عمليا الأستمرار فى عمل مجمعات أكبر أو بأعماق أكبر حيث أن ذلك غير أقتصادى ويستحيل التنفيذ عمليا. وفى هذه الحالة تنفذ المجمعات بطريقة النفاق وتصب المياه فى فرعة الداخل (آخر فرعة فى الخط وقبل بيارة السحب) إلى غرفة (مطبق) الداخل.

٩-١-٢ غرفة (مطبق) الداخل

وهى عبارة عن غرفة خرسانية مسلحة بها بوابات من الزهر لحجز مياه الصرف الصحى الداخلة إلى البيارة وذلك بغرض صيانة ونظافة البيارة – وقت الليل – عندما يكون التصرف اقل ما يمكن ويتم تركيب صمام حاجز على الخط إذا كان بقطر أقل من ١٥٠٠ مم بدلا من البوابات، ويركب على فرعة الداخل التى تكون فى هذه الحالة من مواسير زهر مرن.

٩-١-٣ البيارة ومحطة الرفع والضخ

تكون فى نهاية شبكة التجميع ويفضل أن تكون أوطى مكان بالحى أو المنطقة. وتتكون من خزان ارضى وغرفة محركات، تكون البيارة ذات مقاسات مناسبة لأستيعاب التصرفات الواردة. يتم أختيار الطلمبات لرفع المياه الواردة، مع تزويد هذه الطلمبات بعدد مماثل (أحتياطى) للطلمبات السابقة، وذلك لأعمال الصيانة والعمرات أو الأعطال. تزود هذه المحركات بطاقة كهربية من المدينة مع عمل محطة توليد احتياطية قادرة على التشغيل وقت أنقطاع التيار. يمكن لوحدات توليد الكهرباء أن تكون نقالى (محطات صغيرة) أو محطات توليد عملاقة فى حالة المحطات الرئيسية. وتوضع شبكة معدنية أمام دخول المياه للبيارة لتنقية أى مواد عالقة بالمياه كما يوجد (مشط) كهربائى لجرف ما يعلق على الشبكة وتجميعة ثم نقلة إلى المقالب العمومية. ويوضح الشكل رقم (٩-٢) بيارة تجميع مياه الصرف الصحى وعنبر المحركات.



١- بيارة تجميع مياه الصرف الصحى الخام (البيارة المبتلة)

٢- عنبر طلمبات الضخ (الرفع) البيارة الجافة

٣- عنبر المحركات والأجهزة الكهربية

٤- غرفة محابس الخروج

الشكل رقم (٩-٢) بيارة تجميع مياه الصرف الصحى وعنابر الضخ والمحركات.

٩-١-٤ خطوط الطرد

تقوم الطلمبات برفع وضخ مياه الصرف الصحى فى خط الطرد الذى يوصلها غلى محطة المعالجة. ويجب أختيار المواسير من مادة مقاومة لمياه وغازات الصرف الصحى بالأضافة إلى ضغط هذه المياه الملوثة. وينشا على خط هذه المواسير (خط الطرد) غرف خرسانية يركب بها صمامات للتحكم فى التصرف (حجز) وصمامات لتسريب الهواء وصمامات لتفريغ مياه الصرف الصحى إذا لزم الأمر وكذلك صمامات أمان (للتحكم في المطرقة المائية) وصمامات عدم رجوع.

٩-١-٥ محطة المعالجة

تقوم هذه المحطة بمعالجة مياه الصرف الصحى الخام وحجز ما بها من المواد الطافية والعالقة والذائبة (العضوية وغير العضوية) وذلك بعد معالجتها إبتدائيا وبيولوجيا بالأضافة إلى تعقيم المياه المعالجة الخارجة بحيث تكون مستوفاة للشروط الصحية وسلامة البيئة، وتنفيذ جميع هذه النقاط خارج نطاق هذا الكتاب.

٩-١-٦ أنواع شبكات التجميع بالأنحدار

يمكن تقسيم شبكات التجميع بالأنحدار إلى ثلاثة أنواع :

أ- شبكات تجميع مياه الصرف الصحى فقط.

ب-شبكات تجميع مياه الأمطار فقط.

ج- الشبكات المشتركة لتجميع لمياه الصرف الصحى ومياه الأمطار.

أ- شبكات الأنحدار لتجميع مياه الصرف الصحى

وهى الشبكات التى تقوم بتجميع وننقل مياه الصرف الصحى الناتجة عن الأستخدامات المنزلية والآدمية ومختلف المنشآت العامة والتجارية الأخرى، والمياه الملوثة المختلفة من الأنشطة الصناعية، وتوصيلها إلى محطة المعالجة حيث تتم معالجتها قبل التخلص منها.

ب- شبكات الأنحدار لتجميع مياه الأمطار

هذا النوع من الشبكات نادرا ما يتم أنشاؤة فى جمهورية مصر العربية، فالطبيعة لدينا لاتتيح للمطر السقوط بغزارة إلا أياما معدودة طوال العام.

ج- الشبكات المشتركة لتجميع لمياه الصرف الصحى ومياه الأمطار

يجمع هذا النوع بين وظيفة نقل مياه الصرف الصحى الخام ووظيفة نقل مياه الأمطار من أماكن تجمعها، ويصلح هذا للمدن الكبيرة فى مصر. وفى حالة أستخدام هذا النوع من الشبكات ينبغى ملاحظة التصرفات المرتفعة فى الأيام المطيرة، التى قد تفوق فى بعض الأحيان طاقة المحطات على معالجتها. وفى هذه الحالة يتطلب الأمر صرفها (أو جزء منها) دون معالجة. والمطر ليس هو المسئول الوحيد عن التصرفات الكبيرة فى بعض الأيام، ولكن هناك عامل شديد التأثير فى هذا الصدد، وهو أرتفاع منسوب المياه الجوفية بحيث تغمر مستوى الشبكة. ففى هذه الحالة، وعندما لاتتمتع الشبكة بالقدر اللازم من الأحكام (بمعنى أنتشار الشروخ أو الثقوب وعدم أحكام وصلات المواسير وخلافة) تتسرب المياه الجوفية غلى داخل المواسير وتسهم بدورها فى زيادة التصرفات الواردة إلى محطة المعالجة. لذلك فمن الضرورى التأكد من سلامة الشبكة واحكامها فى حالات أرتفاع المياه الجوفية.

وتوضع مواسير مياه الصرف الصحى عادة عند تركيبها بميل يسمح بإتاحة الفرصة لمياه الصرف الصحى بالسريان بسرعة تقترب من ٠.٥ إلى ١.٥ م/ث. ومفهوم أنة يتم تصميم الشبكات لتسمح لمياه الصرف الصحى أن تمر بسرعة مناسبة فلا تصبح بطيئة بالقدر الذى يتيح للمواد الصلبة أن تترسب، وأيضا لاتتخطى سرعتها حدودا معينة حتى لاتؤثر على الشبكات مسببة لها التآكل السريع.

وسريان مياه الصرف الصحى بالسرعة المشار إليها عادة ما يمنع ترسب المواد الصلبة فى خطوط المواسير، حيث أن ترسبها يؤدى إلى إعاقة سريان المياه. وقد يصل الأمر إلى حد منع المياه تماما من المرور فى المواسير، وبالتإلى يتيح الفرصة أمام النشاط البكتيرى غير الهوائى المنتج للعفونة مع طول فترة بقاء مياه الصرف الصحى فى خطوط المواسير.

ومن أجل تيسير أعمال صيانة خطوط المواسير ونظافتها توضع المطابق الخاصة بالشبكة على أبعاد تتناسب مع قطر المواسير.

٩-٢ إستكشاف والتعرف على مواقع التمديدات التحت أرضية

قبل بداية تنفيذ اى من مشروعات تجميع مياه الصرف الصحى، يجب إجراء الدراسات الميدانية والأبحاث الهندسية، وكذلك التعرف على موقع المشروع كما يلى :

١. التعرف على مواقع البنية الأساسية تحت سطح الارض (كابلات التليفون والكهرباء – خطوط مواسير المياه وخطوط مواسير الصرف الصحى وخطوط مواسير الغاز الطبيعى).

٢. عمل ابحاث جيوتكنيكة لمناطق المشروع وتشمل هذه على مايلى:

أ – مراقبة مناسيب المياه الجوفية للمشروع طوال مدة التنفيذ.

ب – تصميم واختيار الطريقة المناسبة لنزح المياه الجوفية.

ج – تصميم واختيار نظم صلب جوانب الحفر.

٣. عمل الابحاث الميدانية على المبانى المجاورة وعمل تقارير فنية عنها (مدعمة بالصور الفتوغرافية) من حيث: حالة المبنى الانشائية – وجود شروخ – وجود هبوط).

٤. عمل نقاط مراقبة الهبوط للمبانى المجاورة لمكان العمل.

يقوم المهندس بالاتصال بالمجلس المحلى بالمنطقة التابع لها المشروع للدعوة إلى الاجتماع مع مسئولى البنية الأساسية (المرافق العامة) لهذه المنطقة كما يلى :

١) شركة توزيع الكهرباء – ومحطات توليد الطاقة الكهربائية.
٢) شركة الإتصالات الهاتفية (الأرضية).
٣) شركة مياه الشرب.
٤) شركة الصرف الصحى.
٥) انابيب البترول.
٦) انابيب الغاز الطبيعى.
٧) خطوط السكك الحديدية.
٨) خطوط المترو والترام.
٩) الأنفاق.
١٠) أدارة المرور لتنظيم المرور أثناء تنفيذ المشروع.
١١) القوات المسلحة – سلاح الاشارة.

يقوم مهندس المشروع بتسليم مندوب كل مرفق صورة من الرسومات الموضح بها مسارات خطوط المواسير المقرر تنفيذها. يقوم هؤلاء المندوبين بتوقيع مسارات المرافق الخاصة وإعتمادها ويتم ذلك على هذه الخرائط ثم اعادة تسليمها للمهندس.

كما أن هناك مراكز للمعلومات تم انشاؤها بالمدن الكبيرة لهذا الغرض حيث تقوم بتسليم مهندس المشروع الخرائط اللازمة للمرافق فى المنطقة المطلوبة.

وبنصح – اضافة لما سبق – بعمل حفر استكشافيه على مسار ١٠٠-١٥٠ متر وعند التقاطعات. تكون هذه الجسات بعمق مناسب (٢متر – ٣ متر) وعمودية على مسار الخط (يتم الحفر يدويا) – يتم رسم قطاع الجسه مع بيان الأبعاد الهندسية للمرافق عن حدود المبانى وعمقها من سطح الشارع وكما هو موضح بالشكل رقم (٩-٣).

من واقع القطاعات المأخوذة لهذه الجسات – مما يؤدى إلى اختبار المسار الامثل لخطوط المواسير الجديدة كما ينصح بطلب تواجد مندوبا من كل مرفق فى موقع العمل للمعاونة فى تحديد المسارات والاشراف على تأمينها اثناء العمل.

٩-٣ المعلومات والدراسات الجيوتكنيكية Geotechnical Information

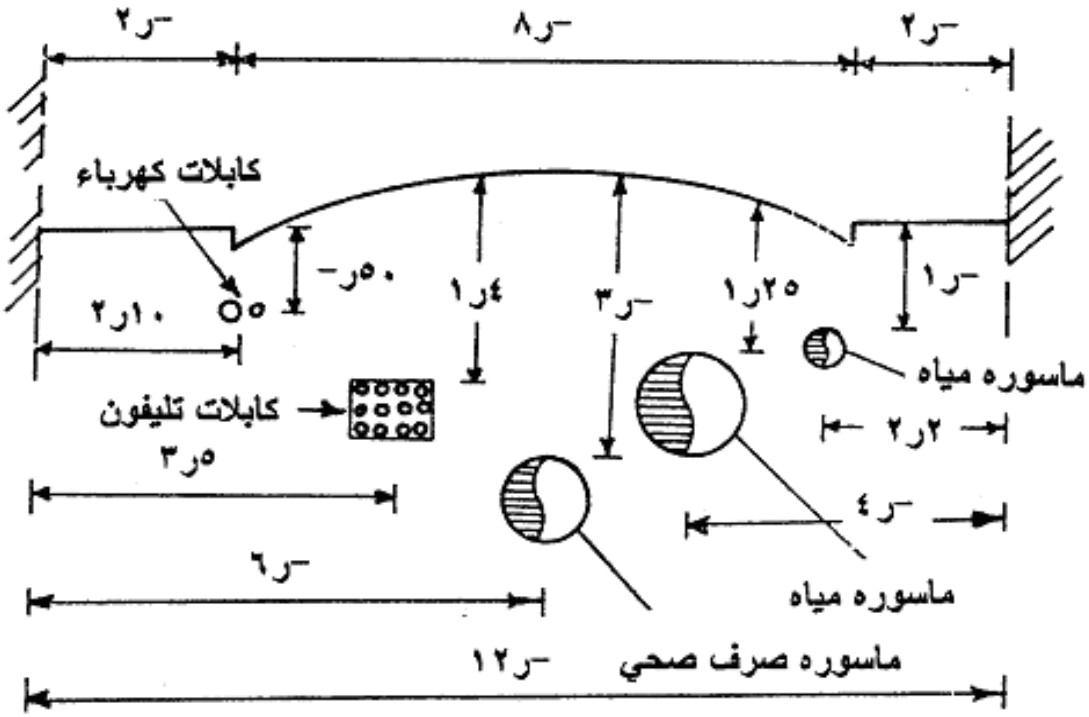
يمكن الحصول على المعلومات الجيوتكنيكية عن موقع المشروع بعد أجراء الدراسات التالية :

٩-٣-١. مراقبة مناسيب المياه الجوفية فى موقع العمل وتسجيل هذه القراءات يوميا:

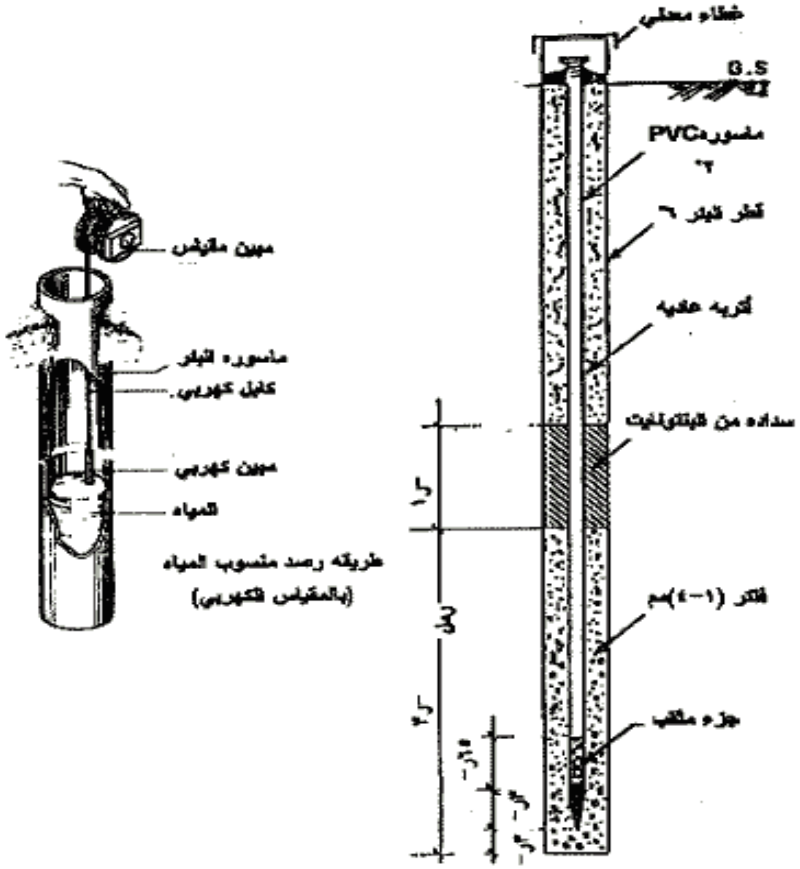
تتم هذه العملية عن طريق دق آبار ملاحظة Pizometers فى مكان العمل وكما هو موضح بالشكل رقم (٩-٤) علما بأن المسافة بين البيزومترات محددة بالجدول رقم (٩-١)

جدول (٩-١) العلاقة بين منسوب المياه الجوفية وأقصى مسافة بين البيزومترات

منسوب الحفر بالنسبة لمنسوب المياه الارضية	اقصى مسافة بين البيزومترات
٢/١ متر أعلى من منسوب المياه	٢٥٠ متر
١.٥ متر اوطى إلى منسوب المياه	١٠٠ متر
١.٥ إلى ٤ متر اوطى إلى منسوب المياه	٥٠ متر
اكثر من ٤ متر اوطى من منسوب المياه	٢٥ متر



شكل رقم (٩-٣) جسة عرضية لبيان مواقع البنية الأساسية الموجودة تحت الأرض



شكل رقم (٩-٤) تفاصيل آبار الملاحظة (البيزومتر)

٩-٣-٢. تصميم واختيار الطريقة المناسبة لنزح مياه الرشح

يقوم المقاول بعمل التصميم اللازم لخفض مياه الشرح بالموقع واعتماده من المهندس الاستشارى المشرف على المشروع. واكثر الطرق استخداما لمقاومة او خفض مياه الرشح هى:

الطريقة الأولى : النزح السطحى بالطلمبات السطحية Surface pumping.

الطريقة الثانية : النزح بواسطة نظام الآبار الابرية Well point system

الطريقة الثالثة : الآبار العميقة deep Wells

الطريقة الرابعة : حقن التربة Soil injection

٩-٣-٣. تصميم واختيار نظم صلب جوانب الحفر:

يقدم المقاول دراسة والتصميم لنظام صلب جوانب الحفر المناسب، بحيث يكون قويا وآمنا لسلامة العاملين وسلامة المنشآت المجاورة.

٩-٤ عمل الابحاث الميدانية على المبانى المجاورة

يتم عمل معاينة فاحصة ودقيقة للمنشآت المجاورة لمنطقة العمل. وقد جرى العرف على تقدير هذه المسافة ب١٥ متر إلى جانبى خطوط المواسير ومسافة ٥٠ متر (من كل اتجاه) للمشروعات التى تستخدم مجموعة من الابار العميقة المتجاورة لخفض الرشح.

تتم هذه الدراسة بواسطة مكاتب أستشارية متخصصة. تقوم هذه المكاتب بفحص المبانى وكتابة تقرير فنى عن كل مبنى من حيث الحالة الانشائية (قديم ام حديث) بالاضافة إلى معاينة كل اجزاء المبنى وكل الغرف وتصوير اى شروخ ظاهرة (تستخدم الالات التصوير التى تظهر التاريخ فى اسفل الصورة) كما تبين موقع العقار – اسم المالك – عدد الادوار – اسم المستأجر...).

ويفضل عمل شريحة من الجبس عمودية على الشرخ – طولها ١٥سم وعرضها سم وسمكها ٢ سم. تراقب هذه الشرائح دوريا اثناء سير العمل. فى حالة ظهور شرح على شريحة الجبس دل ذلك على وجود هبوط بالمبنى وان هذا الهبوط مستمر ويجب اخذ الاحتياطات الفورية اللازمة لتلافى اية اضرار للمبنى.

بعد نهو التقرير المدعم بالصور ويتم تقديم نسخة من هذا التقرير إلى الجهات الرسمية قبل بدأ العمل.

بعد انتهاء العمل – وفى حالة وجود اية شكاوى من المواطنين بسبب اى شروخ ظهرت بعد نهو العمل، فيمكن الرجوع إلى التقرير الفنى والاطلاع على الصور وتقرير سبب هذه الشروخ.

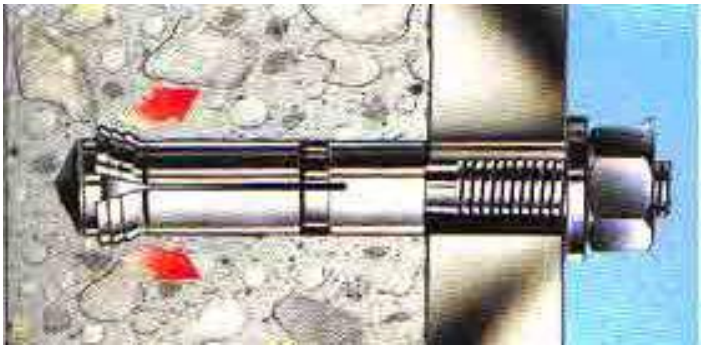
٩-٥ نقاط مراقبة الهبوط للمبانى:

تتم معاينة المبانى المجاورة للمشروع معنية فنية ودقيقة. من المعاينة يمكن استخلاص النتائج الاتية:

١) حالة المبنى: قديم او حديث – هل الاساسات سطحية او عميقة.

٢) تواجد شروخ بالمبنى؟ ما شكل هذه الشروخ: افقية راسية او قطرية؟ من حالة المبنى وجود شروخ ام لا – يمكن تقرير احتمال تأثير هذا المبنى من الحفر أو نزح المياه المجاور.

يتم دق خوابير من الصلب فى الاعمدة المسلحة لواجهة المبنى (عند اول الواجهة وعند آخرها) وعلى ارتفاع بعيد عن متناول الافراد مع التثبيت الجيد كما هو موضح بالشكل رقم (٩-٥). تؤخذ مناسيب هذه الخوابير قبل البدء فى التنفيذ بكل دقة وتسجل فى سجل خاص. تؤخذ قرائتين لكل خابور – بين كل قراءة ٢٤ ساعة للحصول على القراءة المبدئية. تسلم نسخة من هذه القراءات إلى الاستشارى المشرف على المشروع. عند بدأ التنفيذ – وعندما تجاور اعمال الحفر ونزح المياه المبانى السكنية – تؤخذ القراءات مرتين يوميا على الاقل (فى الصباح وعند العصر).



شكل (٩-٥)

مسمار صلب يدق أول وآخر واجهة المبني

فى حالة اختلاف المناسيب المأخوذة عن المناسيب الاولية دل ذلك على وجود هبوط فى المبنى ويجب الاسراع بعمل الاحتياطات اللازمة لاحتواء هذه المشكلة.

وفى بعض الحالات وخاصة الأعمال المجاورة للمبانى الضعيفة يوصى بترك صلبات الحفر وعدم نزعها مع الردم على طبقات مع الرش والدك الجيد.

٩-٦ أستكمال البيانات الفنية للموقع

عند صدور التعليمات بتنفيذ احد مشروعات مواسير تجميع مياه الصرف الصحى لابد من استكمال البيانات التالية حتى يمكن البدء فى تنفيذ المشروع وتشمل:

١) المرور على مسارات خطوط المواسير للتحقق من عدم وجود عوائق ظاهرية والتنسيق مع المرافق الاخرى وتعديل المسار على ضوء ما يكتشف من المعاينة الميدانية.

٢) تحديد مواقع الجسات السابق عملها لاغراض التصميم على مسارات الخطوط ودراسة نتائج تحليلها ويجب على مهندس التنفيذ فى حالة ظهور نوعية من التربة اثناء الحفر لم تكشفها الجسات الرجوع إلى الجهات المختصة لتحديد ما يجب اتخاذه من اجراءات لضمان سلامة المواسير.

٣) يتم عمل جسات فى اتجاه عمودى على المسار عند الحاجة.

٤) تحديد اماكن العدايات سواء للسكك الحديدية او الطرق او المجارى المائية (الترعة والمصارف الزراعية) او خلافة.

٥) التأكد من صدور التصاريخ اللازم استخراجها من الجهات الرسمية المختصة.

٦) تحديد اماكن تشوين المواسير وطرق سير معدات التركيب ووسيلة الاختبار.

٧) التنسيق بين مقاول العملية والجهة المالكة للمشروع لتحديد الاختصاصات الادارية.

٨) يقوم مهندس التنفيذ بدراسة المستندات التنفيذية للمشروع وعمل مراجعة للوقوف على مدى مطابقتها للتنفيذ ومراجعة الرسومات التفصيلية التنفيذية المعدة بمعرفة المقاول.

٩) التفتيش على المواسير ظاهريا للتأكد من عدم تعرضها لاضرار نتيجة النقل مع مراجعة شهادات الاختبار المعتمدة من الجهات المعنية سواء المواسير او المحابس او القطع الخاصة او الاغطية او السلالم..... الخ.

٩-٧ اعمال التجهيز لتنفيذ شبكات تجميع الصرف الصحى

بعد التأكد من البيانات السابقة تبدأ اعمال التجهيز للتنفيذ للرجوع اليها.

١) مراجعة مواقع الروبيرات الاساسية الموضحة بالرسومات التصميمية للرجوع اليها.

٢) اختبار مواقع الروبيرات الفرعية اللازمة والتأكد من سلامة مناسيبها.

٣) التأكد من مناسبة وصلاحية المعدات اللازمة فى التركيب والاختبارات وكشف التسرب....الخ.

٤) تفريد المواسير بجانب الخط مع ترك مسافة من ١.٠ – ٢.٥ متر من حافة الحفر.

٥) اخلاء الموقع من اى عوائق فى تعترض مسار الخط وذلك قبل البدء فى التنفيذ.

٦) ويجب مراعاة الملاحظات الاتية قبل واثناء التفيذ.

٧) يفضل ان يكون المسار موازيا للشارع او محور الطرق

٩-٨ أستكشاف الموقع والدراسات الجيوتكنيكية

٩-٨-١ شروط أستلام الموقع :

١ – عمل محضر بين المقاول والأستشاري (أو مندوبيهما) باستلام الموقع خاليا من الموانع التي تعوق لعمل (سواء تحت الأرض أو فوق الأرض) , ومن الجائز تواجد بعض الأبنية القديمة أو بقايا الردم أو أشجار أو مخلفات , فيجب أن يتم ذكرها بالمحضر وذكر أبعادها وعددها حتى يمكن محاسبة المالك علي أزالتها , بالأضافة الي مد مدة المشروع . ويعتبر تاريخ الأستلام الأبتدائي أحد شروط بدء مدة العقد.

٢ – أستلام الدفعة المقدمة من المالك مقابل خطاب ضمان من المقاول.

٣ – أستلام الخرائط والمواصفات وشروط العقد وقائمة الكميات وتقارير الجسات معتمدة من المالك كما تتضمن صفر الموقع (الروبير) ولوحات الموقع العام Lay Out وتحفظ بأدارة المشروع , كما يفضل أستلام عدة نسخ من الرسومات للتنفيذ.

٤ – دفع قيمة التأمين النهائي للمشروع .

٩-٨-٢ المتطلبات اللازمة قبل البدأ في التنفيذ :

١ – قد يتطلب الأمر عمل ميزانية شبكية لموقع العمل لتحديد المناسيب والأرتفاعات والأنخفاضات أو متوسط منسوب الأرض لتحديد كميات الحفر والردم بالمشروع مع مقارنته بما ذكر بالرسومات. كما ينصح بعمل ميزانية طولية (حالة مشروعات

المواسير) ومقارنتها بما في الرسومات لتحديد اية تجاوزات في اعمـــاق الحفـــر أو نوعيته .

٢ – تقديم خطاب ضمان تأمين المشروع – التأمين النهائي.

٣ – تقديم و اعتماد العينات من الخامات والمشتروات قبل البدء في التنفيذ.

٤ – تركيب لافتات مناسبة للمشروع.

٥– تحديد مصادر المياه والكهرباء والصرف الصحي والتليفونات بالموقع , حيـــث أنهـــا بالأهمية القصوي ويترتب عليها زيادة في التكلفة.

٦ – أستلام نسخة من العطاء – (من مكتب فني الأدارة) – مـــع تحليـــل بنـــود العقـــد والمصاريف الأدارية وتحديد تكلفة كل بند وطريقة التنفيذ.

٧ – عمل نظام جيد لحفظ للمستندات والتأكد من سلامته – حيث ينفع ذلك في حفظ حقوق المقاول وعدم أهدارها , كما ينفع في حالة المطالبات مع المالك .

٨ – التصوير الدوري للأعمال المنفذة با لمشروع مع استخدام كاميرا تظهر التاريخ مـــن أسفلها – حفاظا علي حقوق المقاول وأثبات الوضع المبدئي في المـــشروع – كـــأن تكون هناك أشجار أو يكون هناك صخور أو مباني مطلوب أزلتها ٠٠٠

٩ – عمل دفتر للزيارات يدون فيه زوار المشروع وتواريخ زياراتهم.

١٠ – يتم عمل طرق مناسبة للموقع.

١١ – يجب توصيل تليفون وفاكس بالموقع.

١٢ – عمل تصاريح للحفر – (إذا كان مشروع مرافق) , وذلك بمعرفة المالك وبنـــاء علي طلب من المقاول.

١٣ – يجب أن يكون هناك سور للموقع.

١٤ – مراعاة أن تكون الأبنية المؤقتة متماشية مع شروط الأمن الصناعي.

١٥ – معرفة تليفونات وعناوين قسم الشرطة وأقرب مستشفي ووحدة الأطفاء .

١٦ – عمل عيادة بالموقع بها أحد الأطباء أو ممرض (حسب الأعداد الموجودة بالعمـــل) مع تجهيزات مناسبة للأسعافات الأولية.

١٧ – الدعوة لأجتماع لجنة المرافق مع الحي التابع له المـــشروع للعلـــم بموعـــد بـــدء المشروع مع تسليم خرائط كاملة بالمرافق وأيفاد أحد المندوبين المختصين لمرافقـــة العاملين أثناء العمل .

١٨ – طلب من لجنة المعلومات الخاصة بالمحافظة خرائط كاملة للمرافق وذلك بعد سداد الرسوم (حالة مشروعات المرافق).

٩-٩ الدراسات المطلوبة قبل البدأ في التنفيذ :

٩-٩-١ الدراسات الجيوتكنيكية (في حالة الحفر تحت الأرض ووجود نظام لنزح المياه أو صلب جوانب الحفر):

تختص هذه الدراسة فيما يلي:

أ- ملاحظة منسوب مياه الرشح قبل وأثناء العمل , وذلك عن طريق عمل آبار ملاحظة (بيزومترات) بالموقع تراقب هذه المناسيب أثناء العمل وطوال مدة العمل تحت منسوب سطح الأرض. يكون نظام آبار الملاحظة كما يلي :

٠.٥ – ١ متر أعلي من منسوب المياه	٢٥٠ متر
١.٥ متر أوطي الي منسوب المياه	١٠٠ متر
١.٥ – ٤ متر أوطي الي منسوب المياه	٥٠ متر
أكثر من ٤ متر أوطي الي منسوب المياه	٢٥ متر

ب- تحديد الأسلوب الأمثل لنظام نزح مياه الرشح الأرضية, يقدم المقاول تصوراته لنزح مياه الرشح (مثل الآبار النقطية أو الآبار العميقة) عن طريق الأستشاري الخاص بالمقاول, والتصميمات اللازمة لأستشاري المشروع للدراسة والأعتماد قبل البدأ في التنفيذ.

ج- وكذلك لتحديد الأسلوب الأمثل في صلب جوانب الحفر , ويقدم المقاول تصوراته والتصميمات اللازمة لعملية الصلب عن طريق الأستشاري الخاص به لأستشاري المشروع للدراسة والأعتماد قبل البدأ في التنفيذ ويوضح الجدول (٩-٢) تحديد عدد الجسات بالموقع .

د- عمل جسات تأكيدية لمراجعة ما جاء بالتصميمات – أذا لزم الأمر تكون متطلبات تنفيذ الجسات بأي مشروع بالعدد والعمق الموضحة بالجدول رقم (٩-٣) طبقا للكود المصرى :

جدول (٩-٢) تحديد عدد الجسات بالموقع

مناطق البحث	تخطيط الجسات
المواقع العمرانية الجديدة.	تخطط الجسات في المناطق الغير مستويةبحيث تبعد عن بعضها مسافات بين ٦٠ الي ١٥٠ مترا . ويجب أن تكون المساحة المحصورة بين أي أربع جسات حوالي ١٠% من المساحة الكلية . وفي حالة الأبحاث التفصيلية يزاد عدد الجسات للحصول علي قطاعات جيولوجية دقيقة . أما في المناطق المستوية أو ذات الميل البسيط فيمكن توزيع الجسات علي شبكة من ٣٠٠ متر × ٣٠٠ متر الي ٤٠٠ متر × ٤٠٠ متر.

جدول (٩-٢) تحديد عدد الجسات بالموقع

مناطق البحث	تخطيط الجسات
المناطق المحتوية علي طبقات رخوة قابلة للأنضغاط.	المسافة بين الجسات من ٣٠ – ٦٠ متر عند الأماكن المحتملة للمنشآت وتضاف جسات أخري عند تحديد أماكن هذه المشآت.
المنشآت الكبري ذات الأساسات السطحية المتقاربة.	يتم أختيار الجسات بحيث تبعد عن بعضها من ١٥ – ٢٠ متر في كلا الأتجاهين وبحيث يمكن تحديد قطاع جيولوجي دقيق علي مسار أساسات المنشأ.
المنشآت الخفيفةذات المساحات الكبيرة مثل المخازن.	يتم أختيار أربعة جسات علي الأقل عند أركان المنشآت بالأضافة الي جسات داخلية عند أماكن الأساسات المحتملة وبحيث تكون كافية لتحديد قطاع التربة بحيث لا يقل عدد الجسات عن جسة لكل ١٠٠٠ متر مسطح.
السدود وخزانات المياه.	يتم أختيار الجسات بحيث تكون المسافة بينهامن ٦٠ – ١٠٠ متر في مناطق الأساسات وتقل المسافة بين الجسات عند خط منتصف المنشأ وتصبح حوالي ٣٠ متر , وتوزع الجسات عند مناطق التحميل والدعامات ومخارج المياه.
الحد الأدني للجسات.	يمكن عمل جسة كل ٣٠٠ م٢ بحيث لا تقل عن جستين لكل موقع.

جدول رقم (٩-٣) أعماق الجسات

مناطق البحث	أعماق الجسات
المنشآت الكبري وذات الأساسات السطحية المتقاربة.	تتحدد أعماق الجسات بحيث تصل الي العمق الذي عندة الزيادة في الأجهاد الرأسي الناتج من المنشآت أقل من ١٠ % من وزن عمود التربة المؤثر.وعموما فلا بد ألا يقل عمق الجسات عن ١٠ مترألا في حالة ظهور الصخر علي أعماق سطحية وضمان أستمراره.
الأساسات المنفصلة.	تحدد أعماق الحسات بحيثتمتد أعماق تلك الجسات الي أن يقل الأجهاد الرأسيداخل التربة عن ١٠ % من قيمة أجهاد التأسيس . ويجب ألا يقل أعماق الجسات عن ١٠ متر من أقل منسوب بالموقع ألا إذا ظهرت طبقات صخرية عند أعماق سطحية فيتم النزول في طبقات الصخر المتجانسةلعق ٣ متر مع ضرورة التأكد من وجود فجوات أو تشققات داخل هذه الطبقة الصخرية من عدمه.
الحوائط الطولية والأرصفة.	يتم تعميق الجسات من ٠.٧٥ الي ١.٥ مرة الأرتفاع الحر من الحائط أعمق من منسوب الأرض أمام الحائط وعندما تدل طبقات التربة علي ضرورة دراسة الأتزان العميق , فلا بد من الوصول ببعض الجسات الي الطبقات اللازمة لأتمام الدراسة.
دراسة أتزان الميول.	لا بد من النزول بأعماق الجسات الي مستوي أقل من مستوى سطح الأنهيار المحتمل وحتي الوصول الي الطبقات الصلبة أو الوصول إلى الأعماق التي لا يمكن حدوث أنهيار عندها.

٩-٩-٢ إجراء الدراسات المساحية لمنطقة المشروع

هى الدراسات المساحية للمباني الخارجية المحيطة بالمشروع والتي يمكن أن تتأثر بسبب التنفذ.

وتتأثر المباني الخارجية من جراء تنفيذ المشروع في الأحوال التالية:

** دق ستائر أو خوازيق مجاوره لهذه المباني.

** نزح مياه الرشح بالقرب من هذه المباني

** حفر عميق بشدات معدنية أو خشبية مجاورة لهذه المباني.

٩-٩-٢-١ تخفيض المياه الجوفية السطحية بمنطقة المشروع

وهذه الدراسات المساحية يتم القيام بها كما يلي:

١ – في حاله أستخدام نظام لتخفيض للمياه الجوفيه من عده آبار جوفيه متجاورة , تؤخذ منطقه البحث بحيث تبعد مسافه ٥٠ متر من المشروع من جميع الأتجاهات لعمل هذه الدراسة.

٩-٩-٢-٢ الحدود المسموح بها لميل المبانى المجاورة لإنشاء خطوط الأنحدار

في حالة استخدام نظام تخفيض المياه الجوفيه لأحد خطوط الأنحدار للصرف الصحى العميقة باستخدام صف واحد من الآبار – تؤخذ منطقه البحث تبعد مسافه ١٥ متر.

تجري الدراسة كما يلي:

أ – تعاين المباني المجاورة للمشروع , وفي نطاق مسافة الـ٥٠ متر , منزلا منزلا وغرفة غرفة وكذلك الواجهات وآبار السلالم . يبين هذا التقرير , حالة هذه المنازل أو المباني مع التصوير الفوتوغرافي والوصف لأي شروخ أو هبوط أو تصدعات موجودة . يتم عمل تقريرا كاملا (بالصور) لهذه المباني موضحا به : تاريخ الدراسة – عنوان المنزل – الحي التابع له – أسم الساكن – أسم المالك – أستخدام المبني – نوع وعمق الأساس – وصف تفصيلي لحاله المبني وهل صدر له قرار تنكيس أو أزاله من عدمه ... تسلم نسخه من التقرير إلى الاستشاري ونسخه أخري للسلطة المختصة (البلدية أو الحي) ونسخه أخري مع المقاول . تفضل آلات التصوير التي تظهر تاريخ التصوير أسفل الصورة.

ب – يقاس ميل واجهه المبني المقابلة للحفر . وقد نصت المواصفات علي عدم زيادة الميل عن ١:٥٠٠ , ويكون المبني يكون في دائره الخطوره أذا بلغ الميل ١:٢٥٠ . كما يتم قياس عرض الشارع وبيان عمق الحفر به.

جـ – تثبيت ودق خوابير معدنية (بعيدا عن أي مؤثرات – علي أرتفاع ٢ متر) علي واجهات المباني , (في أول وآخر واجهة المبني) Elevation Reference Points , يتم أخذ مناسيبها بدقه قبل بدأ العمل وتسجل في التقرير السابق – وكما هو موضح بالشكل (٩-٥) السابق . تؤخذ مناسيب هذه الخوابير طيلة فتره التنفيذ مرتين يوميا . في حاله وجود أي تغيرات في مناسيب هذه الخوابير , دل ذلك علي حدوث هبوط , فعلي المقاول سرعة تدارك هذا الموقف. تفيد الدراسة السابقة في تحديد المسئولية في حاله وجود تصدعات أو شروخ أو هبوط في أي مبني . وهناك مكاتب أستشاريه متخصصة في هذا النوع من الأعمال.

في حالة وجود مباني يخشي عليها من التصدعات بسبب التنفيذ , فأن للاستشاري اقتراح إجلاء السكان طيلة تنفيذ المشروع أو عمل صلبات أو تقويات لضمان سلامة هذه المباني.

٩-٩-٢-٣ عمل أبحاث عن التمديدات التحت أرضية

هذه المرافق مثل المواسير أو الكابلات الموجودة تحت الأرض , تكون هذه الأبحاث ذات أهمية قصوي خاصة عند تنفيذ مشروعات خطوط المواسير . يمكن الحصول علي هذه البيانات من مركز المعلومات للمحافظة , والذي يقدم الرسومات الكاملة للمرافق المنشأة تحت الأرض من كابلات ومواسير , ومواقعها بدقه . يوصي بتنفيذ جسات عرضيه استكشافية علي مسار الخطوط كل ١٥٠ – ٢٠٠ متر وبعمق ٢.٥ متر لتأكيد هذه البيانات.

٩-٩-٢-٤ نقل الروبير المساحي إلى موقع العمل

يتم نقل الروبير المساحي من أي روبير مساحي معتمد من هيئه المساحة إلى موقع العمل . كما يفضل عمل روبيرات محليه دقيقة في جميع جهات موقع العمل مع تثبيتها بالخرسانة ووضعها في أماكن آمنة لخدمة التنفيذ . يقوم الاستشاري بمراجعة هذه الروبيرات واعتمادها قبل البدء في التنفيذ.

٩-٩-٣ تصميم الخلطات الخرسانية المطلوبة

في المشروعات الكبرى , يتم طلب توريد معملا للمواد والأختبارات لضبط جوده الأعمال المنفذه مع وجود مهندس مواد متخصص ومتفرغ لضمان جوده الأعمال والخامات . يقدم المقاول تصميما للخلطات الخرسانية التي ستستخدم في المشروع للاعتماد من الاستشاري قبل البدء في التنفيذ.

٩-٩-٤ نظافة الموقع

يجب تجميع فضلات الأخشاب (الطفش) والحديد والصاج أولا بأول وكذا نظافة الموقع لعدم أصابة الأفراد.

٩-٩-٥ تقديم البرنامج الزمني للتنفيذ

يقدم المقاول برنامجا زمنيا لمراحل التنفيذ متمشيا مع الفترة المحدده لنهو العمل . ويجب مناقشته مع الاستشاري والحصول علي موافقته قبل التنفيذ.

٩-٩-٦ تقديم برنامج التدفقات النقدية المطلوبة من المالك Cash flow

يقدم المقاول – وبناء علي البرنامج الزمني السابق تقديمه – برنامجا للتدفقات النقدية المطلوبة من المالك حتى يكون علي علم بذلك وأن يكون علي علم لتدبير هذه المبالغ

٩-٩-٧ إعداد برنامج للتكلفة Cost Control

هو برنامج لضبط تكاليف المشروع . كما يجب عمل المنحني Sairve وهو عبارة عن منحني يرسم قبل البدء في العمل من قراءات قيمة المستخلص الشهري المتوقع (طبقا للبرنامج الزمني) مع الزمن (بالشهر) – يرسم علي نفس امنحني التدفقات الفعلية الشهرية التي نحصل عليها كل شهر . يجب أن يكون المنحني الجديد أوطي من المنحني الأول بمقدار نسبة الربح أو أكثر ضمانا لتحقيق المكسب . إذا كان المنحني يعلو المنحني الأول – دل ذلك علي وجود خسائر ويجب أن نتدارك الموقف.

٩-٩-٨ تخطيط الهيكل التنظيمي للمشروع

يعمل الهيكل التنظيمي للمشروع محددا الأختصاصات والأفراد القائمين بالعمل وتسلسل القيادات. ويجب تقديمه للمهندس الأستشاري.

٩-٩-٩ تقديم أسماء المهندسين القائمين بالتنفيذ

تقدم السيرة الذاتية للمهندسين , يجب أن يكون المهندسون علي دراية كاملة بطبيعة العمل وأن يكونوا علي خبره كافيه , ويجب الحصول علي موافقه المهندس الاستشاري علي ذلك.

٩-٩-١٠ تقديم أسماء الموردين

تقدم للاستشاري قائمه بأسماء الموردين الذين سيقومون بتوريد الخامات أو السلع اللازمه للمشروع (مصانع – محاجر – موردين ٠٠) . يجب الحصول علي موافقة الاستشاري قبل عمل أي تعاقد معهم . وللاستشاري الحق في زيارة أي مصنع أو محجر للاضطلاع علي مدي جوده منتجاته وكفائته وقدرته علي التنفيذ.

٩-٩-١١ تقديم أسماء مقاولي الباطن

تقدم للاستشاري أسماء المقاولين الذين سيعملون مع المقاول العمومي من الباطن بالمشروع بالأضافه إلى سابقه أعمالهم . يجب الحصول علي موافقة الاستشاري عليهم قبل التنفيذ.

٩-٩-١٢ تقديم أسماء المكاتب الأستشاريه والمعامل

يقدم المقاول للاستشاري المسئول على الشراف أسماء المكاتب الأستشارية والمعامل التي سيتم الأستعانه بهم أثناء التنفيذ . يجب الحصول علي موافقة الاستشاري قبل التعاقد معهم. والمقصود بالمعامل هى معامل هندسة التربة ومعامل مقاومة المواد وتحليل العينات سواء لمواد النشاء أو المياه المستخدمة.

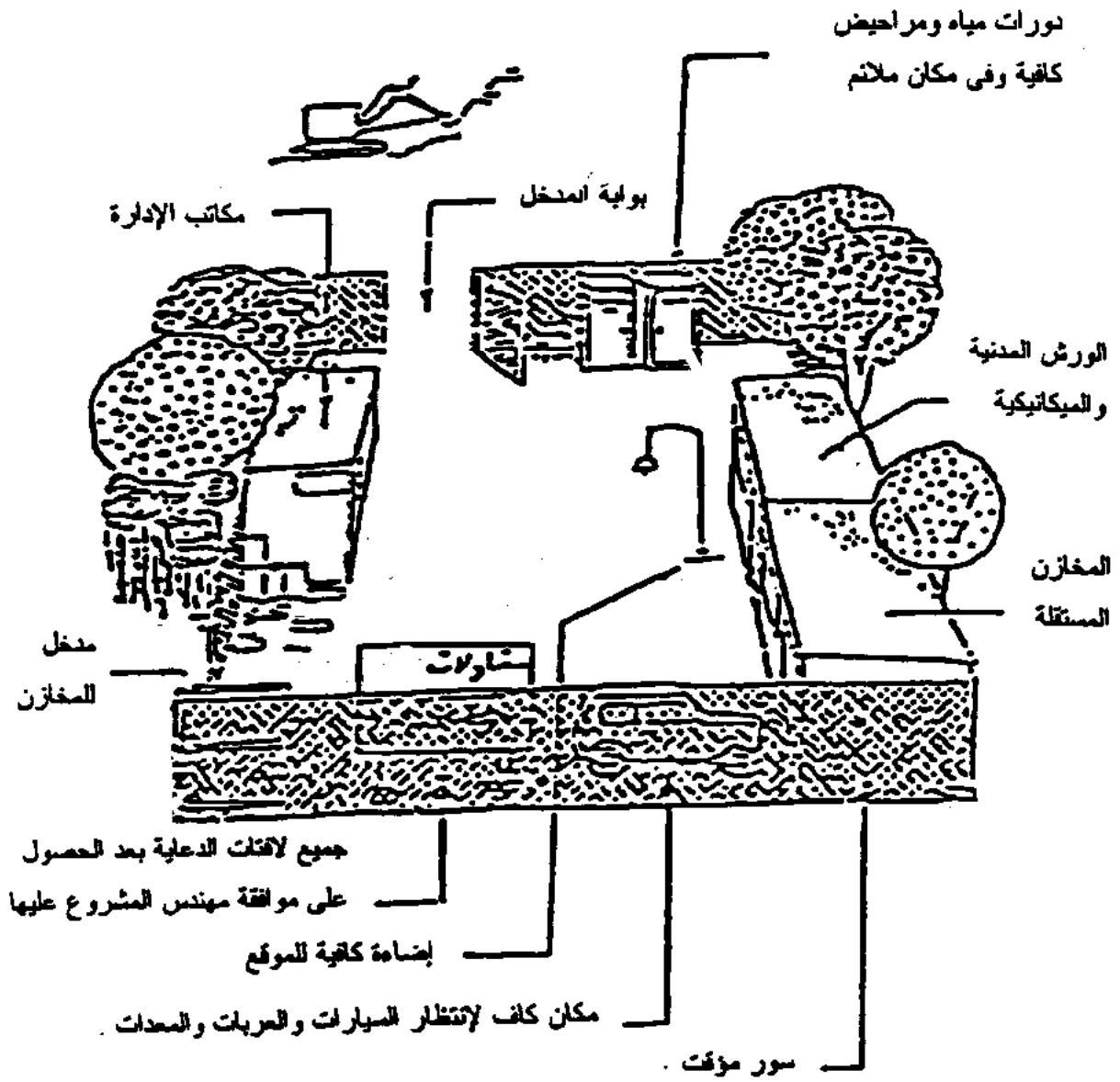
٩-٩-١٣ الإنشاءات اللازمة لمقر المقاول بموقع المشروع

أ- عمل مكاتب ومقر للمهندس الأستشاري وكذلك عمل مكاتب للعاملين بالمشروع , مناسبة من حيث الخدمات والمساحه . تزود هذه الخدمات بالأثاث اللازم وخطوط التليفون والفاكس والمياه والكهرباء ٠٠٠

ب- عمل المخازن المناسب وبالمساحة الكافية , لتشوين الخامات . تكون هناك أرضيات وسقف لحماية هذه الخامات من الشمس والمطر , ويزود كذلك بالممرات الكافيه . لا تدخل المخزن أي مواد بدون علم وموافقة لأستشاري , وتستبعد المواد التي لم تحصل علي هذه الموافقة.

ج- يزود موقع العمل (الموقع – المخزن – المكاتب) , بنظام لمقاومة الحريق من أجهزه إطفاء أو بإنشاء خط حريق مناسب للموقع , بالأضافة الي ضرورة وجود فرقة للأمن الصناعي مع ضابط مؤهل و مدرب يوافق عليه الاستشاري، كما هو موضح بالشكل رقم (٩-٦).

د- يختار موقع الخلاطة الخرسانية ومواقع الأوناش البرجية في أماكن مناسبة , مع توفير الطرق اللازمة لسير المعدات أو السيارات



شكل رقم (٩-٦) رسم تخطيطى لمقر المقاول بموقع العمل

الفصل العاشر

أعمال الحفر وسند الجوانب

١٠-١ مقدمـــــــة

تتم أعمال الحفر بعمل ميول مناسبة للجوانب بحيث لا تشكل خطرا علي العـــاملين ولا تتداخل مع أي منشآت مجاورة وبحيث يكون هناك حيزا مناسبا للعمال للقيام بأعمـــالهم علي الوجه الأكمل. أوالحفر الرأسي علي المناسيب والقطاعات المذكورة بالرسومات، مع عمل شدات قويه مناسبة لصلب الجوانب وتكون كافيه لحماية العاملين بالحفر. يقدم المقاول خطه العمل والميول أوالشدة المختارة للاستشاري للاعتماد قبـــل البـــدء فـــي العمل. يراعي الحفر حتى منسوب أقل ٦ سم من منسوب الـــتأسيس واستكمال الحفـــر يدويا لعدم قلقله الأرض الطبيعية. يقوم المقاول تحت مسئوليته بتشوين الأتربة الناتجـــة من الحفر – مؤقتا – في أي مكان وذلك إذا كان هناك خطرا علـــي جوانـــب الحفـــر أوعرقلة المرور أوالأفراد.

في حالة وجود أساسات أومباني قديمه قد تعترض الحفـــر، فعلـــي المقـــاول أخطـــار الاستشاري قبل أزاله تلك الأساسات. وعلي المقاول أزاله هذه الأساسات بعمـــق يزيـــد ٢٥ سم عن منسوب قاع الأساسات. يعتبر ناتج الحفر ملكا للمالك في حالة رغبته فـــي الأستفادة به في أي مشروع. وفي حالة زيادة عمق الحفر عن العمـــق الـــتـــصميمي، يقوم المقاول بصب خرسانة عاديه علي نفقته الخاصـــة حتـــى العمـــق الـــتـــصميمي. وتكون أي زيادة في الحفر عن الرسومات الـــتصميمية، لا يحاسب عليه المقاول.

وإذا أحتاج الأمر نزح للمياه الأرضية وتجفيف الموقع، يجب أن تعتمد هذه الطريقة من الاستشاري قبل الـــتنفيذ. وعلي المقاول عمل الـــترتيب اللازم لـــصرف الميـــاه فـــي المجاري العمومية، كما يكون المقاول مسئولا عن سلامه المنشآت المجاورة من جراء النزح الخاطئ للمياه الأرضية، كما يؤمن المقاول عمليه النزح المستمر وأن أقـــتضي الأمر أن تكون ٢٤ ساعة. والمقاول مسئول عن حدوث أي فوارات تحـــدث لمنـــسوب الـــتأسيس وتتسبب في قلقلـــته وعدم صلاحيته للـــتأسيس.

وينقسم الحفر طبقا لنوعية التربة كما يلى :

١٠-٢ التربة العادية :

تعني جميع أنواع التربة المكونة من الطين أوالرمل والتي يمكن الحفر فيها بـــالأدوات اليدوية (فأس – حجاري – كوريك٠٠٠٠) كما أن الصخور المفككة أوالمنفصلة التـــي يقل حجمها عن ١ م^{٣} والمدفونة بالتربة، تقع ضمن تصنيف التربة العادية.

١٠-٣ التربة الحجرية شديدة التماسك :

تشمل أنواع التربة الطبيعية الواقعة بين التربة العادية والصخرية، ولا يتـــسني الحفـــر فيها بالطرق اليدوية، وإنما تحتاج الي حرث وتفكيك قبل القطع والتحميل.

١٠-٣-١ الصخور :

يعرف الصخر بأنه المادة الـــتي لا يمكن أزالـــتها بوسائل الحفـــر العاديـــة ويتطلـــب لأزالـــتها استخدام شواكيش الهواء أوالشواكيش الهيدروليكية المركبة علي الحفـــارات أوباستخدام محراث البلدوزر Ribber أواســـتخدام المتفجـــرات أوالمطـــارق اليدويـــة والأسافين. كذلك، كتل الأحجار أوالصخور أوالخرسانات القديمة الـــتي تتواجـــد فـــي الحفر مفككة، والتي يتجاوز حجمها ١م^{٣}.

١٠-٤ صلب جوانب الحفر: Bracing And Shoring

يقدم المقاول مقترحاته عن صلب جوانب الحفر من ناحية اختيار نوع الشدة وتصميمها وأبعادها قبل البدء في الـــتنفيذ للاعتماد. يجب أن تؤمن هذه الصلبات العـــاملين فـــي المشروع وحمايه جوانب الحفر من الانهيار وتأمين المنشآت من الهبوط. ويجوز ترك الصلبات إذا رأي الاستشاري ضرورة تركها داخل الحفر والردم تأمينا لعدم حـــدوث أي هبوط للمباني المجاورة علي أن يعوض المقاول عن قيمتها.

١٠-٥ نزح المياه الأرضية: Ground Water Control

يقدم المقاول الدراسات الجيوتكنيكية والخاصة بالـــتحكم فـــي ميـــاه الرشـــح وأعمـــال وطريقه النزح الجوفي للمهندس الاستشاري، ويتم تقديم الـــتـــصميمات اللازمـــة مـــن مكتب استشاري معتمد للدراسة والاعتماد.

١٠-٦ أعمـــال الحفـــــــــــــر:

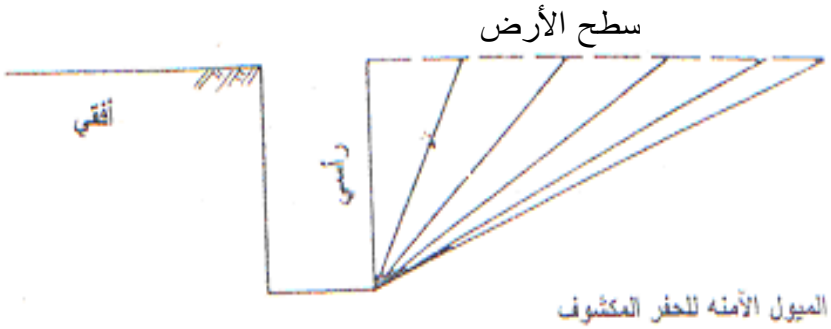
يمكن تقسيم أعمال الحفر إلي:

١ - الحفر اليدوي

ويفضل العمل بها في الأماكن الضيقة أوالـــتي تزدحم بالمرافق وتكون بكميات صغيره مثل الشوارع المزدحمة ذات الكثافة المرورية العالية.

٢ - الحفر الميكانيكي

يفضل العمل بها في الأماكن الواسعة والخالية من المرافق، وأن تكون بكميات كبيـــرة. والميول الآمنة لجوانب الحفر المكشوف والموضحة بالـــشكل رقـــم (١٠-١) وتحـــدد قيمتها من الجدول رقم (١٠-١).



شكل (١٠-١)

ميول التربة الآمنة في حالة الحفر المكشوف

جدول رقم (١٠-١)

الميول الجانبية الآمنة للحفر المكشوف

م	نوع التربة	الميل الجانبى الآمن (أفقي : رأسي)
١	صخور متماسكة	١ : ٠
٢	زلط مدموك ومتدرج	١ : ٠.٥
٣	طين رطب	١ : ١
٤	زلط مستدير	١ : ١.٢٥
٥	رمل جاف	١ : ١.٥

جدول رقم (١٠-١)

الميول الجانبية الآمنة للحفر المكشوف

م	نوع التربة	الميل الجانبى الآمن (أفقي : رأسي)
٦	أرض طينيه جافه	١ : ١.٧٥
٧	زلط ورمل مخلوط	١ : ٢
٨	رمل مبلل	١ : ٢.٥
٩	طين مبلل	١ : ٣.٥

١٠-٧ سند جوانب الحفر Side Shoring of Excavation

تعتبر عملية سند جوانب الحفر من العمليات الأساسيه لتنفيذ مشروعات المياه والصرف الصحي خاصة أعمال خطوط مواسير ومجمعات إنحدار الصرف الصحي المنشأه تحت الأرض بأعماق كبيرة. هذه العملية مؤثرة للغاية في أقتصاديات المشروع بالأضافة الي أهميتها في توفير الأمان للعاملين وكذلك للمنشآت المجاورة من أخطار الهبوط والأنهيار.

علي أنه ليست جميع أعمال الحفر تتطلب عمل صلبات للجوانب - فالأعماق البسيطة مع تماسك التربه لا يستلزم بالضروره عمل الصلبات. وقد نضطر في بعض الأحيان لعمل صلبات مخففة (طبلا ت) لتأمين العمل.

كما أنه في بعض الأحوال يمكن اللجوء الي عمل ميول للحفر لتنفيذ الأعمال. ورغم أن ذلك يستلزم حفر وردم كميات أكبر من القطاع التصميمي، ألا أن التكلفة قد تكون أقل.

١٠-٨ أنواع الشدات :

١ - الشدات الخشبية Timber Sheeting

٢ - الشدات المعدنية Steel Sheeting

٣ - الصندوق المسحوب Drag Box

٤ - الشدات المترابطة Contact Sheeting

٥ - الشدات المختلطة Combined Sheeting

٦ – الستائر المعدنية Steel Sheet Piles

١٠-٨-١ الشدات الخشبية:

تعتبر الشدات الخشبية من أكثر أنواع الشدات أستخداما في خطوط الأنحدار لسهولة التشغيل والأقتصاد في التكاليف.

١٠-٨-١-١ أسس أختيار أبعاد الشدة – لجميع أنواع الشدات :

١ – عرض الحفر = عرض قطاع الماسورة + سمك جوانب الشدة + فراغ مناسب علي جانبي الماسورة لحركة العمال ووتقدر بـ ٤٠ سم من كل جانب.

٢ – البعد الأفقي بين الدكم = طول الماسورة التي سيتم تركيبها +٦ سم.

٣ – المسافة بين منسوب التأسيس وأول دكمة = قطر الماسورة الخارجي + سمك فرشة الأساس أسفل الماسورة + ٦ سم.

١٠-٨-١-٢ أشتراطات عامة لتنفيذ الشدات :

١ – يجب عمل تصميم للشدة (تصميم قطاعات الأخشاب الرأسية والويلمات والدكم) وأعتماده قبل البدأ في العمل.

٢ – في حالة تأسيس الماسورة علي الرمل أوكسر الأحجار – يفضل أن تكون نهاية قوائم الشدة عند محور الماسورة مع ترك باقي العمق حتي منسوب التأسيس بدون صلبات وذلك في حالة التربة المتماسكة. السبب في ذلك أنه عند نهوالعمل وسحب الشدة الي أعلي فأنها تترك فراغا سوف يملؤه الرمل الموجود أسفل الماسورة مسببا خلخلة وهبوطا للخط. أما في حالة التربة المفككة، فيلزم أن تكون بدايه الشدة مع منسوب التأسيس، وعند نهوالعمل – تقطع الشدة عند منتصف الماسوره ثم ترفع باقي الشدة الي الخارج.

٣ – يفضل أن تكون الشدة مرتفعة فوق سطح الأرض ٣٠ سم لمنع سقوط أي أتربة أوأحجار تضر العاملين.

٤ – يفضل أن يكون قطاع الأخشاب المستعملة هوالموسكي سمك ٣ "، بعض المقاولين يستخدمون ألواح خشبية من الموسكي سمك ٢.٥" للتوفير.

١٠-٨-١-٣ طريقه التنفيذ للشدات الخشبية :

١ – تحديد محور الخط ثم تحديد جوانب الحفر.

٢ – تكسير وأزالة الأسفلت والحفر حتي عمق ١– ٢ متر – حسب طبيعة التربة.

٣ – توضع ألواح خشبية بقطاع مناسب (أخشاب موسكي) علي جوانب الحفر وعلي سطح الأرض مع التثبيت جيدا – شكل (١٠–٢أ) حتي يمكن رص الألواح الرأسية عليها.

٤ – يتم تنزيل أول لوح موسكي وضبط رأسيته تماما – بميزان المياه – ثم تثبيته بألواح الجوانب – يتم تثبيت لوح خشبي آخر مقابل له بنفس الطريقة.

٥ – تنفذ الخطوة السابقة علي بعد ٤ متر.

٦ – يتم وضع لوح أفقي – (ويلم) – عند منسوب الأرض ولوح آخر مقابل له – توضع دكمة عند أول لوحين رأسيين متقابلين كما توضع دكمة أخري عند اللوحين الآخرين.

٧ – يكرر ما سبق ولكن عند عمق ١ متر من سطح الأرض.

٨ – ترص الألواح علي كل جانب بين الألواح الرأسية السابق تثبيتها. تركب الدكم علي الأبعاد حسب التصميم.

٩ – تكرر الخطوات السابقة بطول ١٥ – ٢٠ متر من الخط.

٦ – نبدأ في الحفر – اليدوي – وكلما زاد عمق الحفر يتم الدق علي الألواح الرأسية بالمندالة كما فى شكل (١٠–٢ب).

١١ – بزياده العمق يوضع ويلم آخر ووضع الدكم طبقا للنظام السابق.

١٢ – الأستمرار في التعميق حتي الوصول الي منسوب التأسيس.

١٣ – في حالة زيادة العمق عن طول ألواح الشدة الرأسية – تعمل شده داخلية ثانية – كما في شكل (١٠–٢ج) بنفس الخطوات السابقة. ويجب أن يؤخذ في الأعتبار سمك هذه الشدة عند حساب عرض الحفر.

١٤ – بعد أنتهاء تركيب المواسير وتجربتها – نبدأ عملية الردم. عند وصول الردم عند أول صف دكم من أسفل – يتم خلع الدكم والويلم ثم يستأنف الردم حتي الصف الثاني من الدكم ثم خلعه، وهكذا. وعند وصول الردم الي نهاية الألواح الرأسية يتم سحبها الي أعلي بواسطة رافعة خشبية أوجن بلانك.

١٥ – في حالة زيادة عمق الحفر عن ٧ متر – يفضل عمل شدة ثلاثية لـــصلب جواتـــب الحفر، وكما هوموضح بالشكل رقم (١٠-٢ج). شدة ثلاثية

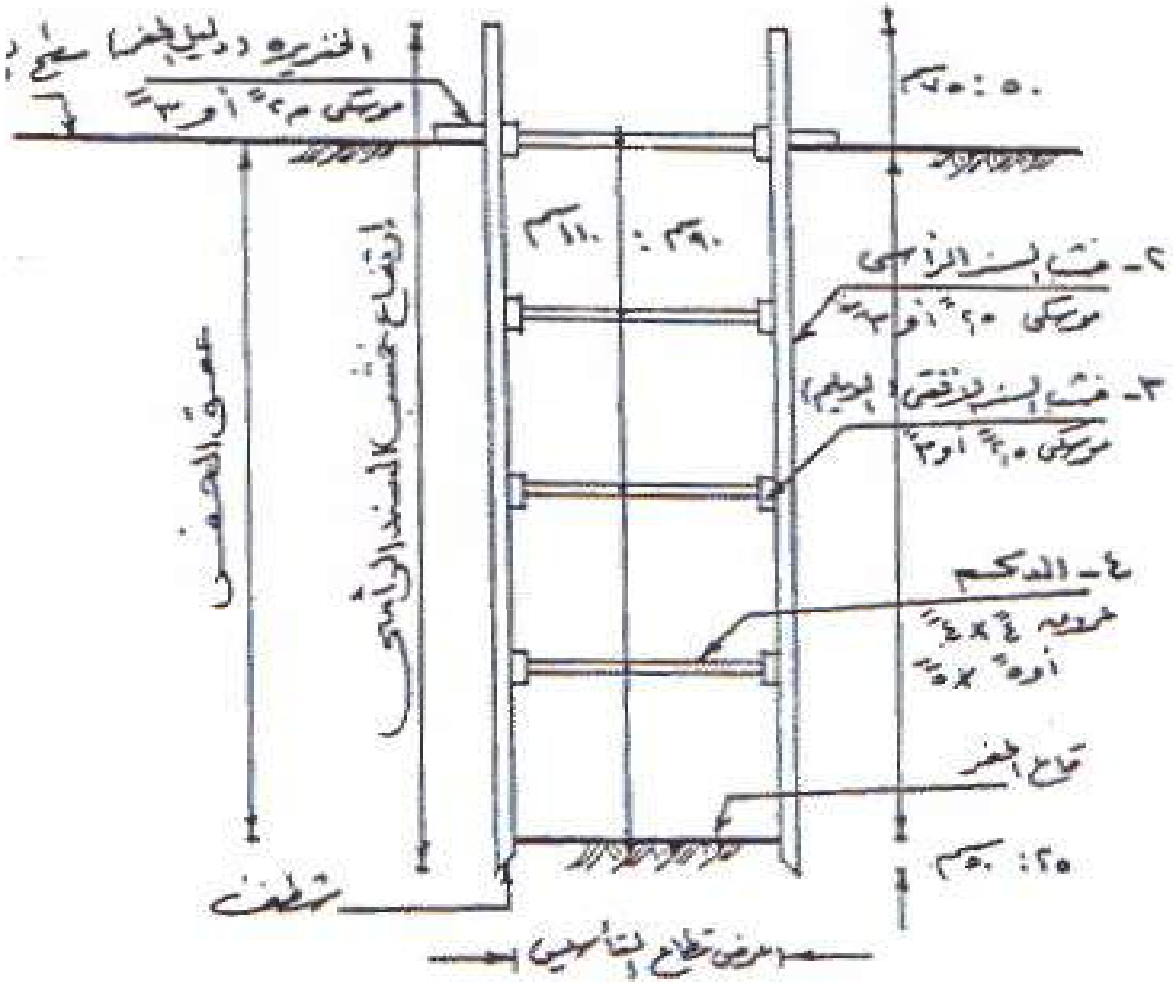
كما أن الجدول رقم (١٠-٣) يوضح الأبعاد الهندسية لقطاعات الشدة الخشبية.

ويجب مراعاة النقاط التالية :

أ- نسبة الهالك للخشب = ٨ مرات في المتوسط.

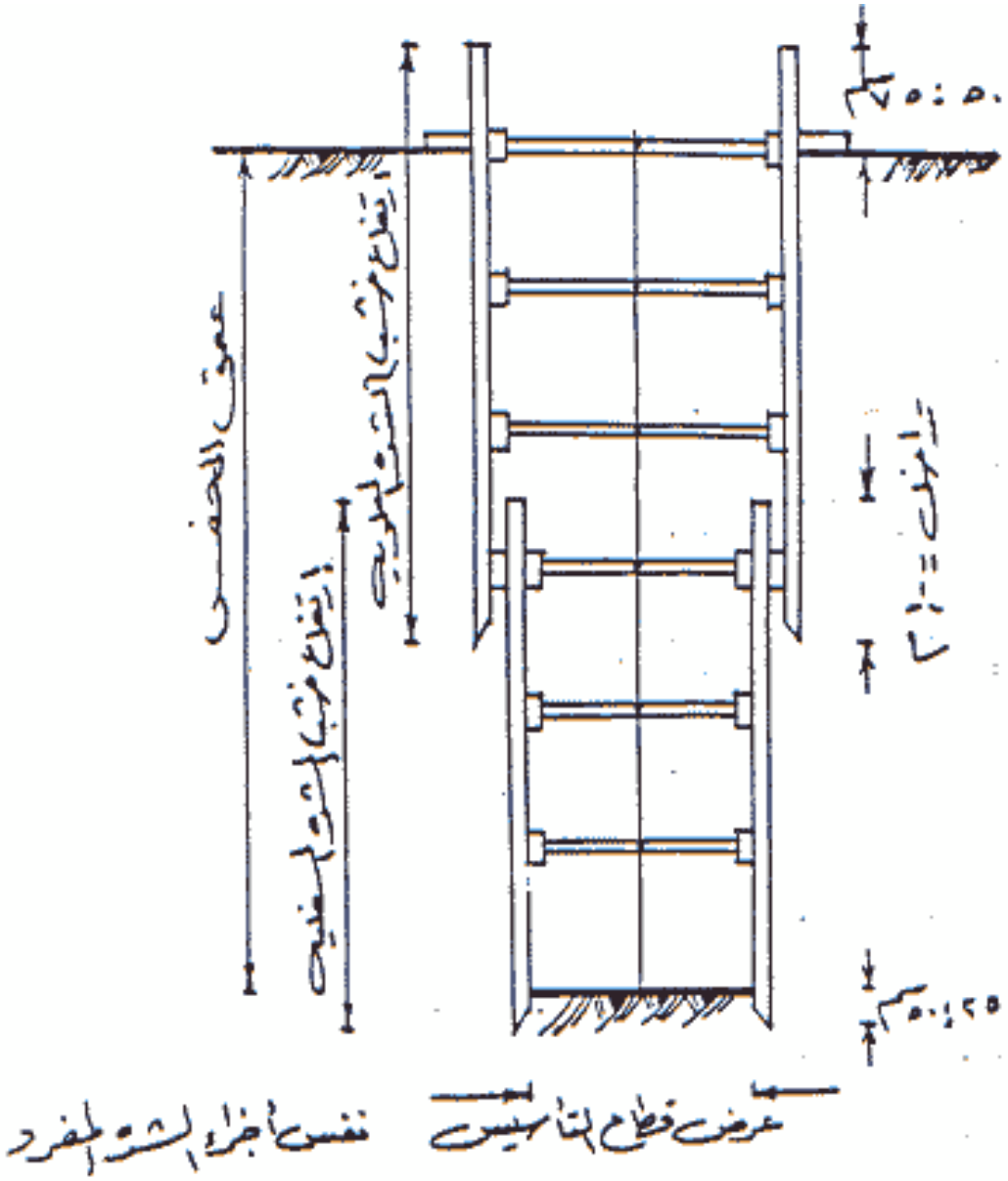
ب-يعمل شطف في نهاية اللوح لـــتسهيل أختراق الـــتربة كما يقوي الطرف الآخـــر من اللوح بواسطة الشمبر المعدني لمقاومة الدق ولأطالة عمر اللوح.

ج-في حالة العمل بجوار المباني – تعمل الشده قوية وتترك في مكانها ثم يتم الـــردم حتي لا تحدث أي هبوط للمبني المجاور.



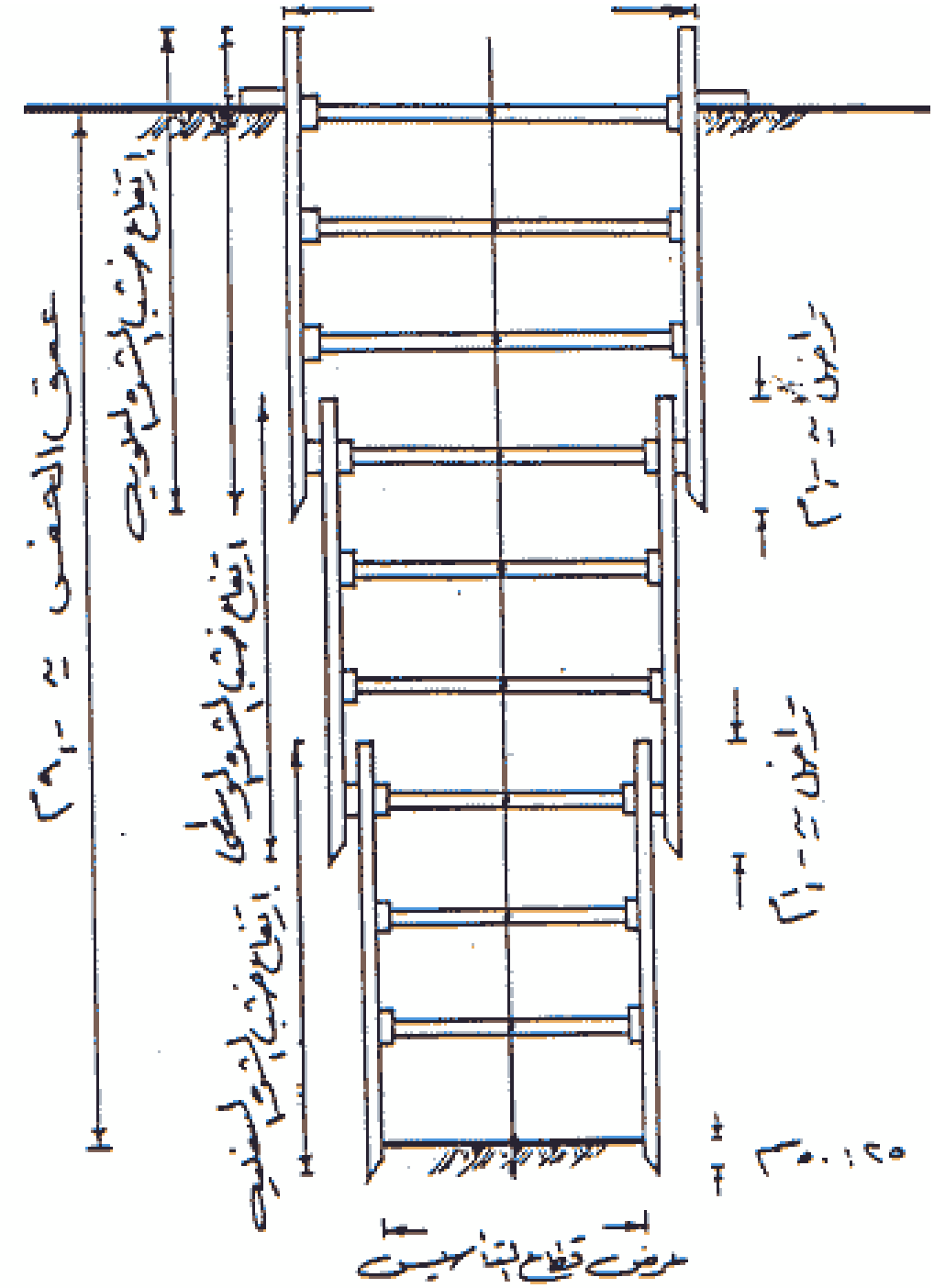
عرض الحفر = عرض قطاع التأسيس + ١٥ سم

شكل (١٠-٢أ) شدة أحادية



عرض الحفر = عرض قطاع التأسيس + ٤٥ سم

شكل (١٠-٢ ب) شدة ثنائية



عرض الحفر = عرض قطاع التأسيس + ٧٥ سم

شكل (١٠-٢ ج)

الجدول رقم (١٠-٣) الأبعاد الهندسية لقطاعات الشدة الخشبية.

أقصي مسافة أفقية بين الدكم (م)	عمق الحفر (متر)	أقصي مسافة رأسية بين الويليمات (م)	قطاع الويليمات (مم×مم)	قطاع الدكم (مم)		
				عرض الحفر ١.٠٠ (متر)	عرض الحفر ١.٠٠- ١.٥ (متر)	عرض الحفر ١.٥ - ٢.٠ (متر)
١.٨	حتي ١.٢	صف واحد	٧٥ × ٢٢٥ ٦٠ × ١٥٠	٧٥ ×١٥٠	١٥٠ ×٦٠	١٥٠ × ١٥٠
	٣.٠٠	١.٠٠	٧٥ × ٢٢٥ ٦٠ × ١٥٠	٧٥ × ١٥٠	١٥٠ ×٦٠	١٥٠ × ١٥٠
	٤.٥	١.٢	٧٥ × ٢٢٥ ٦٠ × ١٥٠	٦٠ ×١٥٠	١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠
	٦.٠٠	١.٢	٦٠ × ١٥٠ ٦٠ × ٢٥٠	١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ ×١٥٠	١٥٠ × ١٥٠
٢.٥	حتي ١.٢	صف واحد	٧٥ × ٢٢٥ ٦٠ × ٢٥٠	٧٥ × ١٥٠	١٥٠ ×١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠
	٣.٠٠	٠.٩ — ١.٣	٦٠ ×٢٠٠ ١٥٠ ×٢٢٥	٧٥ × ١٥٠ ٦٠ ×١٥٠	٦٠ ×١٥٠ ٦٠ ×١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠
	٤.٥	٠.٩ — ١.٥	١٥٠×٢٢٥ ١٥٠×٢٢٥	١٥٠ ×١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠
	٦.٠٠	١.١- ١.٥	١٥٠ ×٢٢٥ ١٥٠ × ٣٠٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ ×٢٠٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ ×٢٠٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ ×٢٠٠
٣.٠٠	حتي ١.٢	صف واحد	٧٥ × ٢٢٥	٦٠ ×١٥٠	٦٠ ×١٥٠	١٥٠ × ١٥٠
	٣.٠٠	٠.٩ ١.٥	١٥٠ × ٢٢٥ ١٥٠ × ٢٢٥	١٥٠ × ٧٥ ١٥٠ × ١٥٠	٦٠ ×١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠
	٤.٥	١.٠	١٥٠ ×٢٢٥	١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠
	٦.٠٠	١.٣ ١.٠٠ ١.٥	١٥٠ × ٣٠٠ ١٥٠ × ٣٠٠ ٢٠٠ × ٢٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ٢٥٠	١٥٠× ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ٢٥٠

ويجب التحقق فى أبعاد التالية للشدات الخشبية

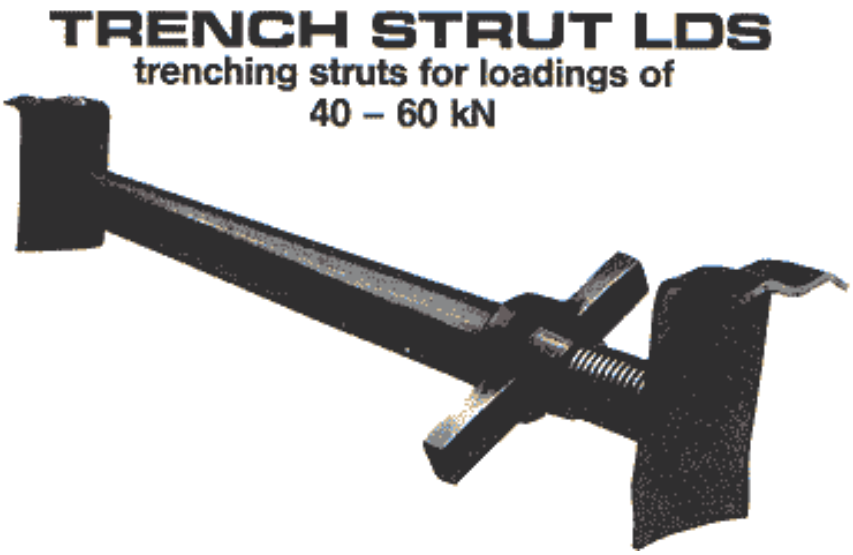
١ – سمك ألواح الموسكي (القوائم) = ٢.٥ "، ٦٣ مم.

٢ – أول دكمة علي بعد ٥٠ سم من سطح الأرض.

٣ – الحمل الحي = ١طن / م^{٢}.

٤ – في حالة عدم أمكانية الحصول علي قطاع الدكم المذكور، يمكن تجميع أكثر من دكمة (عي شكل حزمة) وربطها في الأطراف والوسط بواسطة شريط معدني (شمبر) حتي تعمل كوحدة واحدة أوقد تستخدم الدكم المعدنية.

٥ – يمكن الأستعانة بالدكم المعدنية في حالة توفرها والموضحة في الشكل رقم (١٠-٣).



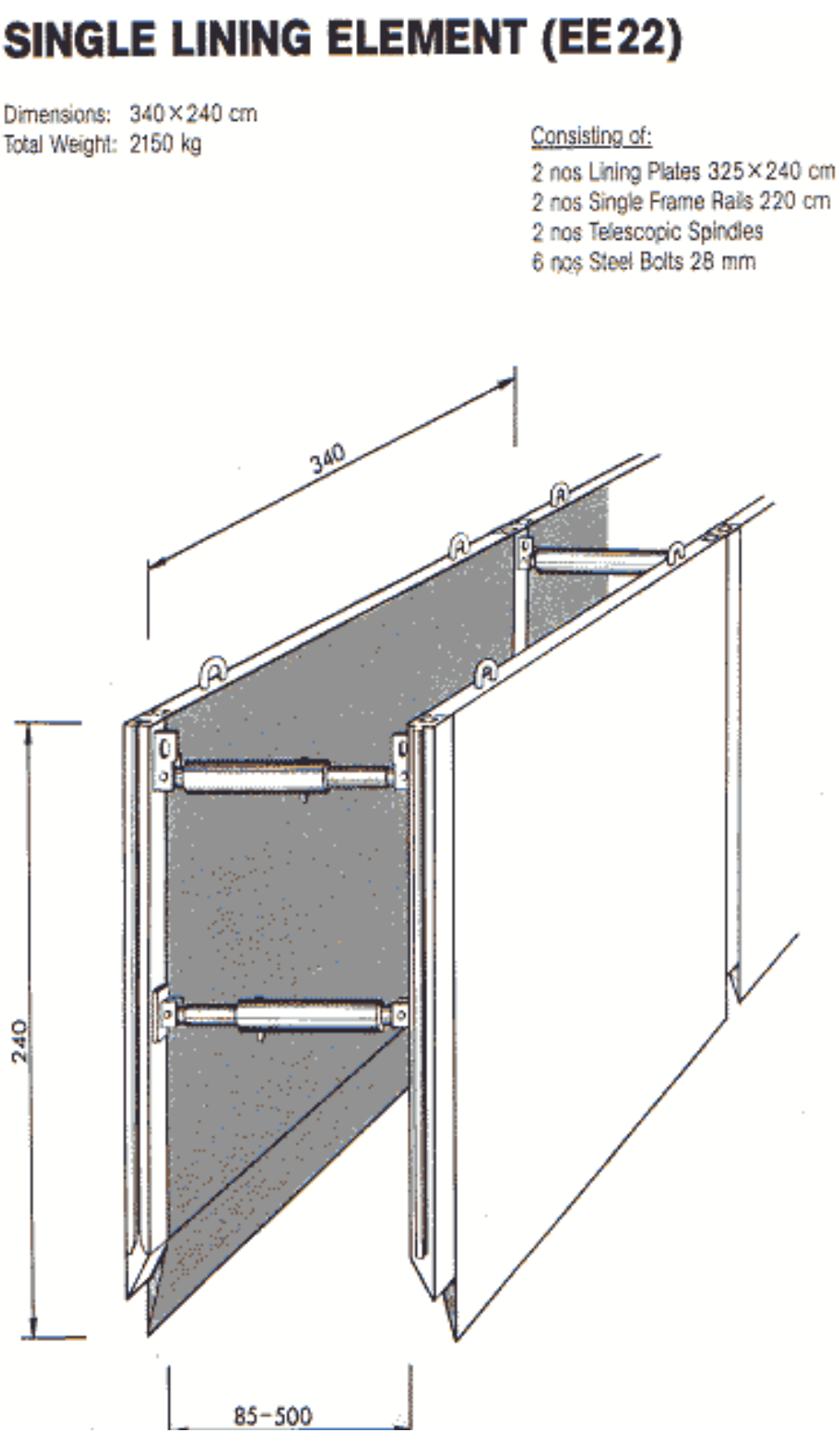
شكل (١٠-٣) الدكمة المعدنية

١٠-٨-٢ الشدات المعدنية

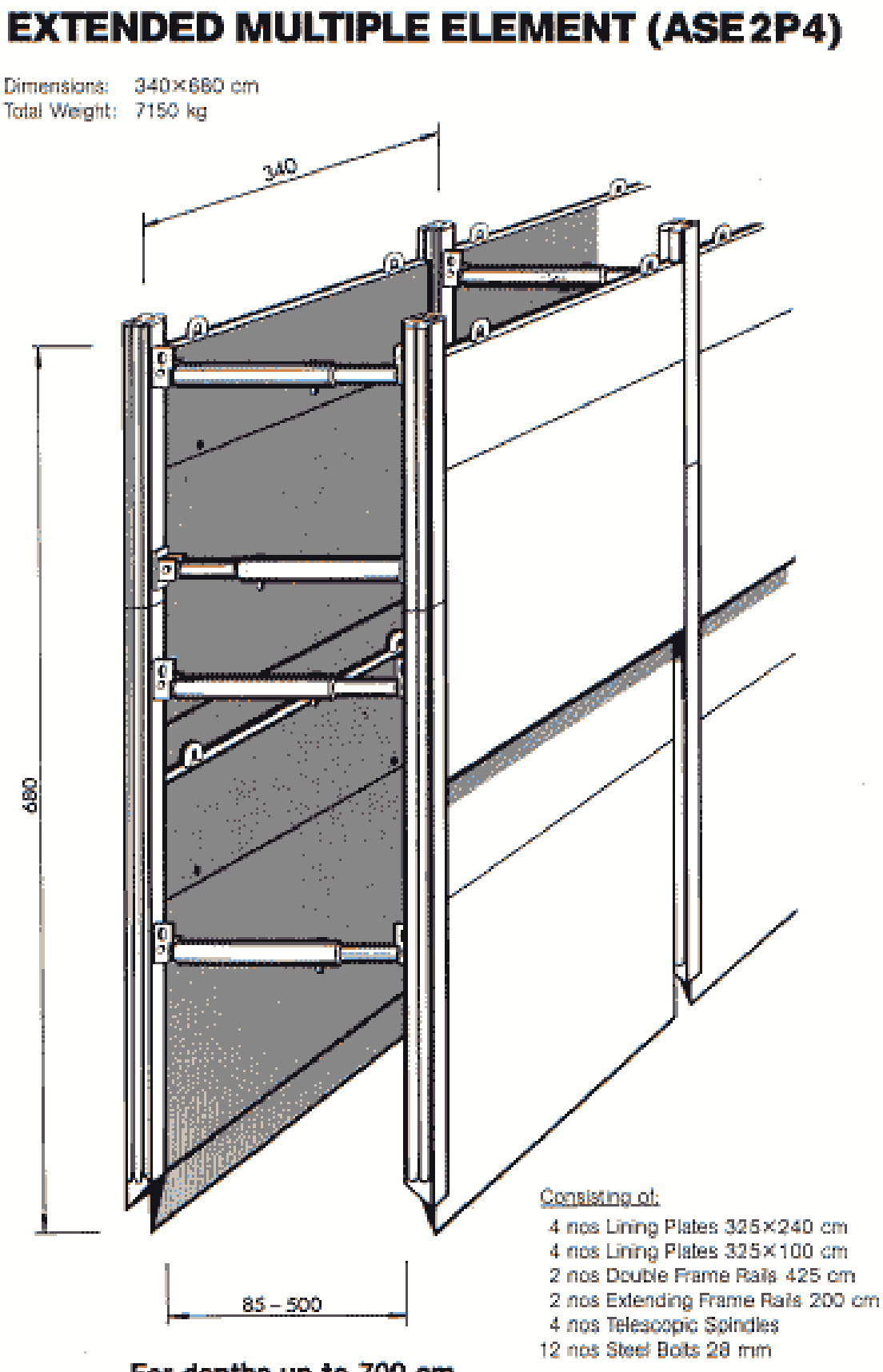
هي نوع ممتاز من الشدات تستخدم لسند جوانب الحفر. تمتاز بسرعة التركيب والفك وكذلك سهولة العمل.

١٠-٨-٢-١ مواصفات ومكونات الشده المعدنية

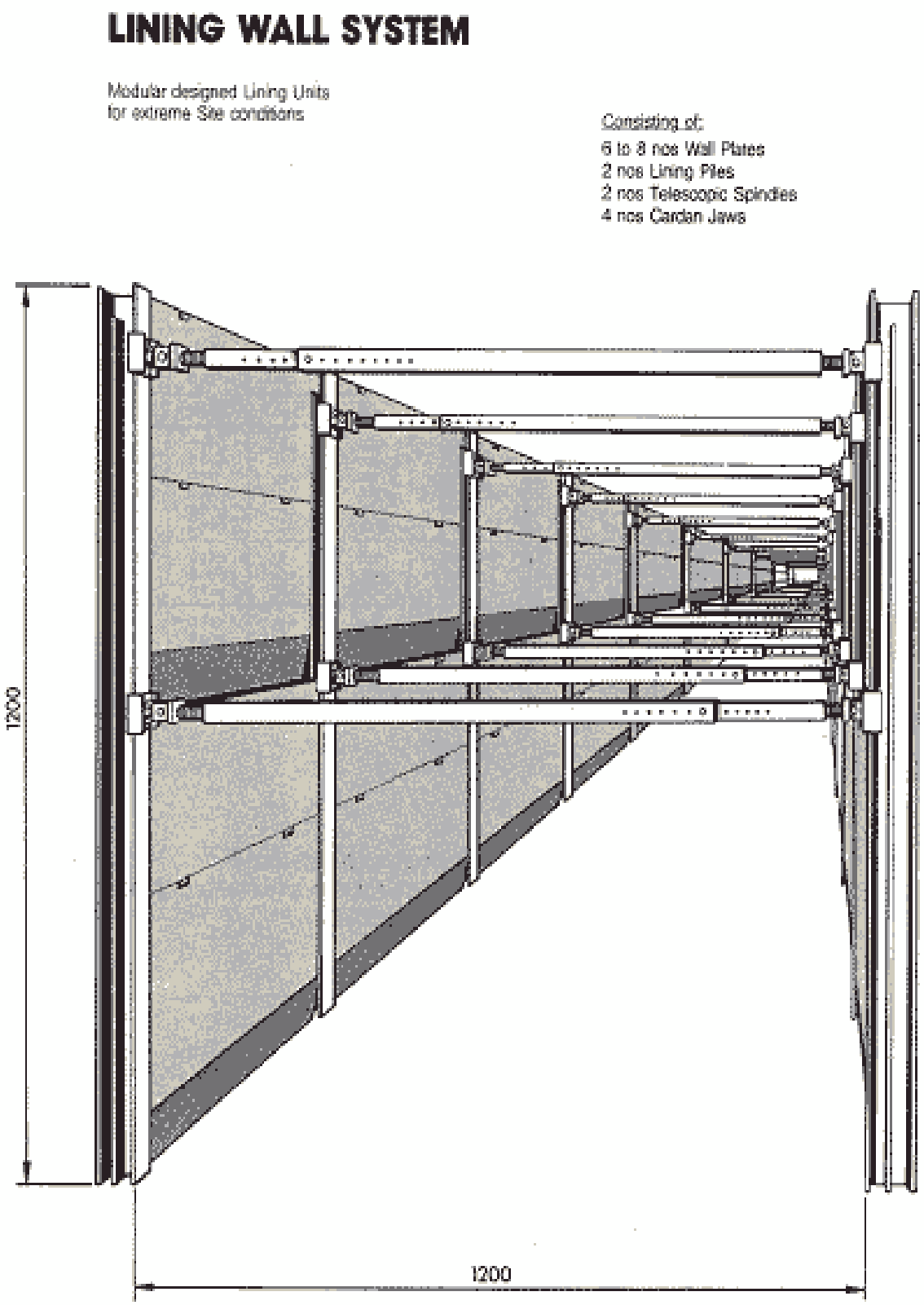
ومكونات الشدة المعدنية والموضحة بالأشكال من (١٠-٤) إلى (١٠-٦) من الأعمال التالية :



شكل (١٠-٤أ) تفاصيل شدة معدنية مفردة



شكل (١٠-٤ ب) تفاصيل شدة معدنية مستعملا لوح مفرد + لوح أستطالة



For depths up to 1200 cm

شكل (١٠-٤ج) شدة معدنية عميقة مكونة من ٢ لوح + ٢ لوح أستطالة

أولا – القائم المعدني

يصنع من الحديد – قطاعه مستطيل – في أحد الجوانب توجد مجرتين وفي الجانب المقابل يوجد قائم معدني مصمت ومستدير المقطع. في الجانب الثالث تلحم زوائد معدنيه مثقوبه لتثبيت الدكمه. ويوجد منها زوجين من الزوائد أوثلاثة حسب أرتفاع القائم. القائم في نهايته السفلي مشطوف لتسهيل أختراق التربة.

ثانيا – الستارة المعدنية

تصنع من الحديد – سمك القطاع = ٦ سم – مفرغه من الداخل ولكن مقواه بكمرات ملحومه في الداخل. في جانب منها مجري مماثله للمجري الموجوده في القائم المعدني والجانب الآخر قائم مصمت مستدير المقطع مماثل للموجود في القائم المعدني. الجانب العلوي مقوي لتحمل ضربات الحفار وبه مكانين لربط الستارة ورفعها بعد أتمام العمل. أما الجانب السفلي فهومسلوب لتسهيل أختراق التربة أثناء العمل.

ثالثا – الدكمة

وهي عبارة عن ماسورتين متداخلتين (تليسكوبية)، كل ماسوره مثقبة بحيث أنه يمكن عند أختيار الطول المناسب للدكمة أن يوضع مسمار من الصلب بين هذه الثقوب لتكون الدكمة بالطول المطلوب. بهذه الطريقة يمكن أختيار عرض الحفر المناسب وذلك بفتح الدكمة أوضمها مما يعطي مرونة عالية في الأستخدام.

١٠-٨-٢-٢ طريقة التنفيذ للشدة المعدنية

١ – تختار مقاسات الشدة طبقا لما ذكر للشدات الخشبية.

٢ – أختيار محور الحفر ثم البدأ في الحفر بعمق ١– ٢ متر حسب طبيعة الأرض.

٣ – يتم تجميع ٢ قائم رأسي مع ٢ دكمة ليكونا أطار واحد.

٤ – ينزل هذا الأطار في أول الحفر مع ضبط رأسيته وتثبيته مؤقتا في الوضع الرأسي بواسطة عروق خشب.

٥ – ننزل الستارة الأولي مع ضبط المجري الموجوده في جانبها مع القائم الرأسي فتنزلق الي أسفل حتي منسوب الحفر – ننزل الستاره الثانيه بنفس الطريقه مع تباعد طرفيهما بمقدار عرض الحفر.

٦ – يتم تجميع أطار آخر من ٢ قائم + ٢ دكمه ونضبطه مع نهايه الستاره السابقه لينزلق الي أسفل حتي قاع الحفر.

٧ – نبدأ الحفر بالحفار داخل الباكية المتكونة مع الدق علي القوائم بالحفار كلما زاد العمق. يراعي الدق علي القوائم بشكل متوازن لتكون علي منسوب واحد تقريبا. نضغط أيضا بالحفار علي الستائر كلما زاد العمق – ويمكن تركيب ستارة أخري فوق الستارة السابقة لتغطية جوانب الحفر. نستمر في هذا العمل حتي نصل الي المنسوب المطلوب.

٨ – نشرع في عمل الباكية الثانية بنفس الطريقة وهكذا.

٩ – بعد الأ نتهاء من تركيب المواسير يمكننا البدأ في الردم. يستمر الردم حتي منسوب نهايه الستاره السفلي. يمكن خلع الستاره العليا ثم السفلي وأستكمال الردم ثم فك الدكم ثم خلع القوائم المعدنية.

١٠-٨-٢-٣ أرشادات فنية لتنفيذ الشدة المعدنية

وعند تنفيذ الشدة المعدنية يجب مراعاة الأرشادات الفنية التالية :

١ – جميع الأعمال الخاصة بتركيب الشدة المعدنية وفكها – كذلك أعمال الحفر والردم وتحميل السيارات بالأ تربة الزائده وكذلك تنزيل الماسورة يمكن أن يتم باستخدام الحفار فقط مما يمثل أقتصادا كبيرا في التكلفة.

٢ – الشدات المعدنية يمكن أن تستهلك علي ٥٠ – ٦٠ مرة.

٣ – يمكن أستخدام هذا النظام لأعماق ٧ – ٨ متر وأستخدام أي عرض تصميمي يناسب الماسوره المستخدمة (من ٠.٨٥ متر الي ٥ متر).

٤ – في حالة أعتراض ماسورة أوكابل لمسار الشدة – يتم نهوالعمل عند هذه النقطة ويستأنف بعد موقع الماسورة بنفس الطريقة السابقة. يتم عمل مطبق خرساني لهذا الجزء.

١٠-٨-٣ الشدات المعدنية العميقة

عند تنفيذ مجمعات الصرف الصحي الرئيسية علي أعماق تصل الي ١٢ متر، يستلزم الأمر أستخدام شدة معدنية خاصة يمكنها مقاومة ضغط التربة.

١٠-٨-٣-١ مواصفات ومكونات الشده المعدنية العميقة

أولا - كمرات علي شكل حرف H

هذه الكمرات مصممة علي أن تتحمل ضغط التربة. توضع الكمرتين متقابلتين - المسافة بينهما = عرض قطاع أساس الماسورة. المسافة بين محور كل كمرتين متقابلتين ومحور الكمرتين التالين لهما = طول الماسورة +٦ سم لأمكان تنزيل الماسورة بالحفر. المسافة بين منسوب التأسيس وأول دكمة من أسفل = سمك طبقة التأسيس + القطر الخارجي للماسوره + ٦ سم - وكما هوموضح بالشكل (١٠-٧).

ثانيا - الألواح المعدنية

تصنع من الحديد، سمكها = ٦ سم مفرغه من الداخل ومقواه بقطاعات معدنية. طولها = المسافه بين محاور الكمرات - ٦ سم. مزودة من أعلي بخطافين لرفعها أوتركيبها كما أن لها من أسفل جزء مسلوب قاطع لتسهيل أختراق التربة. وهي مماثله للألواح المعدنية السابق ذكرها.

ثالثا - الدكم

مماثله للدكم السابق ذكرها مع ملاحظة ما يلى :

أ) يمكن تصنيع الشدة السابقة كاملا بورش التصنيع بدلا من أستيرادها، وقد تم تعديل قطاع القائم المعدني (الكمرة) الي قطاع مماثل Built up section.

ب) يراعى درجة الصلب المستخدم Steel grade لجميع عناصر الشدة ويجب أن يتم تصميمها.

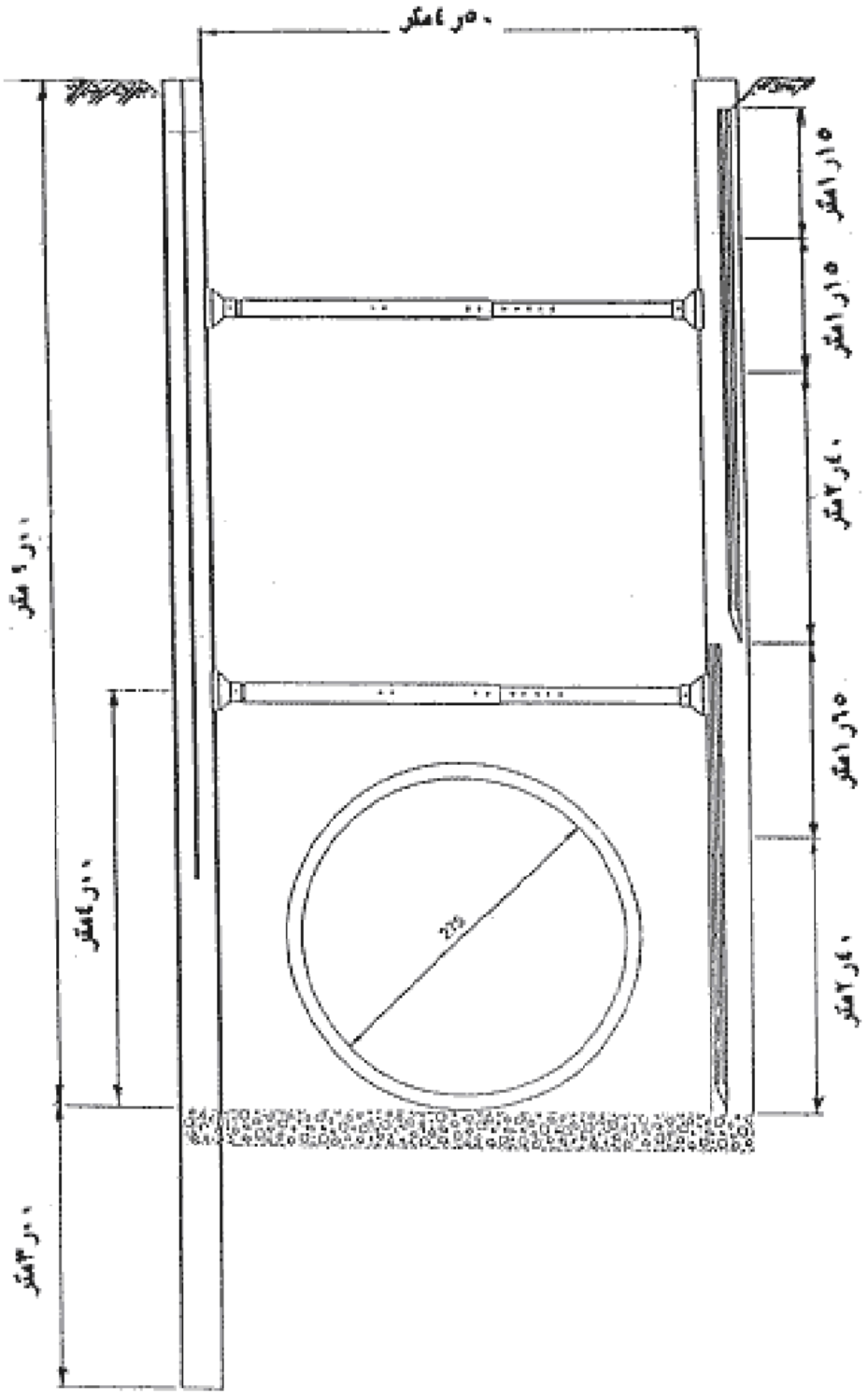
١٠-٨-٣-٢ طريقة التنفيذ للشدات المعدنية العميقة

تتم طريقة تنفيذ الشدات المعدنية العميقة على الخطوات التالية :

١ - يتم تحديد محور الحفر ثم الجوانب. يتم أستخدام ماكينة حفر الخوازيق - أوما يماثلها - لحفر ثقب في الأرض بعمق = طول الكمره. يتم تنزيل الكمره داخل الثقب علي الفور ثم يتم الردم بالرمل. يستكمل حفر باقي الثقوب علي نفس الخط ثم نبدأ حفر الثقوب في الخط الموازي.

٢ - نبدأ الحفر حتي عمق ٢ متر - حسب طبيعه الأرض - ثم ننزل الألواح المعدنيه بين الكمرتين وبحيث يرتكز علي شفتي الكمرتين Flanges. تكون هذه الألواح ذات طرف مسلوب للمساعده في أختراق التربة. يتم الضغط علي الالواح المعدنية بواسطة الحفار

كلما زاد عمق الحفر وهكذا. يضاف ألواح معدنية (بدون طرف مسلوب) فوق الألواح السابقة كلما زاد العمق.



شكل رقم (١٠-٧) الشدات المعدنية العميقة

٣ - عند وصول الحفر الي منسوب أول صف من الدكم، يتم تركيبها في مكانها المحدد.

٤ – يستمر العمل في الحفر والتدكيم وتركيب الستائر حتي نصل الي منسوب التأسيس.

٥ – يتم تنزيل المواسير داخل الحفر ثم بعد أنتهاء التركيب والتجربه نبدأ في الردم حول المواسير.

٦ – ترفع الألواح كلما وصل الردم الي آخرها، كذلك ترفع الدكم عند وصول طبقات الردم عندها وهكذا.

ملاحظة :

فى حالة وجود نزح جوفى يتم إيقاف تشغيل طلمبة تلوالأخرى.

١٠-٨-٣-٣ أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الشدات المعدنية العميقة

عند تنفيذ الشدات المعدنية العميقة يجب أتباع الأرشادات الفنية التالية :

١ – يفضل أستخدام حفارات كبيرة (ذات ذراع طويل) يمكنها من الحفر للمناسيب العميقة بالأضافة الي عملية خلع الألواح المعدنية بعد نهوالعمل.

٢ – يتم خلع القوائم برافع قوي علي أن يكون الرفع الي أعلي رأسيا تماما تحسبا لألتواء القائم، وفي بعض الأحوال يستخدم شاكوش خلع الستائر في خلع القوائم المعدنية.

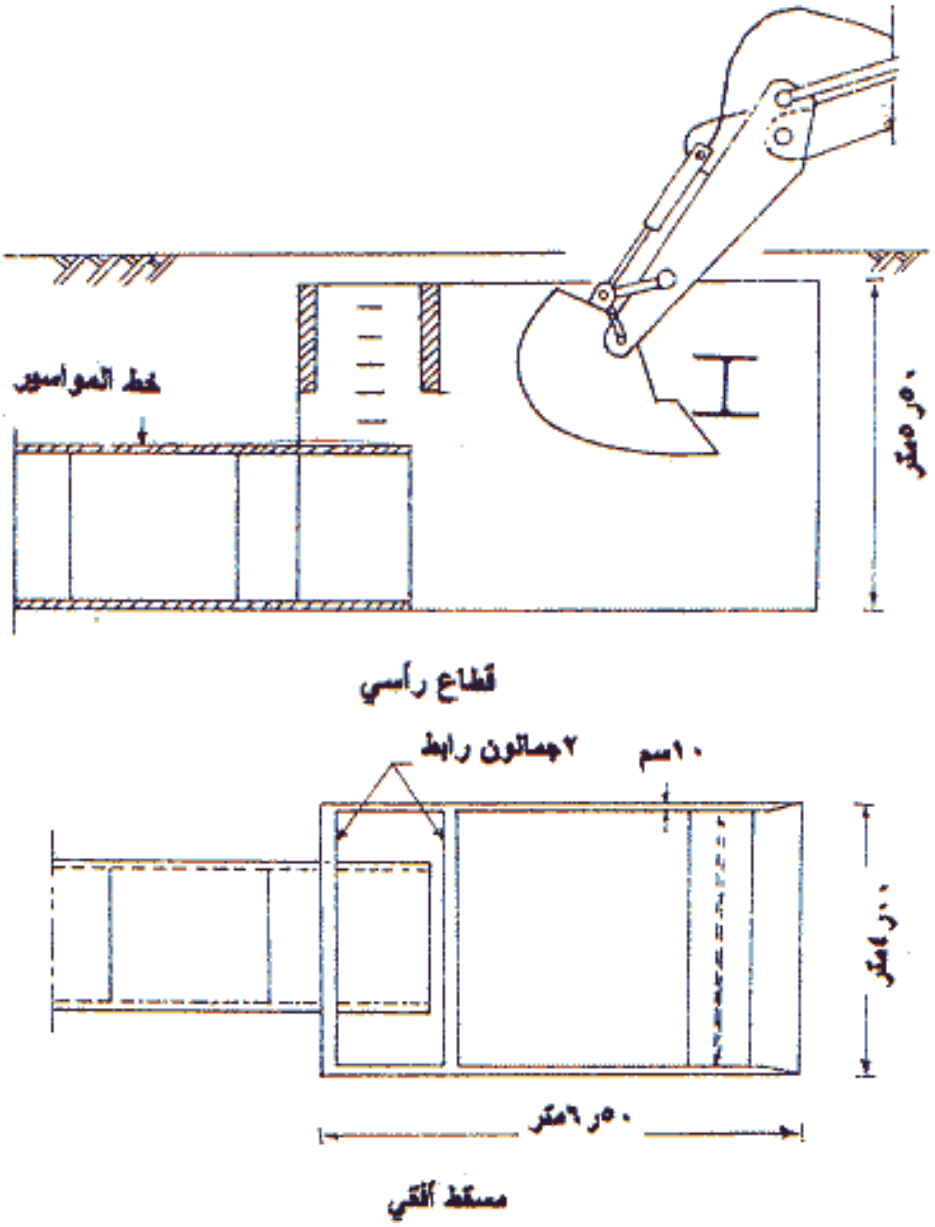
٣ – يمنع أستخدام مهمات حفر الثقوب اليدوية (البريمة) اللازمة للقائم المعدني حيث لا نحصل علي ثقب رأسي تماما – الأمر الذي لا يمكن بسببه تركيب الشده المعدنية. يفضل أستخدام البريمة الميكانيكية للحصول علي ثقب رأسي تماما.

١٠-٨-٤ الصندوق المسحوب Drag Box

هومن أحد الوسائل السهلة والرخيصة لسند جوانب الحفر للمواسير ومجمعات الصرف.

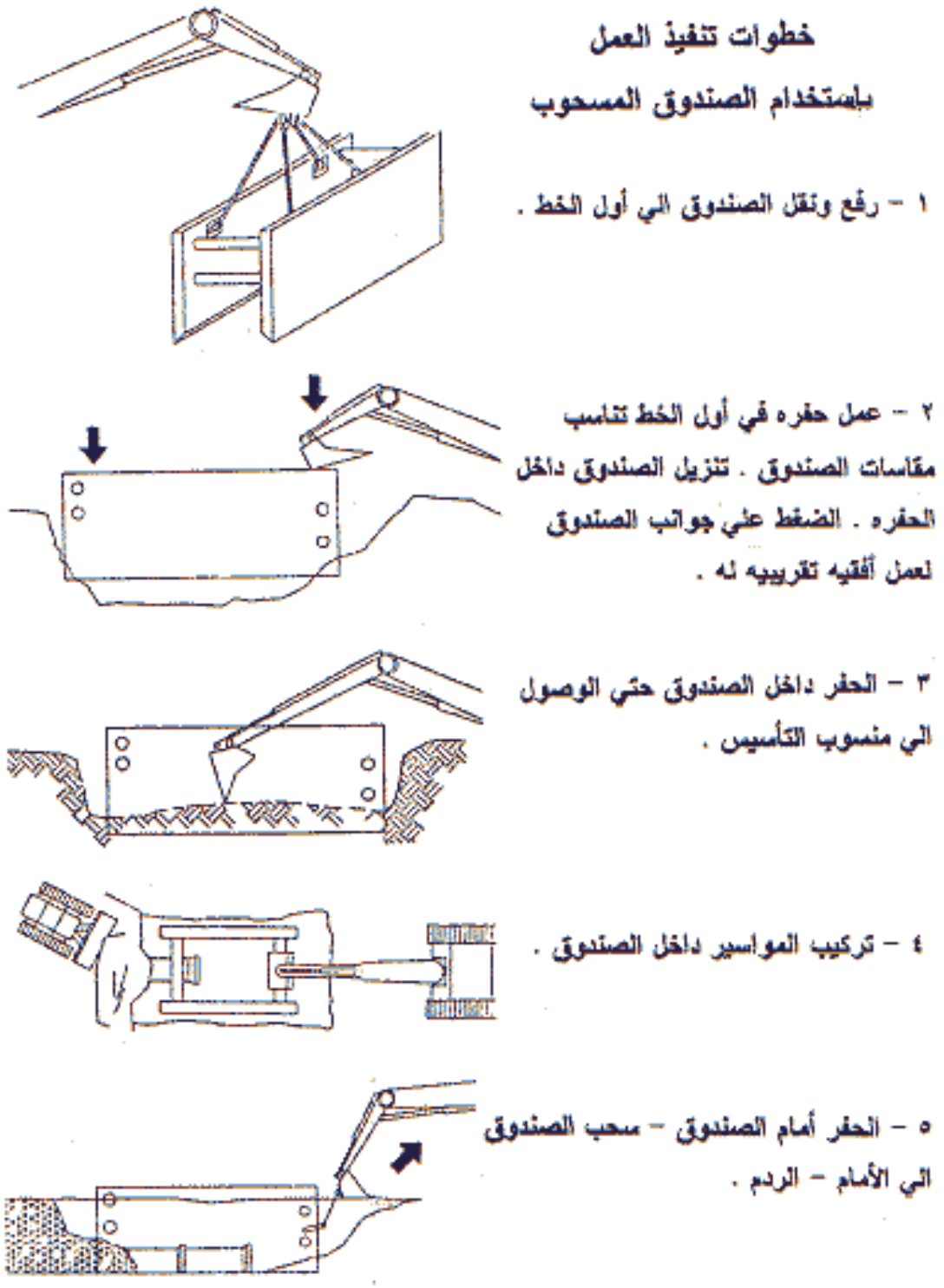
يتم أختيار مقاسات الصندوق من أبعاد الماسوره التي سيتم تركيبها. وهوصندوق معدني بدون سقف أوأرضية وبدون مؤخره أيضا – أي أنه عبارة عن جانبين من المعدن متصلين من الخلف بجمالون معدني بالأضافة الي كمرة معدنية علي شكل حرف H في الجزء العلوي للجوانب – وكما هوموضح بالشكل رقم (١٠-٨) – الجانب المعدني بسمك ٦ سم – من ألواح من الصاج ومقواه من الداخل بقطاعات معدنية.

ويوضح الشكل رقم (١٠-٩) يوضح خطوات العمل باستخدام الصندوق المسحوب



شكل رقم (١٠-٨)

الصندوق المسحوب – صمم الصندوق المسحوب لمشروع مجمع مدينة نصر – مواسير قطر ٢.٧٥ متر



شكل رقم (١٠–٩) خطوات التنفيذ باستخدام الصندوق المسحوب

١٠-٨-٤-١ طريقة الـــتنفيذ

١ – نبدأ الحـــفر عند أول الخط بعمل حفرة تستوعب الصندوق ثم يتم تنزيله بها. يتم أختيار حفار قوي (٢٥٠ حصان) وذوذراع طويل لأداء العمل بكفاءة والوصول الي الأعماق الكبيرة خاصة للمواسير الكبري العميقة.

٢ – نبدأ الحـــفر داخل الصندوق بواسطه الحـــفار مع الضغط بالحفارعلي جوانب الصندوق لجـــعلها في مستوي أفقي تـــقريبا. يستمر الحـــفر حتي الوصول الي المنسوب الـــتصميمي.

٣ – يقوم العمال بتسوية الأرض ودمكها والـــتجهيز لأستـــقبال الماسورة.

٤ – ننزل الماسوره داخل الصندوق مع ضبطها علي المحـــور وعلي المنسوب.

٥ – نشرع في الحفر أمام الصندوق بالحـــفار، وكلما تم حفر ١ متر طولي من الخط، يقوم الحـــفار بسحب الصندوق هذه المسافة كما بالشكل. نقوم بالحفر مترا آخر ونسحب الصندوق وهكذا حتي تكون هناك مسافة مناسبة داخل الصندوق لـــتركيب مـــــــاسورة أخري. يقوم العمال بتسوية الأرض ودمكها لأستقبال الماسورة الـــتالية.

٦ – يتم تركيب الماسورة الـــثانية مع ضبطها (الأفقي والميل) – نبدأ في الردم علي المواسير الـــتي تم تركيبها وكذلك رفع المخلفات الزائدة.

١٠-٨-٤-٢ أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الصندوق المسحوب

١ – تصلح هذه الطريقة في الأماكن الغير موجود بها مرافق تعترض الحـــفر أومرافق يمكن تعـــديل مسارها.

٢ – في حالة وجود مرافق لا يمكن تحويل مسارها، ننهي العمل عند هذه النقطة ونرفع الصندوق ثم نستأنف العمل بعد موقع هذه المرافق بنفس الطريقة السابق ذكرها. الجزء المتروك من الخط يتم عمل مطبق لـــتوصيل طرفي الخط مع عمل شدات خشبية مناسبة.

٣ – يفضل أستخدام جهاز أشعة الليزر لضبط الأفقية والميل نظرا لقيامنا بالردم أولا بأول.

٤ – يفضل العمل بهذه الطريقة في حالة عدم وجود مياه رشح أرضية.

٥ – يفضل أستخدام مطابق جاهزة في الخطوط الطوليه المستــقيمه لــتسهيل العمل. أما في حالة أنحراف الخط أووجود هدار أوتغير نوع أوقطر الماسورة، فيتم تنفيذ المطبق علي بيتـــــــه.

١٠-٨-٥ الشدات المترابطة

هي أحدي الوسائل لصلب جــوانب الحفر الرخيصه والمتاحــه. يمكــن أســتخدامها لأعمال المواسير أوالأنشاءات تحت الأرض.

تتــكون الــشده المترابطة، كما هوموضح بالشكل رقم (١٠-١٠) من الآتي :

١ – كمرات حرف H مصممة لمقاومة ضغط الــتربة.

٢ – الكلبسات المعدنيه لربط الألواح الخشبية بالكمرات.

٣ – ألواح خشبية بقطاع مناسب طبقا للــتصميم.

١٠-٨-٥-١ طريقه الــتنفيذ للشدات المترابطة لخطوط المواسير

تتم طريقة التنفيذ للشدات المترابطة لخطوط المواسير كما يلى :

١ – تحديد محور الخط ثم تحديد الجوانب.

٢ – يتم عمل ثقوب بالأرض بعمق = عمق الكمره المعدنيه – المــسافة بينهــا = ٢ متر. ننزل القائم المعدني داخل الــثقب ثم الردم عليه بالرمال.

٣ – يعمل ثــقوب مقابله للــثقوب السابقة – المسافة بينها = عرض أساس الماسوره. ثم يتم تنزيل الكمرات بها وردم الرمل داخــل الــثقب.

٤ – نبدأ الحــفر داخــل الكمرات بعمق ١ متر ونبدأ في تركيب الكلبسات. تــرص ألالواح الخشبية مع رباطها بالكلبس – كل كلبس يربط لوحين، كما هوموضــح بالشكل رقم (١٠-١١).

٥ – باستمرار تعميق الحــفر, ترص الألواح لــتغطيه جوانب الحــفر مــع رباطهــا بالكلبسات حتي نهايه الحفر. عندما يصل الحفر الي منسوب الدكم يتم وضعها في المكان والمنسوب المحدد.

١٠-٨-٥-٢ أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الشدات المترابطة لخطوط المواسير

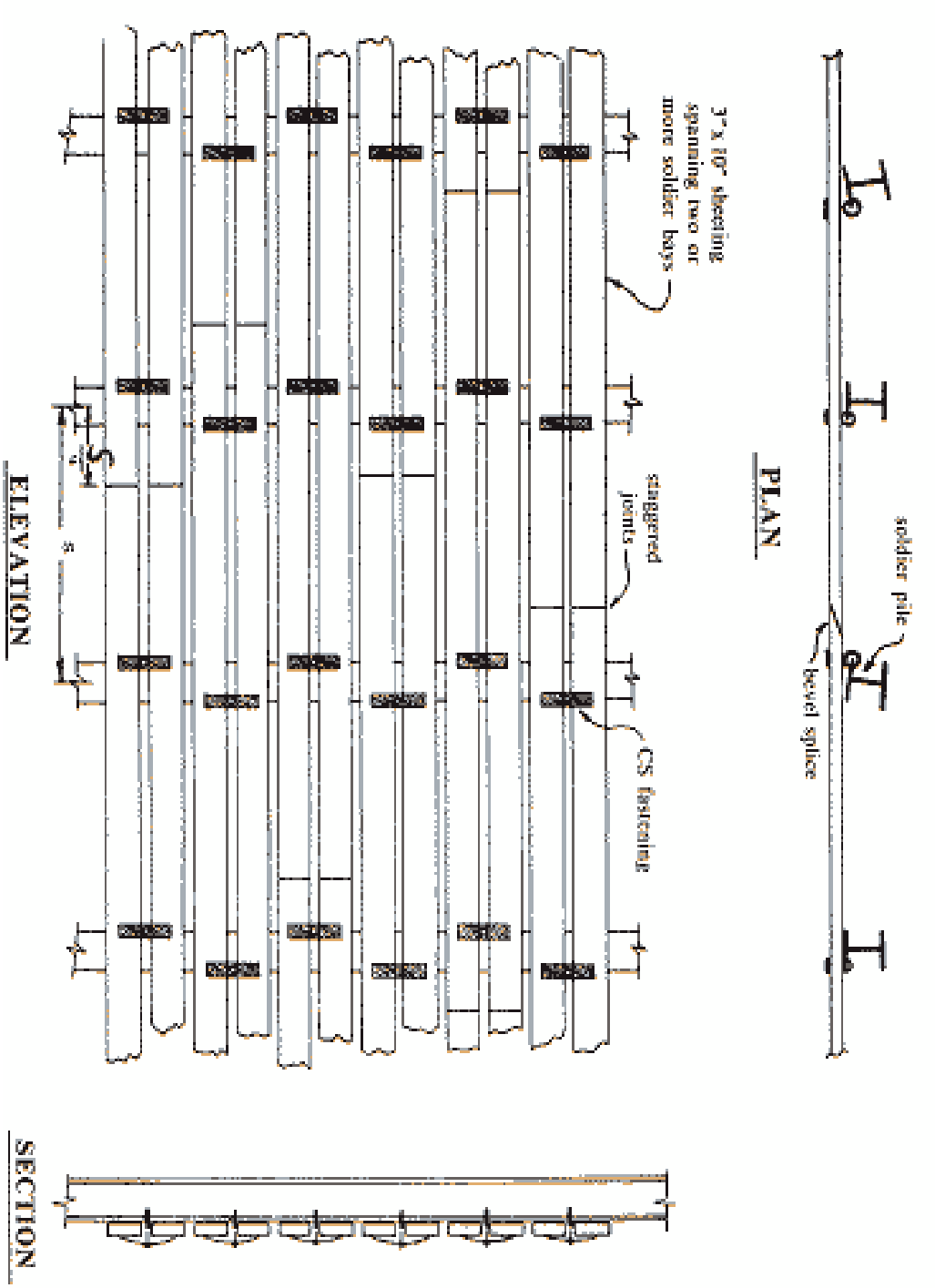
عند تنفيذ الشدات المترابطة يجب أتباع الأرشادات الفنية التالية :

١ – يجب عمل تصميم لجميع عناصر الشده المستخدمة.

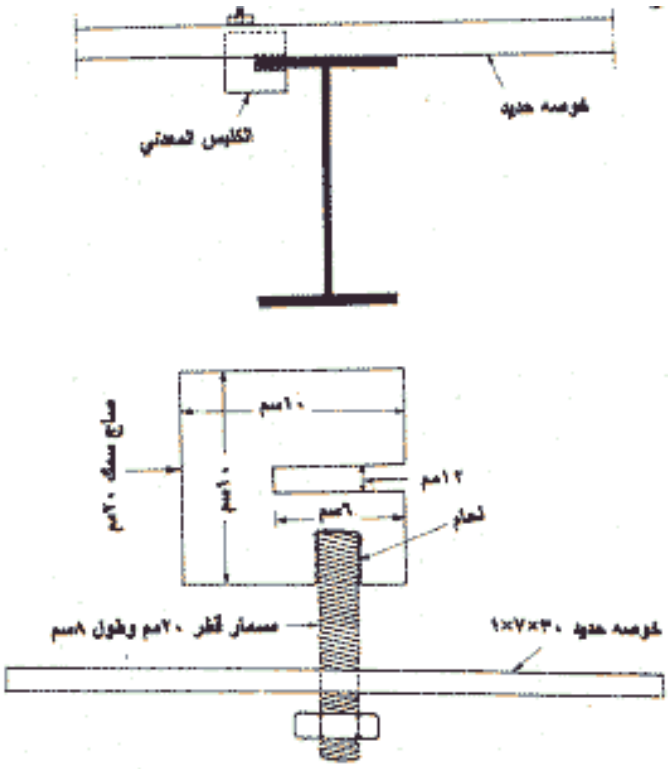
٢ – في حالة وجود فراغ بين جوانب الأرض وجوانب الشدة، يجب ملؤها بالأتربة.

٣ – تكون وصلات الألواح الخشبية مختلفه الموقع Staggered.

٤ – يتم فك الشدة من أسفل الي أعلي مع الردم المتواصل والمتزامن مع الفك.



شكل رقم (١٠-١٠) تفاصيل الشدات المترابطة



شكل رقم (١٠-١١)

مستلزمات الشدات المترابطة

١٠-٨-٥-٣ طريقة تنفيذ للشدات المترابطة لأنشاء المنشآت

وعند تنفيذ للشدات المترابطة الألتزام بالخطوات التالية :

١ - يحدد حدود حفر المبني علي الأرض - نبدأ في عمل الثقوب اللازمة للقوائم المعدنية.

٢ - تنزيل القوائم داخل الثقوب والردم عليها بالرمل.

٣ - بدأ الحفر مع ربط الأخشاب مع القوائم بواسطة الكلبسات كما ذكر.

٤ - عند الوصول الي منسوب أوصف للتدكيم، يمكن تنفيذ الآتي :

أولا : أذا كان طول أحد أضلاع الحفر = ١٠- ١٢ متر يمكن تنفيذ أطار معدني مغلق داخلي أفقي Closed Frame من كمرات حرف H في مواقع التدكيم.

ثانيا : أذا كانت الأضلاع أكبر من هذه المقاسات - يتم أستخدام الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد Prestressed Back Anchors.

١٠-٨-٦ الشدات المختلطة

يعتبر هذا النوع من الصلبات من الأنواع السهلة في التنفيذ والأقتصاديه في التكاليف. يمكن عمل صلبات للمواسير بالأضافه الي منشآت الصرف الصحي تحت الأرض وتتكون الشدات المختلطة من العناصر التالية.

أولا – الكمرات المعدنية علي شكل حرف H.

ثانيا – أخشاب موسكي سمك ٣" وطول ١٩٠ سم أوقصاير عروق بنفس الطول.

١٠-٨-٦-١ طريقة التنفيذ للشدات المختلطة لخطوط المواسير

تتم طريقة التنفيذ للشدات المختلطة لخطوط المواسير كما يلى :

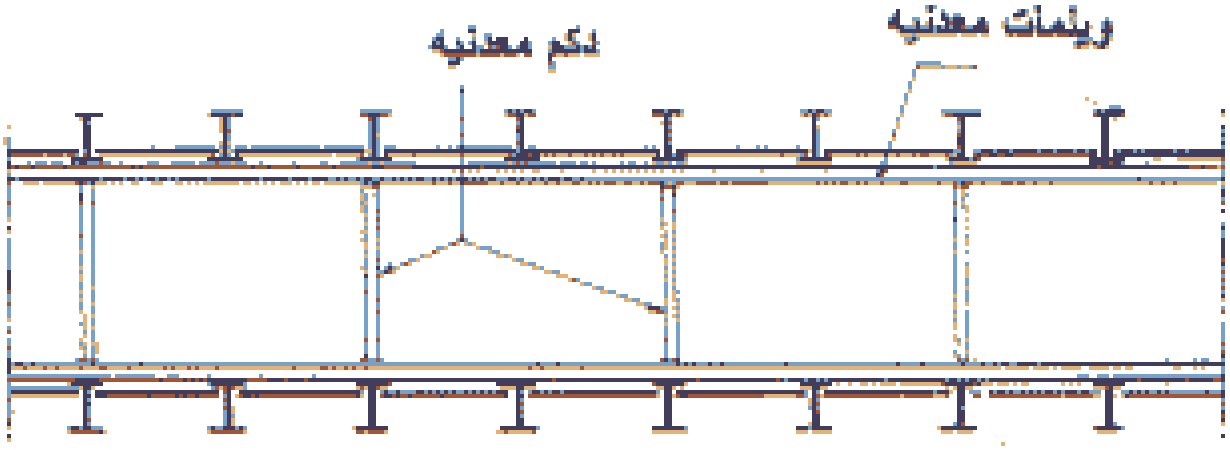
١ – تحديد جوانب الحفر ثم حفر ثقوب رأسيه للكمرات – المسافه بينها ٢متر – ثم وضع هذه الكمرات داخل الثقوب ثم ردم الثقب بالرمال. يتم عمل نفس الشيء للجانب المقابل. هذه العملية مماثله للطريقة السابقة .

٢ – البدأ في الحفر بعمق ١ – ٢ متر ثم وضع قطع الأخشاب داخل شفتي الكمرتين Flanges.

٣ – باستمرار تعميق الحفر يوضع قطع الأخشاب – وعند الوصول الي منسوب الدكمة، يتم تركيبها مع رباطها بسلسله معدنية حتي نصل الي منسوب التأسيس – وكما هوموضح بالشكل (١٠-١٢).

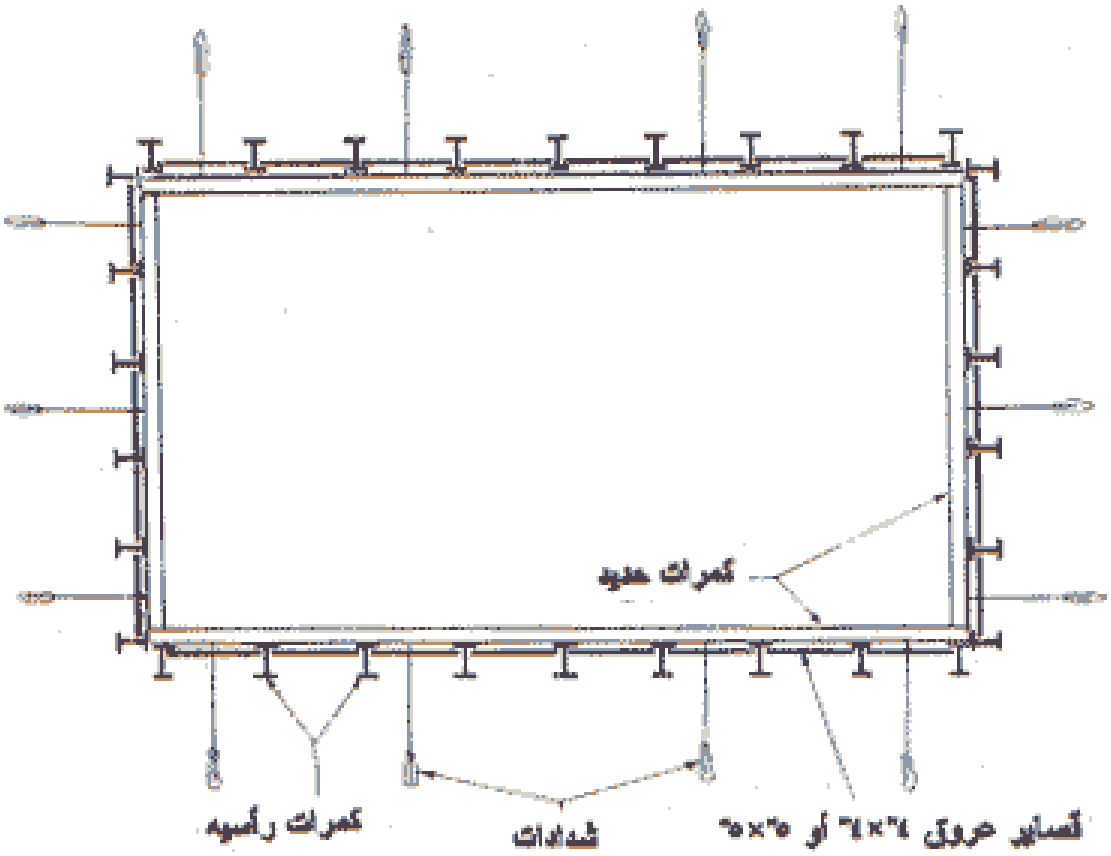
٤ – ننزل الماسورة داخل الحفر ثم الضبط والتركيب. بعد أتمام عمليه التركيب نشرع في الردم. يتم فك الشدة من أسفل مع الردم المتزامن، ثم فك الدكمة المعدنية عند وصول الردم عندها.

٥ – يتم رفع القوائم الحديديه برافع قوي أوبشاكوش خلع الستائر.



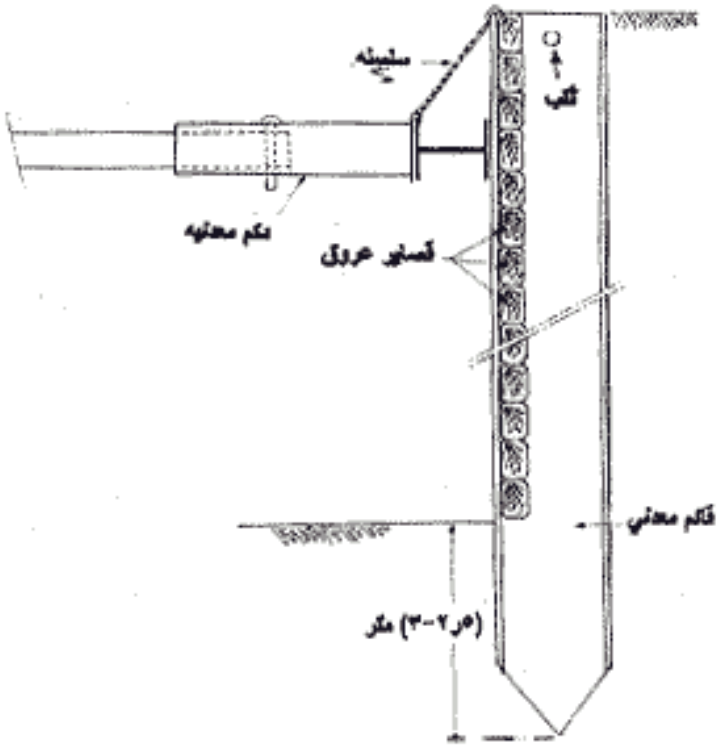
شكل (١٠-١٢ أ)

تنفيذ الشدات المختلطة لخطوط المواسير



شكل (١٠-١٢ ب)

تنفيذ الشدات المختلطة في المشروعات



تابع شكل (١٠-١٢ج)

مكان العروق بين الكمرات المعدنية

١٠-٨-٦-٢ أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الشدات المختلطة للمنشآت

تتم طريقة التنفيذ للشدات المختلطة للمنشآت كما يلى :

١ - يحدد جـوانب الصلبات علي الأرض ثم نبدأ في عمل الـثـقوب اللازمه للقوائم الحديديه علي المسافات المحدده. يتم تنزيل القوائم فـي مكانهـا والـردم عليهـا بالرمال.

٢ - نبدأ في الحفر مع تركيب الأخـشاب حتي منسوب أول أطارات الـتدكيم. ينقسم الـتفيذ الي مرحلتين :

المرحلة الأولى :

أذا كان أحد الأبعاد = ٦ - ١٢ متر فأنه يمكن عمل أطار معدني Closed Frame أفقي من الداخـل من كمرات حديديه بقطاع مناسب يتم تصميمه لمقاومة ضغط التربة. كما ينفذ أطارات أخري عند مناسيب التدكيم.

المرحلة الثانية :

أذا كانت الأبعاد أكبر من ذلك بحيث يستحيل تنفيذ الأطارات السابقة – يتم في هذه الحالة تنفيذ شدادات خلفية سابقة الأجهاد في منسوب التدكيم.

١٠-٨-٧ الستائر المعدنية

يفضل أستخدام الستائر المعدنية لعمل صلبات الحفر لخطوط الصرف العميقة أوالأ نشاءات تحت الأرض. هذه النوعيه من الصلبات تعتبر مكلفة نظرا لأستيرادها من الخارج بجانب أحتياجها لمعدات الدق والخلع بالأضافة الي المهاره الخاصة في التشغيل والتنفيذ.

١٠-٨-٧-١ طريقة التنفيذ للستائر المعدنية لخطوط المواسير

تتم طريقة التنفيذ للستائر المعدنية للخطوط كما يلى :

١ – يصنع هيكل معدني – أوخشبي –(جباري) – لرص الستائر وحفظها في الوضع الرأسي. الجباري بطول ٤ متر وأرتفاع ٣ متر،وكما هوموضح بالشكل رقم (١٠-١٣). يتم ضبط رأسية الجباري وتثبيت مكانه.

٢ – يتم رص الستائر علي الجباري. يكون أولها عند سطح الأرض. ثم نبدأ في دق أول ستاره بالشاكوش حتي يقترب الشاكوش من الجباري. ننقل الشاكوش الي الستارة التالية ونبدأ في الدق حتي منسوب الجباري ثم ننتقل الي الستاره الثالثه وهكذا حتي الأ نتهاء من مجموعه الستائر علي الجباري. تسمي عملية الدق الأولي (فيش).

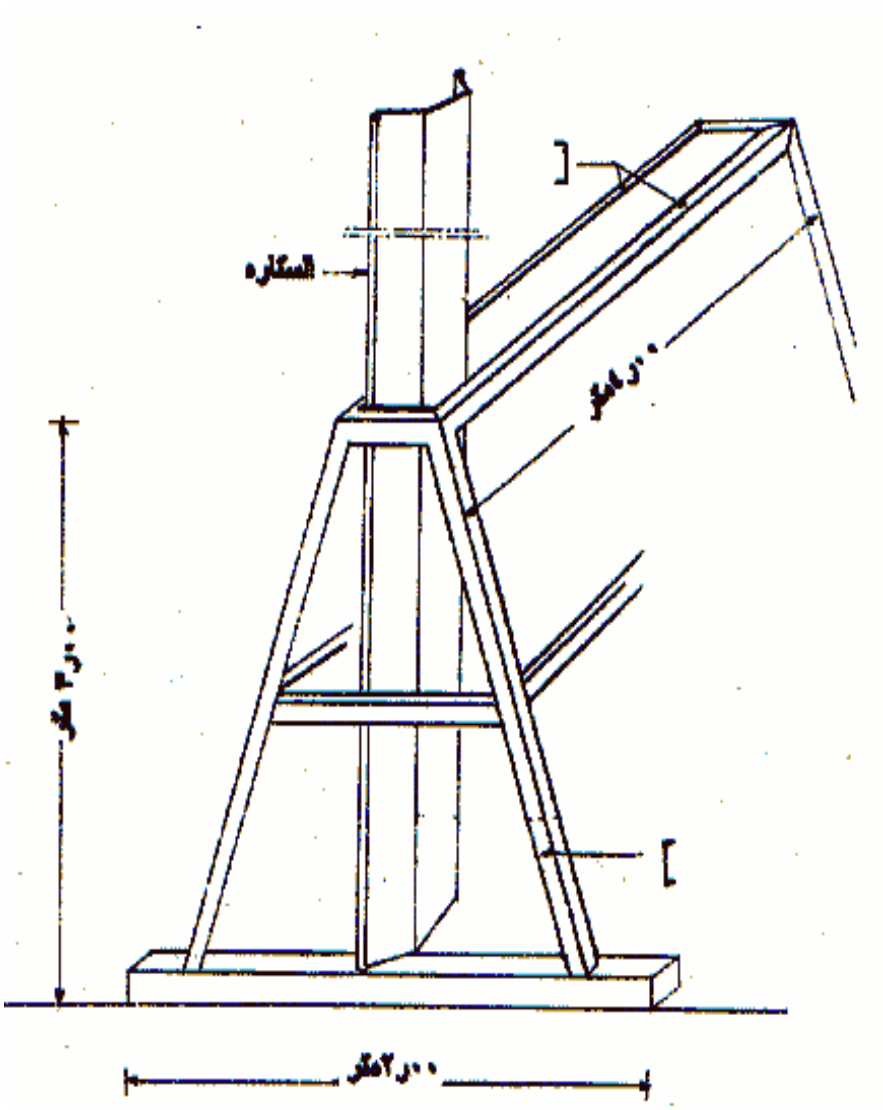
٣ – ننقل الجباري الي الموقع المجاور وننفذ نفس العمليه وهكذا حتي ينتهي الدق الأولي للستائر.

٤ – بعد الأستغناء عن الجباري نبدأ في دق الستائر الي المنسوب المطلوب. تسمي هذه العملية (كوت).

٥ – نبدأ الحفر داخل الستائر حتي منسوب أول التدكيم. تثبت الدكم في مكانها ونستأنف الحفر حتي المنسوب التالي للدكم. تثبت الدكم في مكانها ثم نستأنف الحفر وهكذا حتي الوصول الي منسوب التأسيس.

٦ – بعد أتمام عملية التركيب نبدأ في الردم حتي منسوب أول دكمه من أسفل حيث يتم فكها ورفعها. يستأنف الردم مره أخري حتي الوصول الي الدكمه التاليه ثم رفعها وهكذا.

٧ – يستخدم شاكوش الخلع مع الرافع في خـــلع الستائر ونقلها الي منطقه العمل التالية.



شكل (١٠-١٣) تفاصيل الجباري

١٠-٨-٧-٢ تنفيذ الستائر المعدنية للمنشآت العميقة

يتم تنفيذ الستائر المعدنية للمنشآت العميقة

١ – تنفذ عملية الدق كما سبق.

٢ – المنشأت الـــتي يكون أحد أضلاعها بطول ١٠– ١٢ متـــر– يمكـــن أن يـــتم تدكيمها بواسطه أطار معدني مقفـــل closed frame مـــن كمـــرات بقطاعـــات مناسبة.

أما المنشآت ذات الأبعاد الأكبر، تستخدم الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد.

٣ – نبدأ الحفر حتي نصل الي منسوب أول صف دكم. يتم تركيب الأطـــار المعـــدني أوالشدادات الخلفية.

٤ – نستأنف الحفر مرة أخري حتي منسوب الدكم الـــتالية. يـــتم تركيـــب الأطـــار المعدني أوالشدادات ثم أستكمال الحفر مرة أخري حتي منسوب الـــتأسيس.

٥ – بعد أتمام الأعمال يتم خلع الستـــائر بواسطه شاكوش الخـــلع بعد تفوير وأزالة الـــتدكيم.

١٠–٨–٧–٣ أرشادات فنية لتنفيذ الستائر المعدنية

١ – تجهز بعض المعدات مثل الحفار أوالرافع بتجهيزات خاصة لعملية دق الـــستائر، ويمكن الأستغناء عن الجباري في هذه الحالة بالأضافة الي سهولة العمل.

٢ – يعتبر أختيار المهندس لنوع الشاكوش من أهم عوامل نجاح العملية – فيما يلـــي نعرض فكرة مبسطة لهذه المعدات.

١٠–٨–٧–٤ أنواع الشواكيش

– شواكيش تعمل بالديزل – قدرات مختـــلفة.
– شواكيش تعمل بالهواء – قدرات مختـــلفة.
– هزازات – قدرات مختلفة.
– شواكيش تعمل بالبخار – طرازات قديمة.

وفيما يلى وصف تفصيلى لأنواع هذه الشواكيش المستخدمة.

أولا شواكيش الديزل أوالهواء أوالبخار Diesel - Pneumatic - Steam Hammers

تصلح للعمل في الأرض الطينية. يتم أختيار حجم وطاقة الـــشاكوش طبقـــا للطـــول المطلوب دقه من الستارة، كذلك قطاع الـــستارة ونـــوع الأرض. واذا تـــم أختيـــار شاكوش ذوطاقه عالية مع قطاع ستارة صغير يمكن أن يؤدي الي الأنبعـــاج الـــشديد لرأس الستاره وتلف جزء كبير منها وأستحالة الدق. يزود الـــشاكوش بطاقيـــة مـــن الخشب تركب أسفله للحـــفاظ علي قطاع الستارة.

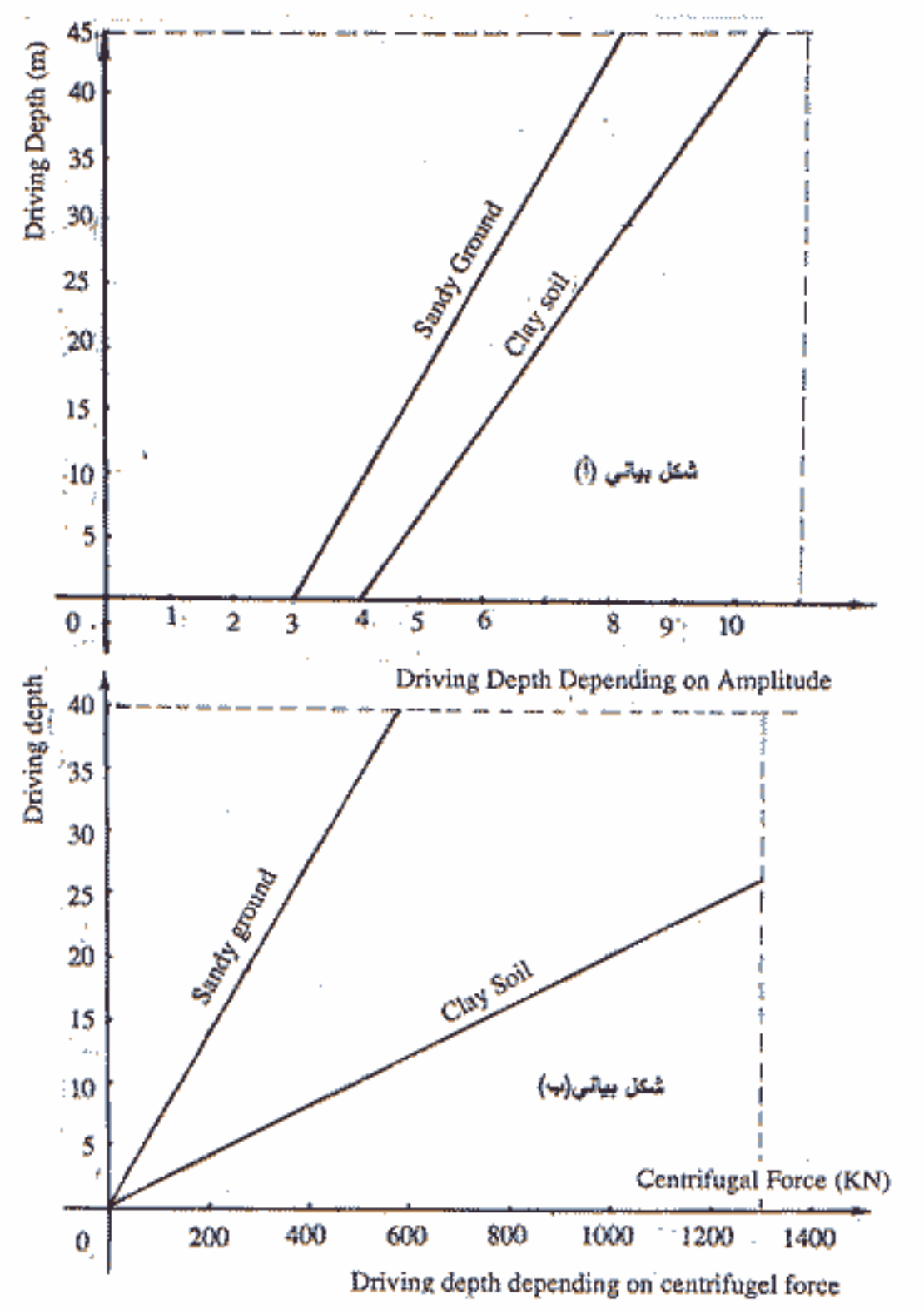
ثانيا الهزازات Vibrators

يصلح هذا النوع للعمل في الأرض الرملية أوالسيلت ويفضل وجود مياه للمساعدة في تـقليل أحتكاك التربة علي بدن الستاره. وقد تضاف المياه أثناء الدق للمـساعده فـي حالة عدم وجود مياه رشح. يمكن أيضا أستخـدام الهزازات فـي الـتربة الطينيـة أوالمخـتلطه بشرط وجود المياه للمساعده في عمليه الدق- وكما هوموضح بالـشكل رقم (١٠-١٤).يبين تفاصيل الهزاز اللازم لدق الستائر.

الشكل البياني (١٠-١٥أ) يساعد علي أختيار الشاكوش الهـزاز بمعلوميـه الأختبـار القياسي للأختراق .S.P.T وكذلك عمق الدق.

الشكل البياني (١٠-١٥ب) يساعد علي أختيار الشاكوش الهزاز بمعلومية عمق الـدق ونوع الـتربة.

شكل (١٠-١٤) تفاصيل الهزاز



شكل رقم (١٠-١٥)

العلاقة بين نوع الشاكوش الهزاز وعمق الدق ونوع التربة

الأختبار القياسى للأختراق

١٠-٨-٧-٥ طرق مساعدة لدق الستائر

هناك عدة طرق مساعدة لعملية دق الستائر المعدنية ويمكن تلخيص وصفها كما يلى :

١ – دفع هواء أسفل الستارة : يقلل من مقاومة الأحتكاك أثناء عملية الدق. يستخدم ضاغط هواء طاقته لا تقل عن ٥ متر مكعب من الهواء / دقيقة. تفضل هذه الطريقة في الدق في طبقات الرمل مع وجود المياه.

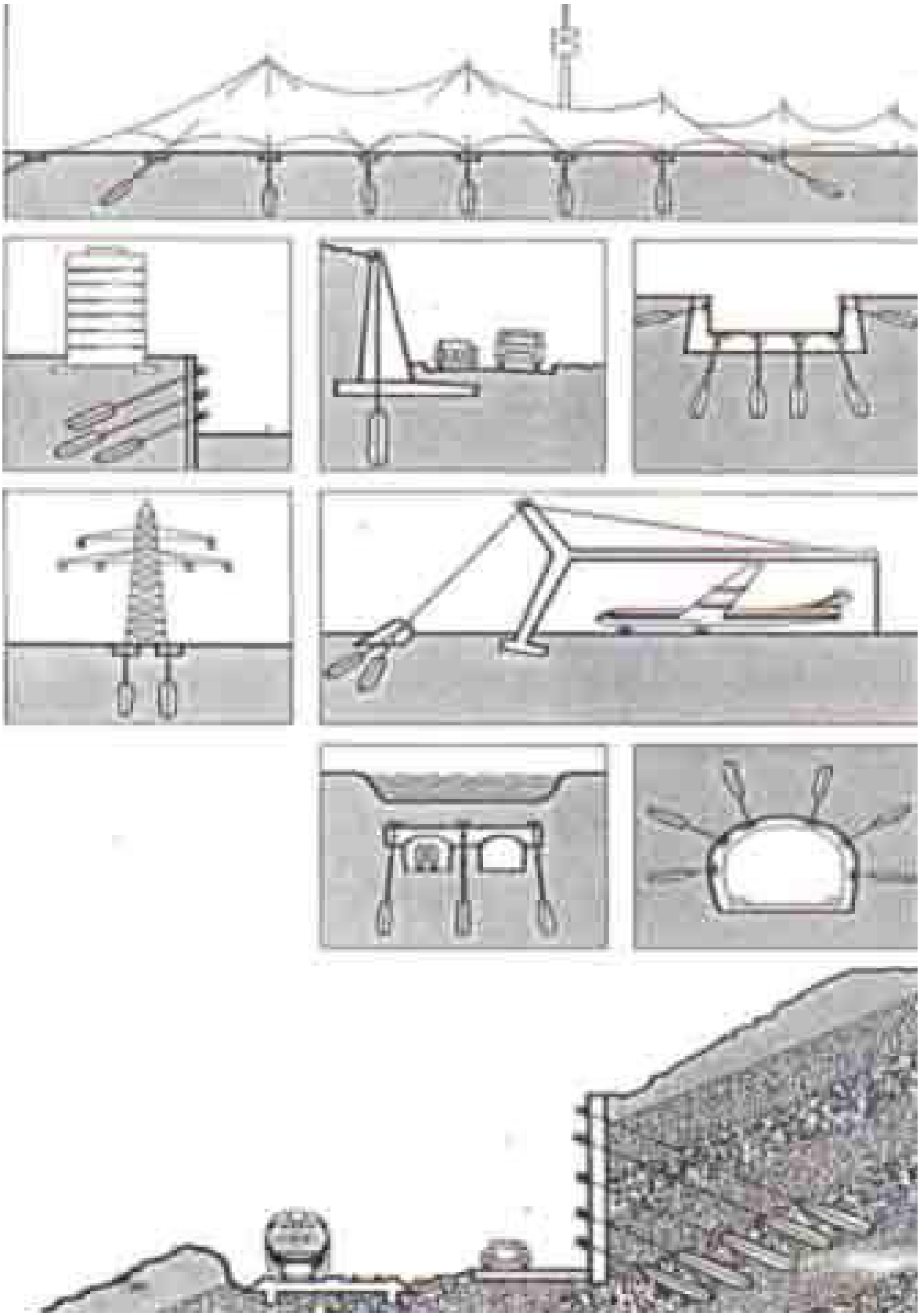
٢ – دفع المياه أسفل الستاره : تدفع المياه أسفل الستاره تحت ضغط مائي = ١٠-٢٠ ضغط جوي. تسهل هذه العملية الي حد كبير من عملية دق الستائر حيث تقلل الأحتكاك الي حد كبير. يمكن دفع المياه في ماسورة قطرها ٢٥ مم وتنتهي بقطر ٦ مم. تصلح هذه الطريقة في التربة الرملية. يجب التوقف عن دفع المياه قبل الوصول الي منسوب التأسيس بمتر واحد علي الأقل حتي لا تحدث قلقلة لطبقة التأسيس.

٣ – دفع المياه أسفل الستاره تحت ضغط عالي جدا : تصلح هذه الطريقة في الطبقات الطينية شديدة التماسك. يتم ضغط المياه بضغط ٣٠٠ – ٥٠٠ ضغط جوي وكميه مياه = ٢٠ لتر / دقيقة. تقلل هذه العملية من أحتكاك التربه فضلا عن أختراق طبقات الأرض أسفل الستارة. أحد المشروعات المتميزة للستائر المعدنية.

١٠-٨-٨ الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد Pre stressed Back Anchors

تعتبر الشدادات الخلفية من الحلول الأساسية الهامة لسند جوانب الحفر للمنشآت تحت سطح الأرض ولأي عمق مثل بيارات طلمبات الصرف الصحي أوالبدرومات.

ويمكن أن تعمل الشدادت مع الستائر المعدنية والحوائط اللوحية والحوائط الخازوقية بالأضافة للشدات المترابطة والشدات المختلطة. كما تفيد هذه الشدادات في حماية وضمان الميول الصخريه مثل جوانب الطرق أوالقنوات المائيه وذلك بربط هذه الجوانب بشدادات عميقه ومستديمه لربط الطبقات السطحيه بالطبقات العميقه. كما تستخدم في رباط لأساسات للمنشآت المعرضه لقوي رفع مائية Up Lift في طبقات الأرض السفلي لمقاومة قوي الرفع المذكورة. تطبيقات أستخدام الشدادات الخلفية – والشكل رقم (١٠-١٧) يوضح تطبيقات لأستخدام الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد.



شكل رقم (١٠-١٧)

تطبيقات أستخدام الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد

١٠-٨-٨-١ مكونات الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد

يتكون الشداد من الأجزاء الآ تية :

١ - طول الــتماسك Bond Length.

٢ - الطول الحر Free Length.

٣ - رأس الشداد Anchor Head.

١٠-٨-٨-٢ طريقة الــتنفيذ للشدادات الخلفية سابقة الإجهاد

وطريقة الــتنفيذ للشدادات الخلفية سابقة الإجهاد تتم بالخطوات التالية :

١ - نبدأ الحفر في المنشأ حتي نصل الي منسوب الشدادات.

٢ - تحديد نوع الشداد : هل هوشداد مؤقت أم شداد دائم. الشداد الــدائم يظــل بعمــر المنشأ وله طريقه تنفيذ خاصه وأشتراطات خاصة، أما الشداد المؤقت فأنــه يعمــل لفتره محدده هي زمن لمشروع ثم يتم الأستغناء عنه - وكما هوموضــح بالــشكل (١٠-١٨)، كما أن الشكل رقم (١٠-١٩) يوضح تفاصيل الشدادات الخلفية ســابقة الأجهاد.

٣ - تبدأ ماكينة الــتخريم في عمل ثقب الشداد بالقطر والميل والطول المطلوب, والذي تم تحديدهم في الــتصميم.

٤ - تدفع ماسورة معدنية رقيقة ذات جــدار معرج الي داخل الــثقب حتي نهايته.

٥ - تدفع الي داخــل الماسورة مجموعة الكابلات (ذات القوه الفائقه) في حزمة واحــدة بالأضافه الي مواسير الحقن

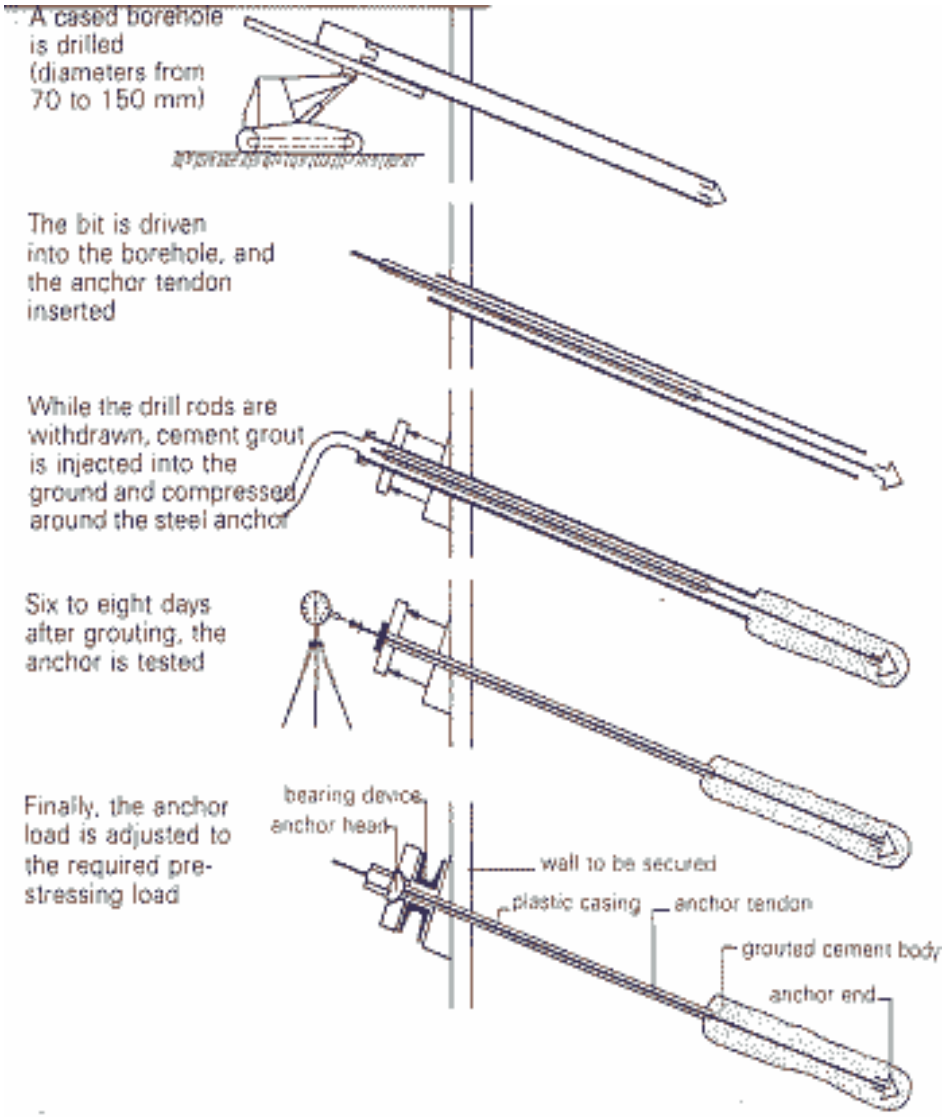
٦ - تبدأ عملية الحقن بالأسمنت اللباني (أسمنت مقاوم للكبريتات) تحت ضغط عالي حتي تملأ الماسورة المعرجه وكذلك الفراغ بين جــدار الحــفر والماسوره المعرجة.

٧ - يترك الشداد فتره حتي يتم وصول المونه الي القوه النهائيه.

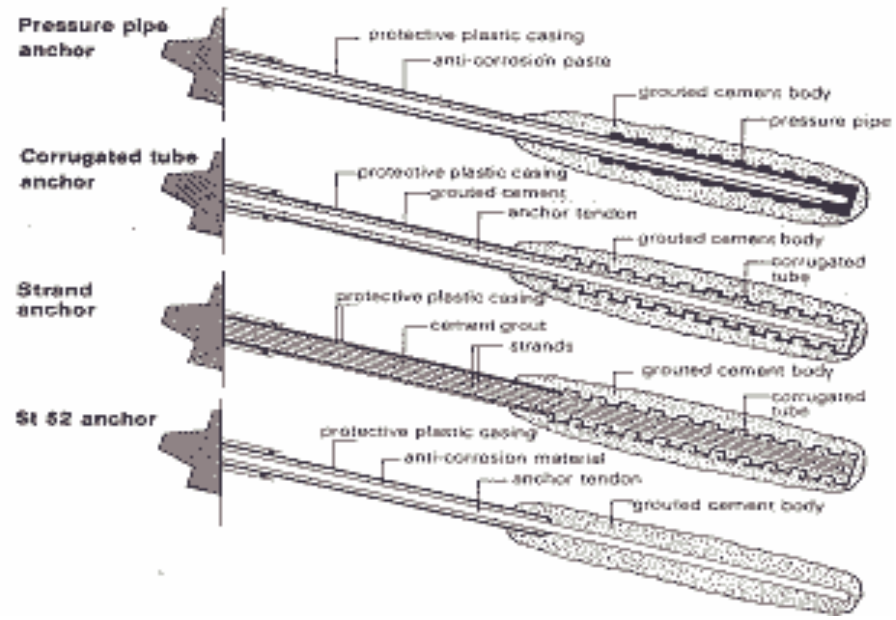
٨ - تصنع رأس الشداد علي الحائط المقابل- ثم تبدأ عمليه شد الكابلات بواسطه روافع هيدروليكية خاصة حتي نصل الي القوه المطلوبة في الشداد.

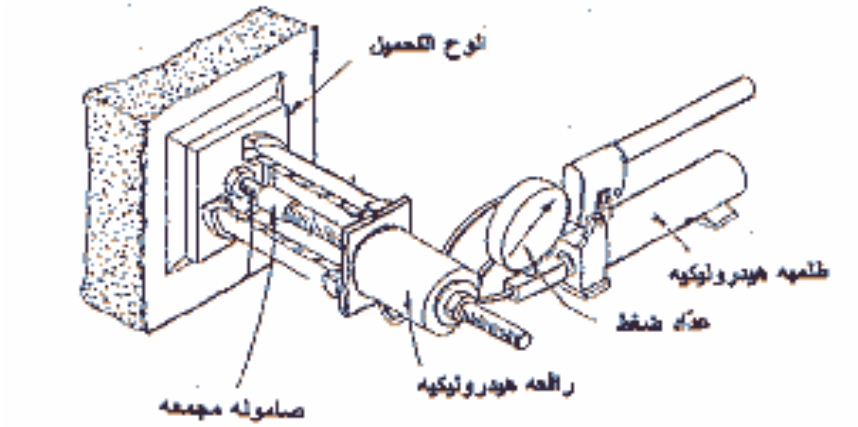
٩ - يتم عند كل حزمة من الكابلات وضع خــوابير معدنية مخروطيــه الــشكل وعنــد أيقاف الروافع ومحاوله الكابلات العوده الــي الوضــع الأصــلي - بعــد حــدوث الأستطاله في الكابلات - فأن الخوابير المعدنيه تمنع أرتداد الكابلات - كما تــقاوم الحلقة المعدنية الممسكة بمجموعة الخوابير أرتدادها. تتولد قوي كبيرة جــــدا فــي الكابلات= قوه الشد المصمم عليها الشداد.

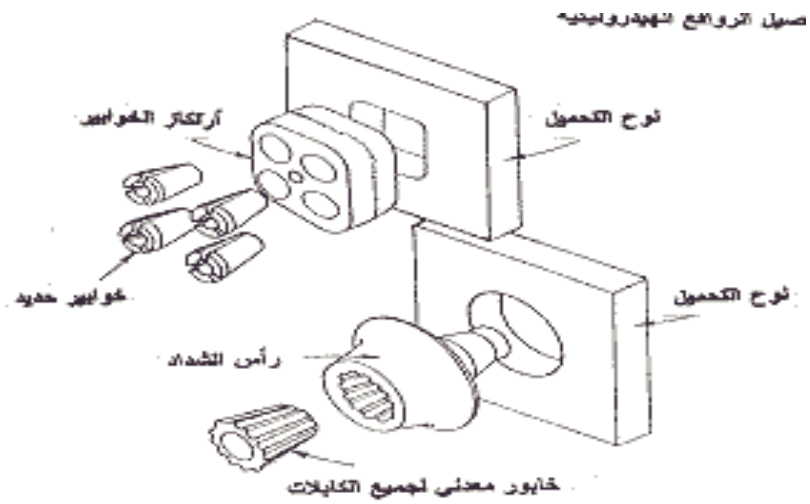
١٠- في حاله الشدادات المؤقــتة, لا تستخدم الماسورة المعدنيــة ذات الجــدار المعــرج ويكتفي بماسوره حقن واحدة في محور الشداد.



شكل رقم(١٠-١٨) خطوات أنشاء الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد.







شكل رقم (١٠-١٩) تفاصيل الشدادات

الفصل الحادى عشر

تخفيض منسوب المياه الجوفية السطحية

من المشاكل الهامة التي تواجه مهندس تنفيذ مشروعات نظم الصرف الصحى هوأختيار الأسلوب المناسب للتخلص من مياه الرشح أو تخفيض نسوب المياه الجوفية لذلك فمن المهم أن يكون علي دراية كافية بهذا التخصص من أعمال التنفيذ. وتعتبر عمليه التحكم في المياه الجوفية من العمليات المؤثرة علي أقتصاديات المشروع. ويمكن أن يخسر المقاول عطاء تقدم اليه بسبب الأختيار الخاطىء في أسلوب مقاومة المياه الجوفية. كما يمكن أن يتسبب عدم درايه المهندس بالأساليب الصحيحه لتخفيض نسوب المياه الجوفية في هبوط وتصدع المباني المجاورة.

١١-١ الطرق الشائعة الأستخدام في التحكم في المياه الجوفية السطحية

١ - طريقة النزح السطحي Surface Dewatering

٢ - طريقة الآبار الأبرية Well Point System

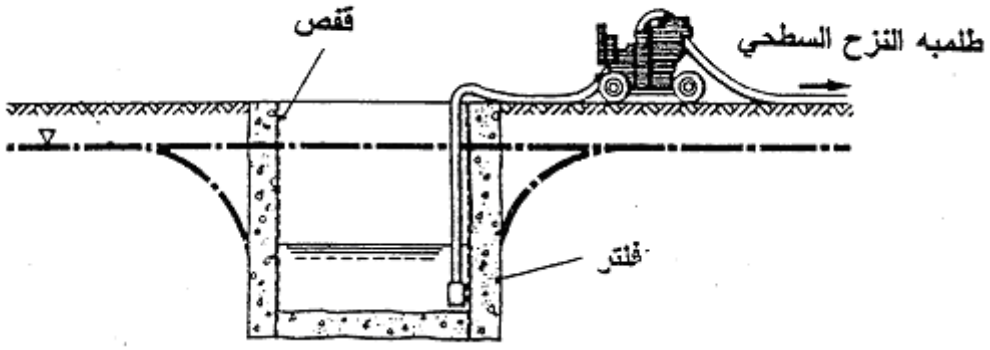
٣ - طريقة الآبار العميقة Deep Wells.

١١-١-١ طريقة النزح السطحى

هي أكثر الطرق بساطة وشيوعا وأقلها تكلفة وتتلخص في أختيار أوطي نقطة في منقة المشروع لوضع طلمبة النزح حيث تتجمع المياه الجوفية في أوطي نقطة لتقوم طلمبة النزح بسحبها وإلقاء المياه في أقرب مجري مائي أومطبق صرف صحي، كما هو موضح بالشكل رقم(١١-١).

وسحب المياه بهذه الطريقة ولمده طويلة دون الأخذ في الأعتبار الأحتياطات اللازمة ممكن أن يؤدي الي هبوط المباني المجاورة، حيث تأتي مياه الرشح الي أوطي نقطة (الطلمبة) ومن أسفل المباني المجاورة حاملة معها الجزيئات الدقيقة للتربة, مما يحدث خلخلة التربة أسفل هذه الأساسات نتيجة استمرارية الهبوط لمنسوب المياه الجوفية مع النزح لفترة طويلة.

لذلك يجب الأحتياط بأن تكون عملية النزح في أقل وقت ممكن – بالأضافة الي أنه يفضل عمل بئر صغير عبارة عن برميل مثقب ومحاط بطبقة من (زلط + رمل) لزوم فانوس الطلمبة, حيث سيمنع هذا الفلتر نسبة كبيرة من جزيئات التربة المحمولة بواسطة مياه الرشح.



شكل (١١-١) طلمبة النزح السطحي

ويمكن لهذا النظام سحب مياه الرشح حتي عمق حفر = ٣ متر في الأحوال العادية. وفي بعض الأحوال عندما تكون طبقات التربة شديدة التماسك، قليلة النفاذية, الأمر الذي يمكن من نزح المياه الي أعماق أكبر من ثلاثة امتار. ومثال لذلك في أحد مشروعات الصرف الصحى بالقاهرة, تم عمل نزح سطحي لخط مواسير بعمق ٨ أمتار منهم ٦ أمتار مياه رشح وكانت الأرض من الطمي شديد التماسك. بينما – في مشروع آخر – كان عمق الحفر = ٢ متر منهم ١ متر مياه رشح وكانت طبيعه التربة من الطمي السيلتي Silty Clay ولم يتمكن من تجفيف المياه بطريقة النزح السطحية حيث كانت النفاذية عالية وتم التنفيذ بواسطة الآبار الأبرية.

١١-١-١-١ تقدير الهبوط أسفل الأساسات بسبب أنخفاض منسوب المياه الجوفية (مياه الرشح)

١ – حساب R_o من المعادلة رقم (١١-١) وكذلك من الجدول رقم (١١-٢), حيث Ro هي نصف قطر دائره التأثير.

٢ – تحسب R ، كما هو موضح بالشكل رقم(١١-٢). وهي المسافة بين منتصف قاعدة أول عامود علي الواجهه وفانوس طلمبة سحب المياه السطحية.

٣ – حساب R_o / R من المنحني و إيجاد نسبة إنخفاض المياه h_o / h من الرسم، ومن ثم إيجاد قيمة h_o.

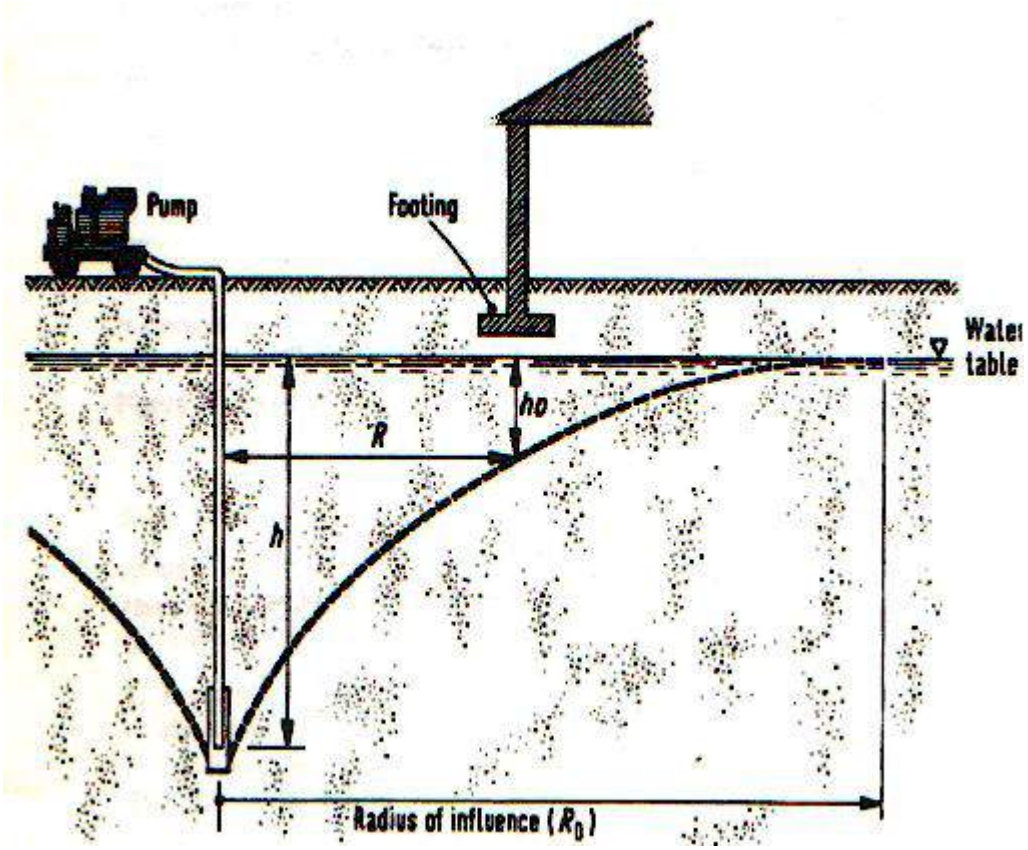
٤ – بمعلومية الأجهاد الآمن للتربة Bearing Capacity – q_a يمكن حساب قيمة الهبوط من المعادلة :

$$\text{Settlement (mm)} = 490\ h_o / q_a \qquad (١-١١)$$

حيث

h_0 بالمتر

q_a لكل متر مسطح



شكل (١١-٢) منحني الهبوط لمنسوب المياه الجوفية)مياه الرشح)
بطريقة النزح السطحي

جدول رقم (١١-١)

العلاقة بين إنخفاض منسوب المياه الجوفية بالآبار السطحية مع إختلاف النفاذية طبقا لأنواع التربة

إنخفاض المياه h داخل البئر متر	رمل ناعم		خليط من الزلط والرمل النظيف		زلط نظيف	
	النفـــــــــــــــــــــــاذيه (متر/ ث)					
	$١٠^{-٥}$	٥ × $١٠^{-٥}$	$١٠^{-٤}$	٥ × $١٠^{-٤}$	$١٠^{-٣}$	٥ × $١٠^{-٣}$
١	٩	٢١	٣٠	٦٧	٩٥	٢١٢
١.٥	١٤	٣٢	٤٥	١٠١	١٤٢	٣١٨
٢	١٩	٤٢	٦٠	١٣٤	١٩٠	٤ ٤٢
٢.٥	٢٤	٥٣	٧٥	١٦٨	٢٣٧	٥٣٠
٣	٢٨	٦٤	٩٠	٢٠١	٢٨٥	٦٣٦
٣.٥	٣٣	٧٤	١٠٥	٢٣٥	٣٣٢	
٤	٣٨	٨٥	١٢٠	٢٦٨	٣٧٩	٨٤٩
٤.٥	٤٣	٩٥	١٣٥	٣٠٢	٤٢٧	٩٥٥
٥	٤٧	١٠٦	١٥٠	٣٣٥	٤٧٤	١٠٦١
٥.٥	٥٢	٧٧	١٦٥	٣٦٩	٥٢٢	٧٦٧
٦	٥٧	١٢٧	١٨٠	٤٠٢	٥٦٩	١٢٧٣
٦.٥	٦٢	١٣٩	١٩٥	٤٣٦	٦١٧	١٣٧٩
٧	٦٦	١٤٨	٢١٠	٤٧٠	٦٦٤	١٤٨٥
٧.٥	٧١	١٥٩	٢٢٥	٥٠٣	٧١٢	١٥٩١
٨	٧٦	١٧٠	٢٤٠	٥٣٧	٧٥٩	١٦٩٧
٨.٥	٨١	١٨٠	٢٥٥	٥٧٠	٨٠٦	١٨٠٣
٩	٨٥	١٩١	٢٧٠	٦٠٤	٨٥٤	١٩٠٩
٩.٥	٩٠	٢٠٢	٢٨٥	٦٣٧	٩٠١	٢٠١٥
١٠	٩٥	٢١٢	٣٠٠	٦٧١	٩٤٩	٢١٢١
١٢	٧٤	٢٥٥	٣٦٠	٨٠٥	٧٣٨	٢٥٤٦
١٥	١٤٢	٣١٨	٤٥٠	١٠٠٦	١٤٢٣	٣١٨٢

$$Ro = 3000\ h\ (k)^{0.5}\ \text{Radial flow)} \qquad (٢-١١)$$

$$Ro = 1500 - 2000\ h\ (K)^{0.5}\ \text{For line flow to trenches or line of wellpoint.} \qquad (٣-١١)$$

١١-١-٢ طريقة الآبار الأبرية Well Point System

هونظام للتحكم فى المياه الجوفية, يمكن تنفيذه لتجفيف وخفض مياه الرشح في خندق للمواسير أولأحد المنشآت تحت منسوب الأرض ويتكون هذا النظام من الأعمال التالية.

أولا – طلمبة سحب المياه

ولها القدرة علي أمتصاص مياه الرشح الموجودة في باطن الأرض وهي من نوع الطلمبات التي تعمل بالتفريغ Vaccum Pump. يتكون النظام من عدد ٢ طلمبة تكون أحداهما أحتياطية للأخري. يستمر العمل ٢٤ ساعة بدون توقف حتي أنتهاء العمل. يحسب تصرف الطلمبة من عدد الحربات العاملة وباعتبار أن طاقة سحب المياه لكل حربة = ١.٥ – ٢ م^{٣} / ساعة.

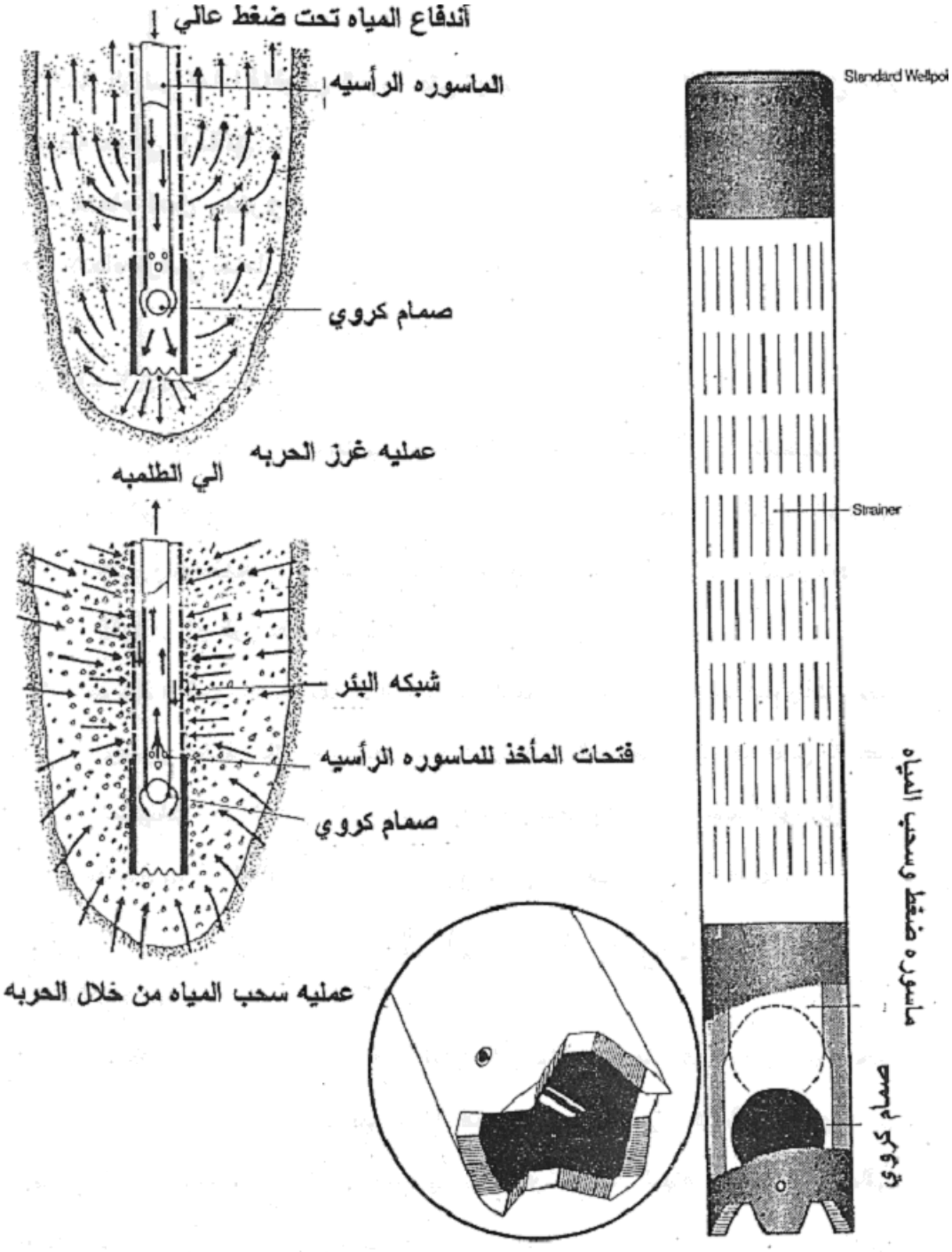
ثانيا – الحربة

وهي مكونة من جزئين :

الجزء الأسفل : علي شكل ماسورة Strainer – أسطواني الشكل غير قابل للصدأ وطوله ١ متر وقطره ٢". به فتحات دقيقة تسمح بدخول المياه دون جزيئات التربة، ويمكن تغيره بعد أنتهاء العمر الأفتراضي له. يخترق هذا الجزء الأسطواني أنبوبة داخلية لها محبس كروي في نهايتها بالأضافة الي وجود ثقوب علي الجدار الخارجي لغرض دفع المياه من خلالها لزوم عملية غرز الحربة في الأرض، كما هو موضح بالشكل رقم (١١-٣).

الجزء العلوي : وهومتصل بالجزء السفلي – قطره ٢" – وهوعبارة عن ماسورة من الحديد المجلفن طولها ٦ متر – في نهايتها العليا جزء كروي لأمكان توصيله بالخرطوم مباشرة بالأضافة الي صمام حاجز يستخدم وقت تغيير الحربة. يكون الطول الأجمالي للحربة = ٧ متر.

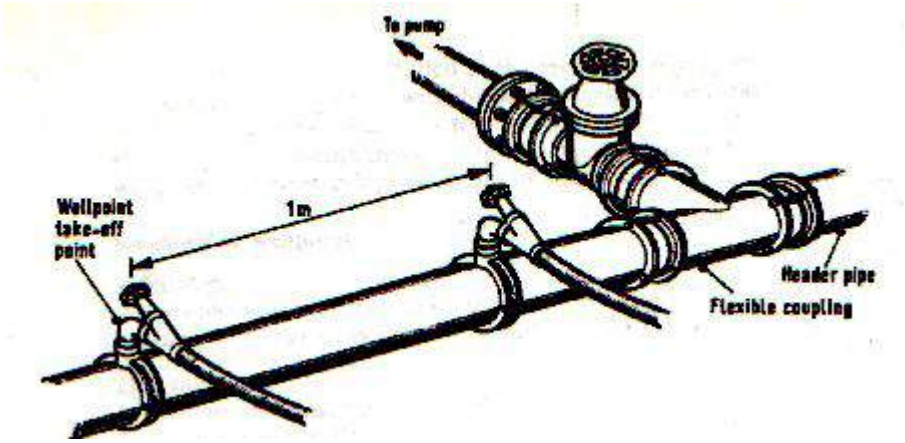
يتم غرز الحربة في طبقات التربة بدفع المياه بواسطة طلمبة الغـــرز, حيـــث تـــدفع المياه تحت ضغط عالي بقوة فتحدث ثقبا في الأرض يمكن من غرز الحربة بسهولة ويجب أن تكون في وضع رأسي تماما.



شكل رقم (١١-٣) تفاصيل الحربة

ثالثا – الماسورة المجمعة Header Pipe

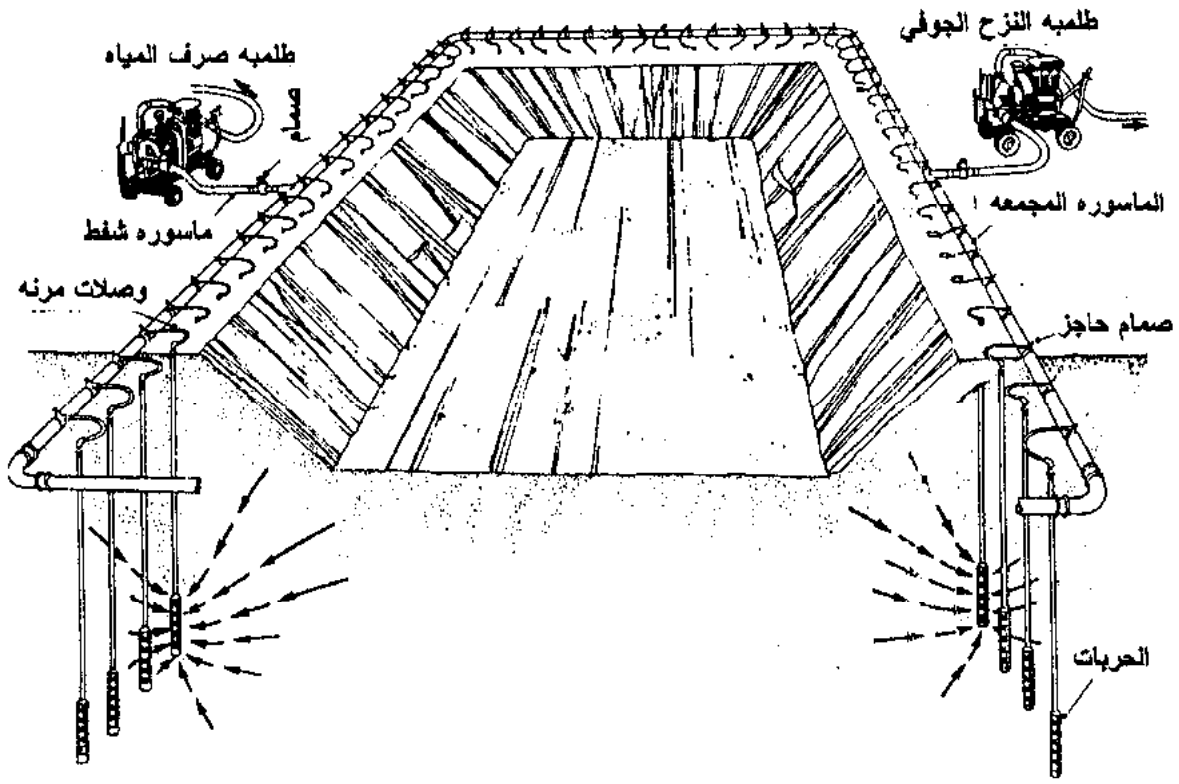
وهي الماسورة الـــتي تجمع تصرفات جميع الحربات وتنقلها الي الطلمبة. تكـــون غالبا مواسير سريعة الأ تصال Quick Coupling ، قطر ٦"–١٢"من الألومنيـــوم أومن من ماده P.V.C الخفيفه الوزن لأمكان تركيبها أوفكها بسرعة وسهولة. تزود أيضا بالقطع الخاصة مثل الأكواع والمشتركات وخلافه من نفـــس المـــادة وكـــذلك سرعة الفك والـــتركيب. تصمم هذه الماسورة باعتبار أن سرعه الميـــاه = ١متـــر / ثانية. تزود هذه الماسورة بمخارج كروية خاصة قطر ٢" لـــتركيب خراطيم السحب للحربات، كما هو موضح بالشكل رقم (١١–٤).



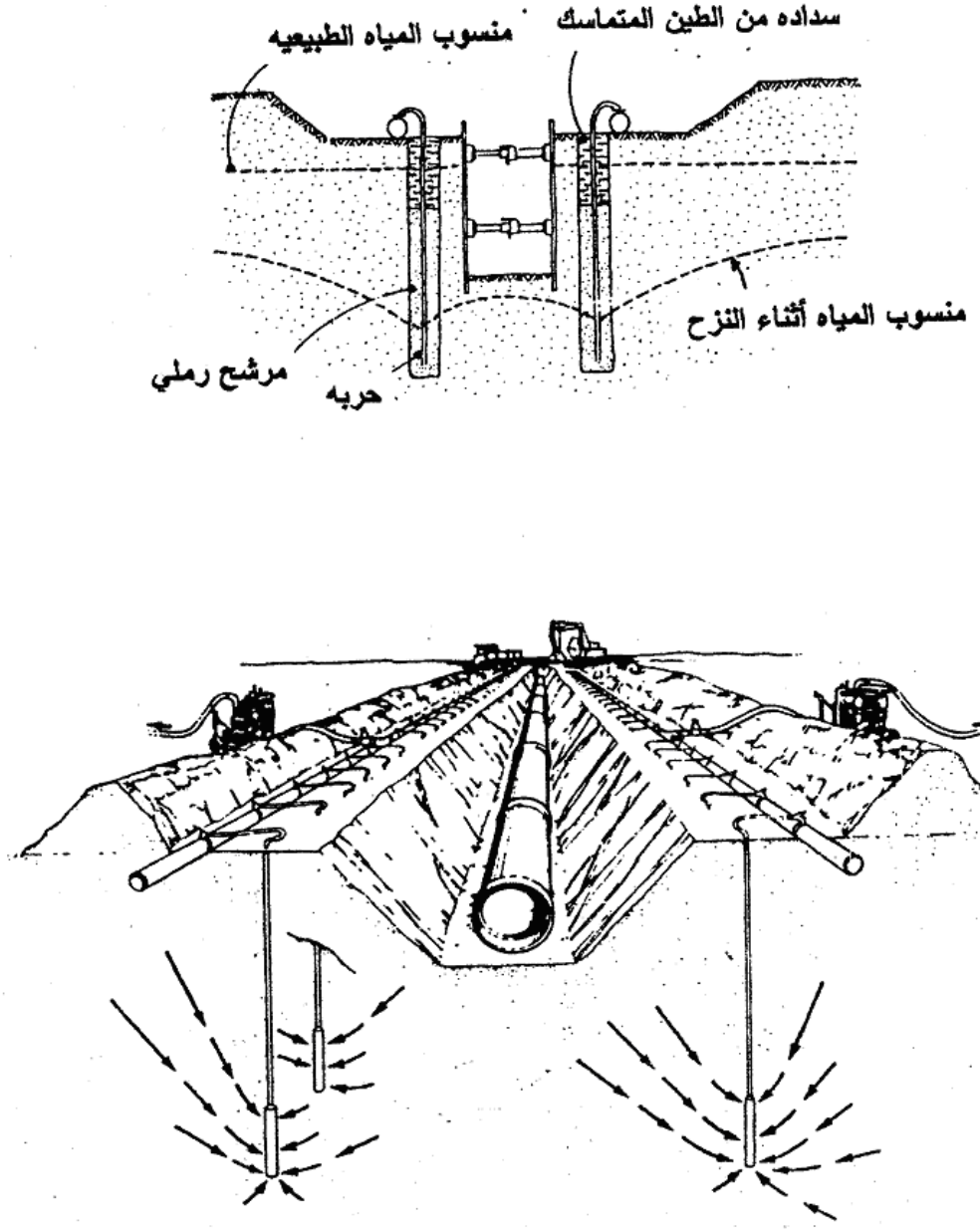
شكل رقم (١١–٤)

أتصال الحربة مع خط التجميع العمومي

والشكل رقم (١١–٥) يوضح نموذجا لعملية تجفيف المياه لموقع عمل، كما يوضـــح والشكل رقم (١١–٦) نموذجا لتجفيف ترانشات المواسير.



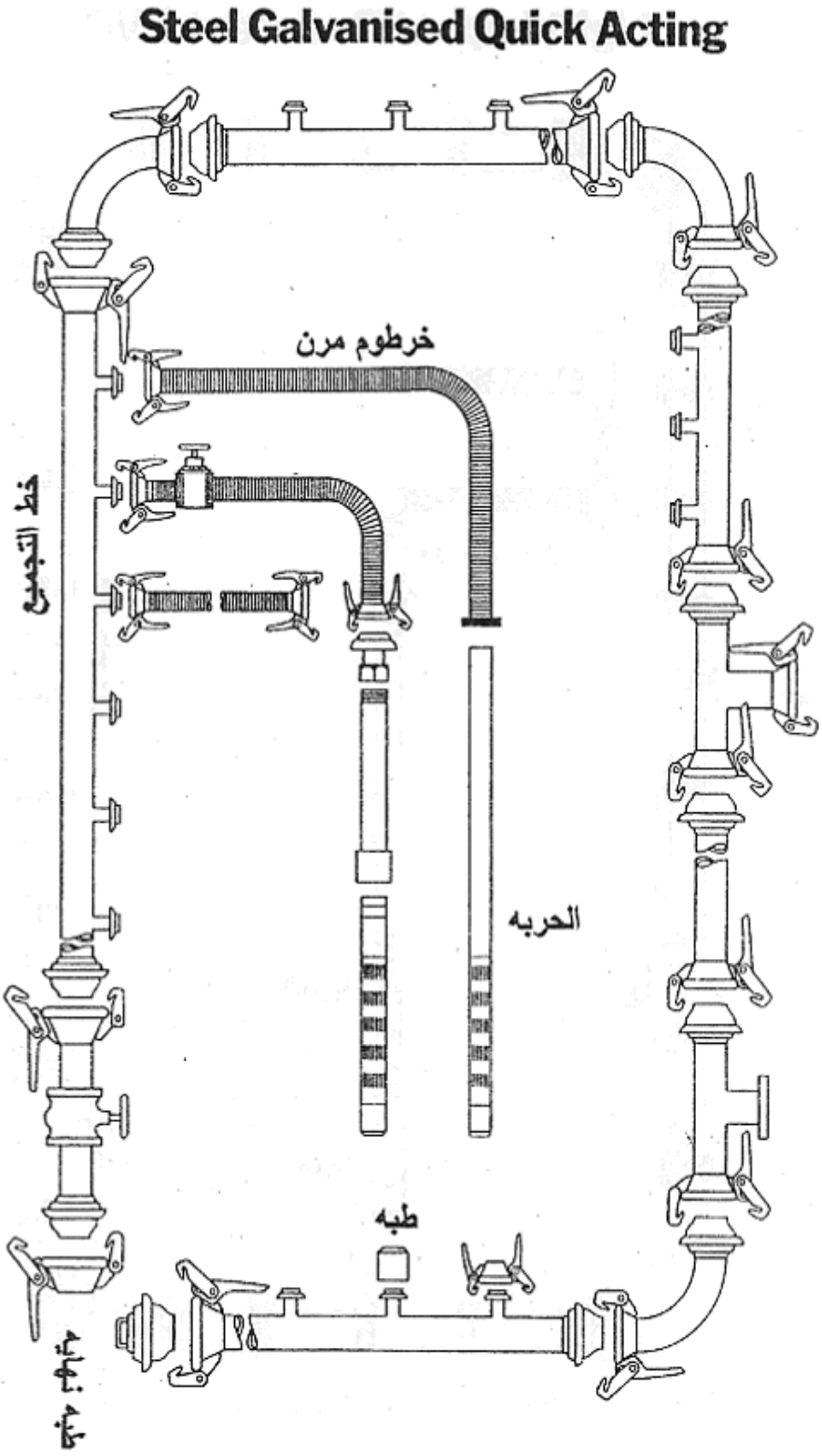
شكل رقم (١١-٥) تجفيف موقع العمل بالحربات



شكل (١١-٦)

تجفيف ترانشات المواسير – بواسطة الحربات

والشكل رقم (١١-٧) يوضح نظام الحربات ومواسير التجميع جاهزة وسريعة التركيب – حديد مجلفن الألومنيوم أوPVC



شكل رقم (١١-٧)

تفاصيل مكونات نظام النزح باستخدام الآبار الأبرية (مواسير مجلفنة سريعة التركيب)

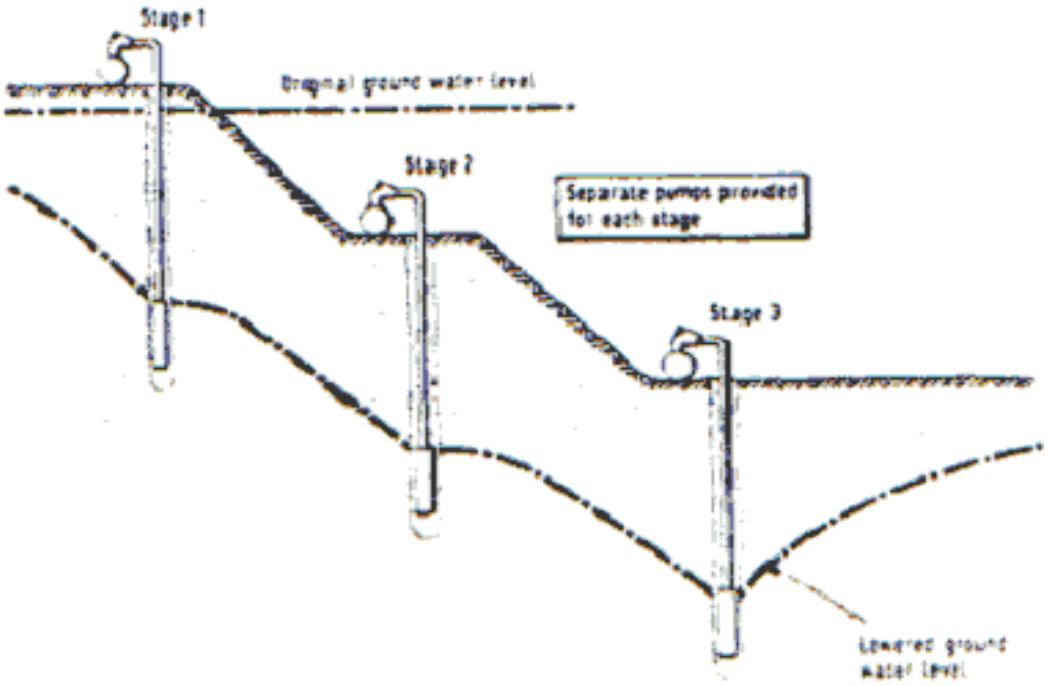
١١-١-٢-١ طريقة الـــتنفيذ للآبار الأبرية

حتى يمكن التحكم فى منسوب المياه الجوفية بطريقة الآبار الأبرية يتم التنفيذ طبقـــا للأعمال التالية :

١ – تحدد حدود المشروع المطلوب تجفيفة أذا كان خط مواسير أوأحد المنشآت.
٢ – نبدأ في عملية غرز الحربات في صف مستـــقيم موازي للحدود السابق تحديدها وعلي بعد منها = ٥٠ سم – تستخدم ماكينة الغرز, يتم غرز حربة كل ٥٠ – ١٠٠سم حسب نفاذية الأرض وزمن الخفض المطلوب لمنسوب المياه.
٣ – مد خط الماسورة المجمعة موازيا لحدود المنشأ ومجاورا لصف الحربات. يتم توصيل الخط بماكينة السحب مع عمل نظام الصمامات للـــتحكم في تشغيل الماكينات. يتم توصيل الحربات علي نفس الخط بواسطة خراطيم الـــتوصيل.
٤ – مد خط صرف الطلمبة الي أقرب مجري مائي لصرف مياه النزح الجوفي أومطبق صرف صحي (بعد موافقة المسئولين).

١١-١-٢-٢ ملاحظات فنية لطريقة الآبار الأبرية

١ – يتم أختبار الحربات كل فترة للأ طمئنان علي كفاءة سحبها وفي أحوال كثيـــرة نجد عدم قدرة الحربة علي السحب بسبب أنسداد فـــتحات ومـــسام الجـــزء الـــسفلي للحربة. ولأصلاح ذلك يتم رفع الحربة الي سطح الأرض ثـــم توصـــيلها بماكينـــة الغرز ثم فتح المياه تحت ضغط عالي لفتح مسامها ثم يعاد غرزها مرة أخري.
٢ – يمكن لـــتخفيض مياه الرشح لأي منشأ وعلي عمق كبير، عمل أكثر من صف للحربات وعلي مصاطب. كما يمكن مزج أكثر من نظام للنزح الجوفي مثل أستخدام الآبار العميقة مع الآبار الأبرية لنصل في النهاية الي تجفيف كامل للموقع –وكما هوموضح بالشكل رقم (١١-٨).



شكل رقم (١١-٨) تفاصيل وضع الحربات علي ثلاثة مستويات

١١-١-٣ الآبار العميقة :

هي أحد الوسائل الفعالة لـتخفيض مياه الرشح. يتم اللجوء لها في حالة ما أذا كـان عمق المياه المراد خفضها كبيرا ولا يستطيع أي من الطرق السابقة أن يحقـقه.

ويتكون نظام الأبار العميقة للتحكم فى المياه الجوفية من الأعمال الآتية:-

أولا - البئر :

يتكون البئر من ماسورة معدنية يتراوح قطرهـا عـادة مـن ٨" - ١٦" حـسب التصرف المطلوب في الساعة. يثـقب الجزء الأسفل من الماسورة (ثلث الارتفاع) بثـقوب = ٢٠% من المساحة السطحية - قطر الثـقب = ١٣- ١٦مم مع تـرك مسافة = ضعف قطر الـثقب بين الـثقوب - كما تقـفل فـتحة ماسورة البئر مـن أسفل.

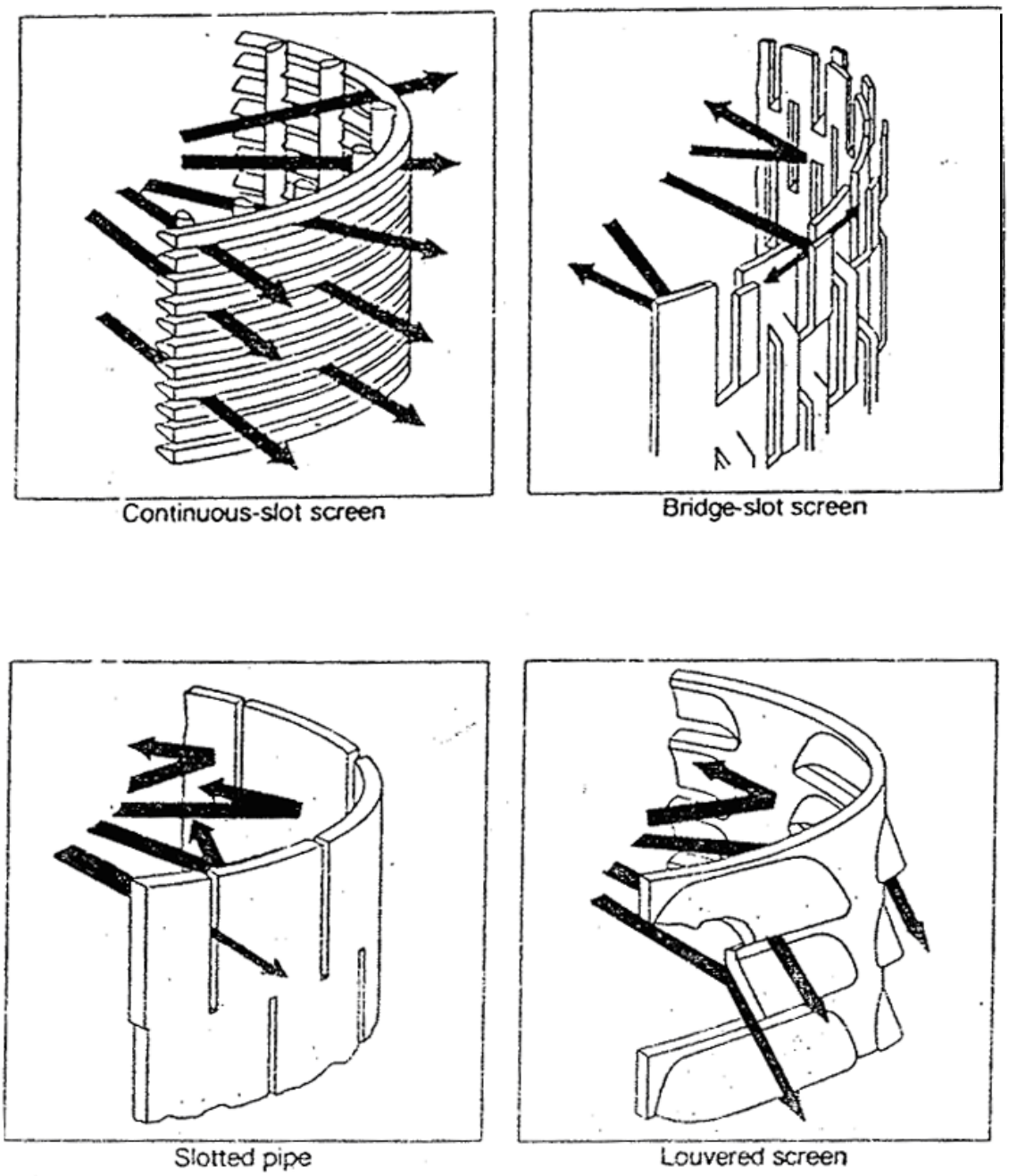
يتم كسوة الجزء المثـقوب بواسطة شبكة من النحـاس أوالبلاسـتيك ذات ثـقوب ضيقة قطرها = ١مم مع رباطها جيدا في الماسورة علي أن تمثل هذه الفتحـات ٩% من المسطح الخارجي.

يمكن أستخدام نوع آخر من المواسير المفلجة (ذات فتحات رأسية ضيقة) Bridge Slots حيث يمكن الأستغناء عن الشبكة، كما أن هناك أنظمة أخري لفتحات البئـر - وكما هوموضح بالشكل رقم (١١-٩).

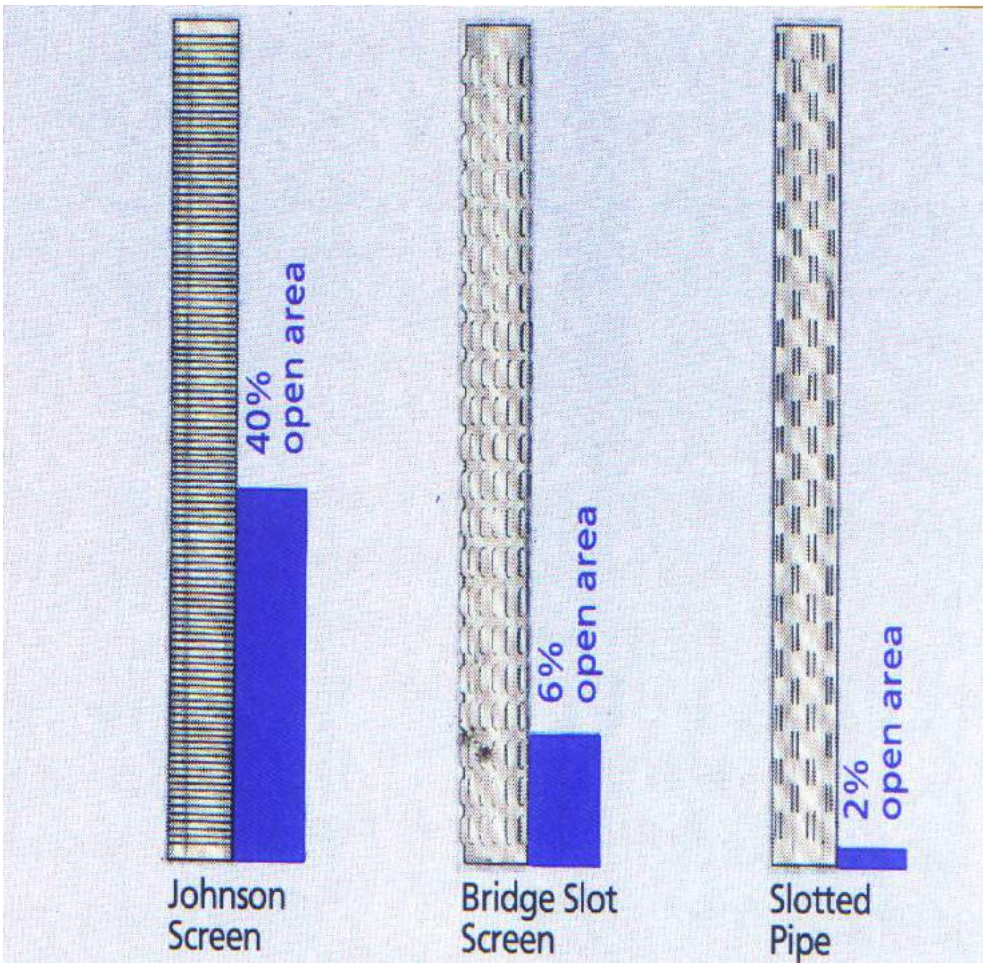
يلاحظ كفاءة شبكة البئر طراز جونسون لأحتوائها علي مسطح فتحات أكبر من الشبك الآخر، وكما هوموضح بالشكل رقم (١١-١٠).

كما أن الشكل رقم (١١-١١) يوضح مكونات البئر العميق وبئر الملاحظة.

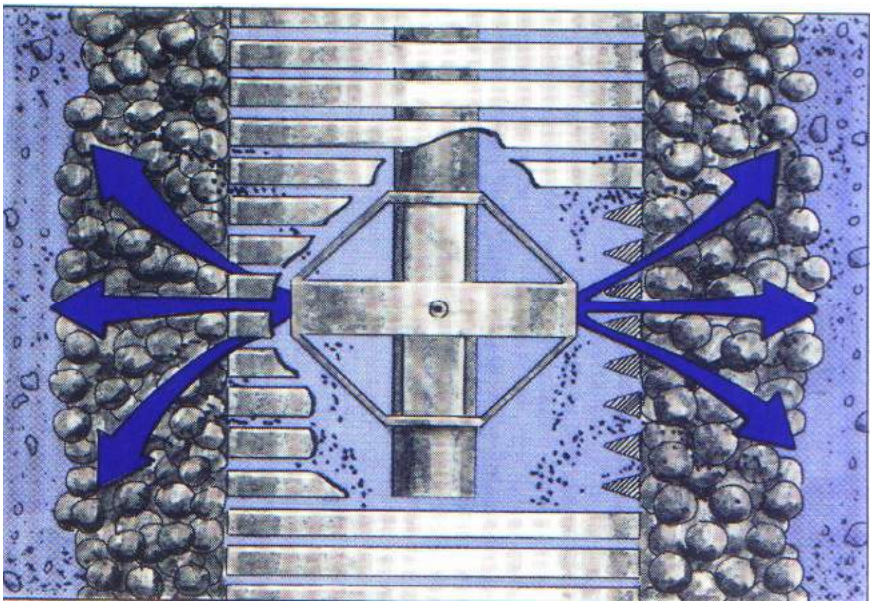
كما يستخدم ماسورة للبئر من مادة بولى فينيل كلوريد pVC فى حالة أحتواء المياه الجوفية على نسبة من الأملاح المعدنية ذائبة فى المياه والتى تتفاعل مع الماسورة الصلب وكما هوموضح بالشكل رقم (١١١-١٢).



شكل رقم (١١-٩) أنواع مختلفة لمصافي الآبار

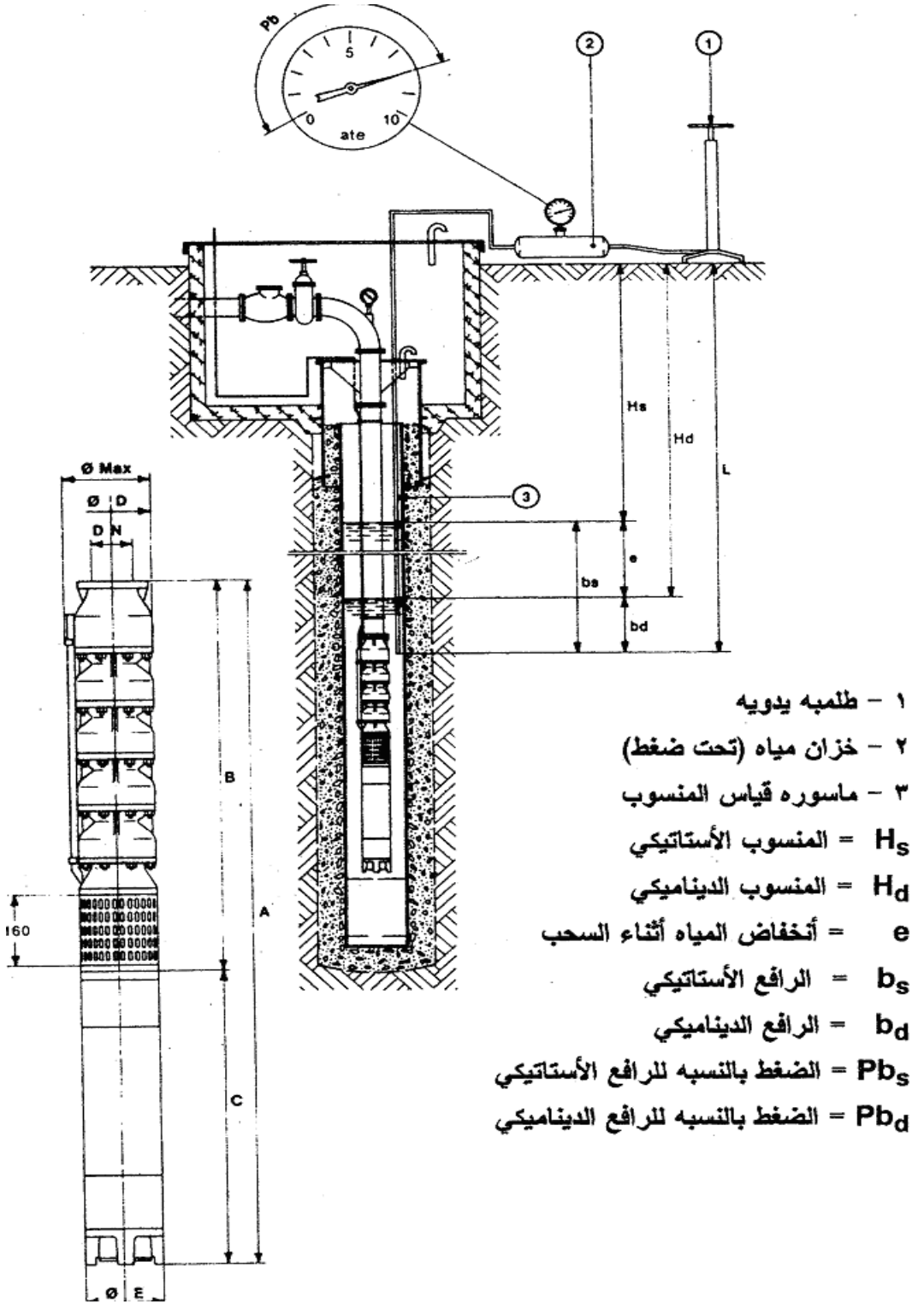


كفاءة المصافى المحيطة بالبئر



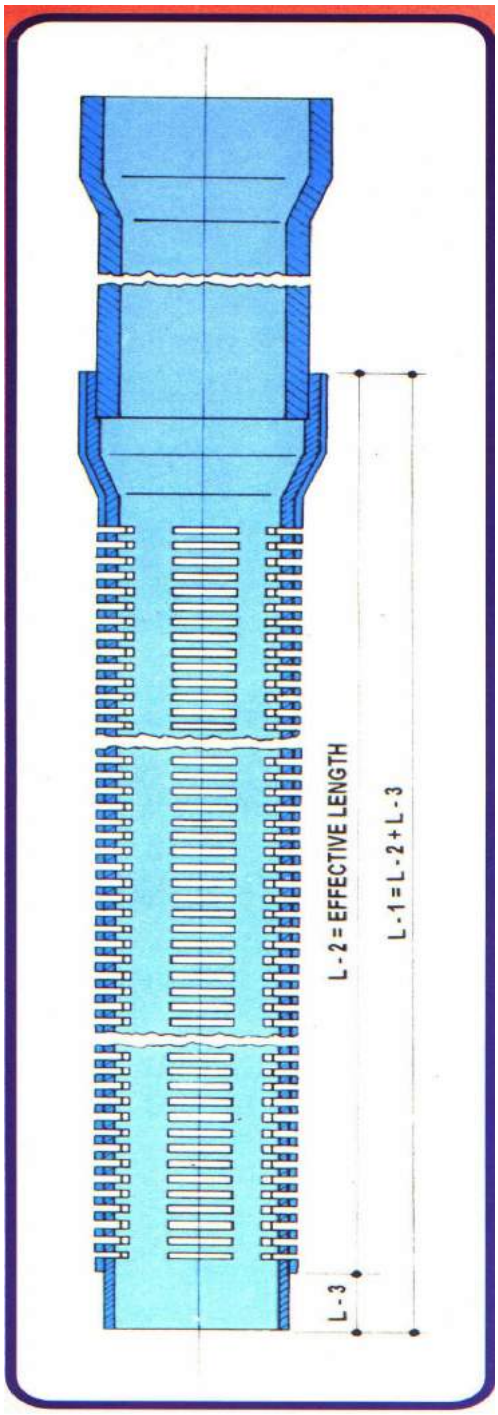
شكل رقم (١١-١٠)

المصافى طراز جونسون – تتميز باتساع المساحة المفتوحة بالآبار العميقة



شكل رقم (١١-١١)

تفاصيل البئر العميق – وبئر الملاحظة



شكل رقم (١١-١٢)

ماسورة البئر - من مادة PVC شديدة الصلابة

ثانيا - الطلمبة :

هي طلمبة غاطسة متعددة المراحل - يتم توصيفها علي التصرف المطلوب في الساعة وكذلك الرفع المانومتري. تتصل هذه الطلمبة بمواسير رأسية مجلفنة تصل

حتي سطح الأرض. تتصل هذه المواسير مع بعضها بواسطة الفلانشات ويركب علي ماسورة الطرد صمام حاجز وعداد قياس التصرف ومصيدة رمال.
ويجب حساب كمية الرواسب الخارجة مع المياه والتي يجب ألا تزيد عن ١٥ جزىء/دقيقة، وأذا زادت يتم رفض البئر وكذلك صمام عدم رجوع وكذلك الخرطوم والذى يصل ماسورة البئر والماسورة المجمعة.

ثالثا – الماسورة المجمعة :

هي ماسورة تأخذ تصرفات كل الآبار وتصرفها الي أقرب مجري مائي. تصمم هذه الماسورة بقطاع مناسب مع أعتبار أن سرعة المياه = ١ متر / ث. يفضل أن تكون من الصلب أومن الألومنيوم سريعة التركيب.

رابعا – المصدر الكهربائي :

يفضل استخدام كهرباء المدينة لتغذية الطلمبات، بجانب مصدر كهرباء يعمل بالديزل يعمل كأحتياطي في حالة انقطاع التيار الأصلي، ويكون ذا قدرة مناسبة لتشغيل الطلمبات. كما يفضل أن يكون متصلا بسكينة لتشغيل النظام فور انقطاع التيار الكهربي.

خامسا – حوض الترسيب :

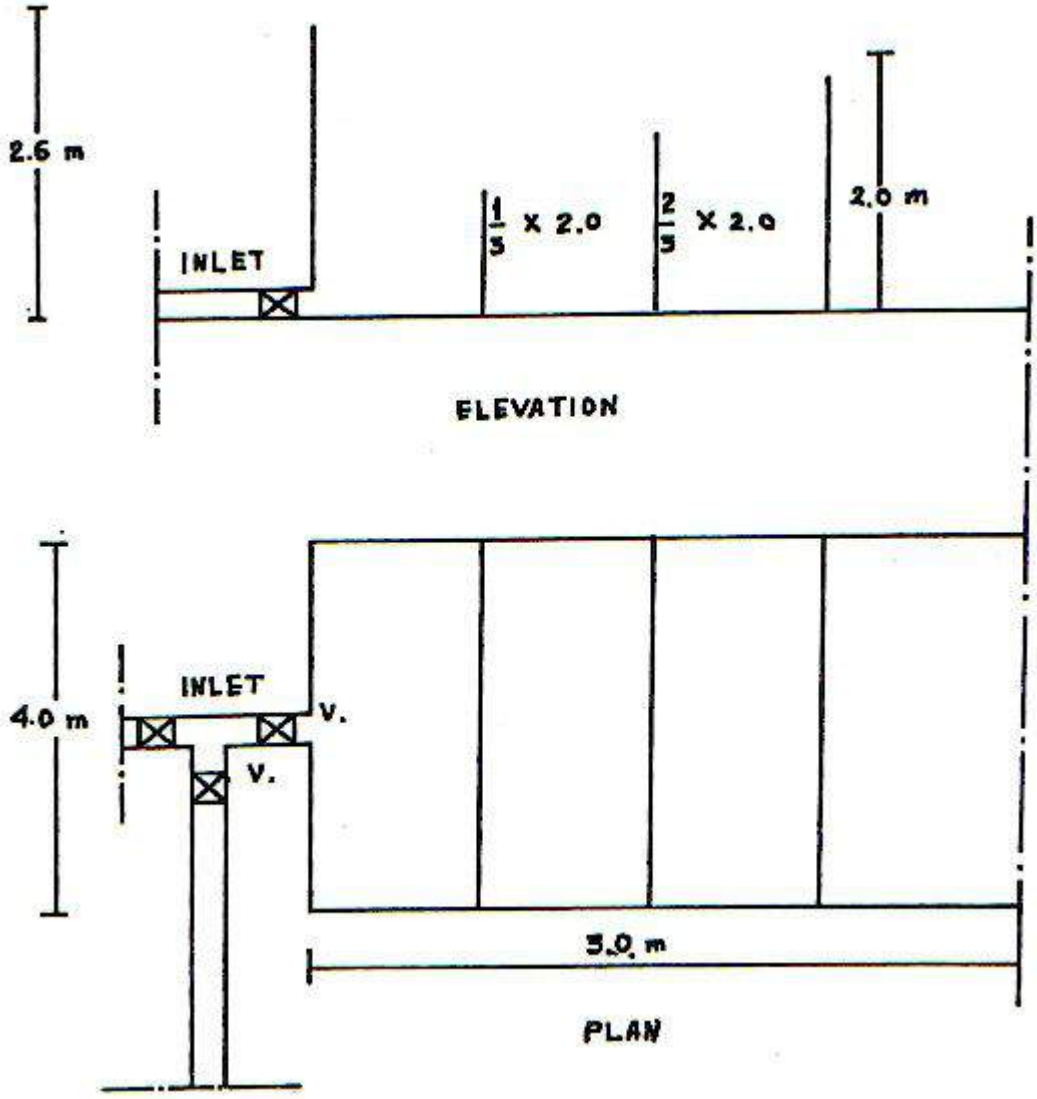
تزود الماسورة المجمعة بحوض ترسيب في نهاية الخط لترسيب جزيئات التربة – يخرج من هذا الحوض خط آخر الي المجري المائي – وكما هوموضح بالشكل رقم (١١-١٣). يصمم الحوض بحيث تكون سرعة المياه لا تتعدي ٧٠ م/س أوأقل حتي يمكن أن تترسب الحبيبات.

١١-١-٣-١ طريقة التنفيذ لنظام الآبار العميقة

يتم تنفيذ نظام الآبار العميقة وذلك لتخفيض منسوب المياه الجوفية العميقة بإتباع الخطوات التالية :

١ – تحدد أماكن الآبار طبقا للتصميمات ثم نبدأ الحفر بواسطة البريمة والقيسون. قطر القيسون يزيد عن قطر البئر بمقدار ١٠ سم. يستمر العمل حتي الوصول الي العمق المطلوب والذي يجب أن يكون الجزء المثقب داخل طبقة الرمل

٢ – تنزيل ماسورة البئر داخل ماسورة القيسون – يفضل تزويد ماسورة البئر بزوائد علي البدن الخارجي Spacers حتي تنزل في منتصف القيسون تماما. كما تلقي كمية من زلط الآبار أسفل الماسورة تقدر بمسافه ٣٠ سم.



شكل رقم (١١-١٣) تفاصيل حوض الترسيب

٣ - يجهز زلط من نوع خاص هو زلط الآبار Pea Gravel, قطر الحبيبات١- ٤مم ويوضع بين ماسورة البئر والقيسون حتي أرتفاع ١ متر فوق الجزء المثـقب.

٤ - ترفع ماسورة القيسون الي الخارج. يضغط هواء داخل البئر عن طريق خرطوم ضاغط الهواء للعمل علي نظافة البئر وفتح مسام الـتربة.

٥ - ننزل الطلمبة متصلا بها المواسير الخاصة بها داخل البئر وتستكمل باقي الـتركيبات حتي الماسورة المجمعة. في أول تشغيل للطلمبة يتم تشغيل الطلمبة فترات بسيطة - ثلاث دقائق - ثم الأيقاف خمس دقائق ثم الـتشغيل ثلاث دقائق أخري وهكذا أربع أوخمس مرات. السبب في ذلك أن مسام الـتربة تكون في حالة أنسداد جزئي، وبمرور المياه خلال المسام عده مرات فأن مياه الرشح تشق لنفسها مسارات الي البئر مما يزيد في معدلات وصول المياه اليه.

١١-١-٣-٢ ملاحظات فنية لطريقة نظام الآبار العميقة

١ – يؤخذ عينة من المياه الخارجة من الماسورة المجمعة ووضعها في كأس شفاف وتركها بعض الوقت. أذا لوحظ وجود ترسيب عالي لحبيبات التربة، فنخشي من سحب هذه الجزيئات مع الماء أسفل المنشآت القريبة والـتسبب في هبوط المنشآت المجاورة مما يلزم أيقاف عملية الـتجفيف. السبب في ذلك يكون خطأ في تنفيذ أي من الآبار بالموقع. ولهذا يتم أختبار المياه الخارجة من كل بئر ثم أكتشاف البئر الموجود به خطأ. ترفع الطلمبة ثم ماسورة البئر منه ثم الكشف عن الشبكة وأصلاح العيب. يعاد دق البئر في مكان مجاور مع التدقيق في وضع الفلتر.

٢ – بعد أنتهاء أعمال التجفيف، يمكن رفع مواسير الآبار بواسطة رافع علي أن يكون أتجاه الرفع رأسيا.

٣ – يركب عداد قياس الـتصرف لقياس تصرف كل طلمبة. فأذا فرض أن تصرف الطلمبة = ١٢٠ م^{٣}/ساعة وأصبح ٦٠ م^{٣}/ساعة – مثلا – دل ذلك علي أنخفاض كفاءة الطلمبة ويجب تغيرها أوصيانتها.

٤ – يفضل دق بئر ملاحظة Pizometer قطر٢" في الموقع لبيان ومتابعة مدي أنخفاض منسوب المياه.

١١-١-٤ تجربة الضخ بالموقع Pumping test

يجب عمل تجربة الضخ بالموقع لغرض تصميم طلمبات سحب المياه الجوفية (تصرفات الطلمبة الواحدة وعددها) ومن ثم الطاقة الكهربية اللازمة للتشغيل ويتم إجراء تجربة الضخ بالموقع طبقا للخطوات التالية:-

١ – ينشأ بئر جوفي علي مسار الخط قطر ١٠" داخل قيسون خارجي = ١٦" بطول ٢١ متر. يكون ١٠ متر من ماسورة البئر من سطح الأرض مصمتة، بينما يكون ١٠ متر أخري مثقبة ثم يكون المتر الأخير مصمت، كما يتم سد البئر من أسفل بواسطة طبة حديد.

٢ – تنشأ آبار ملاحظة أوآبار جوفية (لأستخدامها فيما بعد)، علي بعد ٧ متر، ١٤.٥ متر، كذلك ٢٥ متر علي التوالي من بئر السحب.

٣ – تركب طلمبة غاطسة في بئر السحب كما يتم تركيب عداد لقياس تصرف الطلمبة الخارج في الساعة، كما يتم قراة مقدار التخفيض الحادث في آبار الملاحظة (بعد ثبات المنسوب نهائيا – أي بعد قرابة ساعتين).

٤ – يتم تطبيق المعادلات الآتية لاستخراج معامل النفاذية K.

** في حالة الآبار السطحية (العمق من ١٥– ٣٠متر)، تطبق المعادلة :

$$Q = 2\,\pi\,KD\,(h_2 - h_1) / Lin\,(r_2 / r_1) \qquad (٤-١١)$$

Or

$$Q = 2.72\,KD\,(h_2 - h_1) / \log\,(r_2 / r_1) \qquad (٥-١١)$$

حيث :

K معامل النفاذية (متر/ ساعة).

Q هي تصرف البئر (م٣ / ساعة).

R نصف قطر دائرة التأثير للبئر (متر).

H عمق المياه قبل الضخ (متر).

H-h مقدار هبوط المياه داخل البئر أثناء السحب (متر).

r نصف قطر البئر (متر).

h عمق المياه في البئر (متر).

r_1 و r_2 مسافة البيزومترات من البئر.

h_2،h_1 منسوب المياه في البيزومترات.

وذلك مع فرض الآتي :

** البئر يخترق الطبقة أختراقا كاملا.

** الطبقة تمتد أفقيا الي مسافة لا نهائية.

** الطبقة بسمك ثابت ومتجانسة ومتشابهة الخواص في جميع الأتجاهات.

** مستوي المياه الأرضية أفقي تقريبا.

** الضخ بمعدل ثابت والتصرف من البئر في حالة مستقرة.

ولحساب التصرف من الطبقة الحرة، تستخدم المعادلة المسماه (ديبوي) وهى كما يلى

$$Q = \pi\,KD\,(h_2^{\,2} - h_1^{\,2}) / lin\,(r_2/r_1) \qquad (٦-١١)$$

Or

$$Q = 1.36\ KD\ (h_2^2 - h_1^2) / \log (r_2 / r_1) \qquad (٧-١١)$$

والحالتين السابقتين هما أبسط الأمثلة، ألا أنه توجد بعض الحالات المعقدة لكثرة المتغيرات كتداخل الآبار وعدم التأكد من معامل النفاذية في الحقل والاختراق الجزئي للآبار والحالة الهيدرولوجية ٠٠٠.

$$Q = 2\ \pi\ KD\ (h_2 - h_1)\ G / Lin\ (r_2/r_1) \qquad (٨-١١)$$

Or

$$Q = 2.72\ KD\ G\ (h_2 - h_1) \log (r_2 / r_1) \qquad (٩-١١)$$

حيث G هومعامل التصحيح للأختراق الجزئي والذي يساوي النسبة بين تصرف بئر ذي أختراق جزئي وتصرف بئر ذي أختراق كامل تحت نفس فرق منسوب المياه في البيزومترات وعند نفس مسافات البيزومترات من البئر.

ويمكن حساب G بدقة أبتدائيه مقبولة لحين أختبار الضخ من المعادلة :

$$C = W/D\ (1 + 7\ r_w / 2w \cos \pi\ W / 2D) \qquad (١٠-١١)$$

حيث W هوعمق الأختراق.

D عمق الطبقة المحصورة.

r_w نصف قطر البئر.

ويعتمد أختيار المعادلات المستخدمة في حساب نزح المياه الجوفية علي الظروف الهيدرولوجية للمنطقة. وتطبق معادلات المياه الجوفية لحالات المياه الجوفية في الطبقات الحرة أوالمحصورة أوشبه المحصورة أوالتسربية مع حساب الأختراق الجزئي وكذلك الأخذ في الأعتبار أقتصاديات المشروع.

تطبيقات هندسية :

مطلوب عمل تجربة ضخ بأحد المواقع لاستخراج معامل النفاذية للتربة K، علما بأن سمك الطبقة المياه المراد خفضها = ٦.٧٥ مترا، ويضاف ٠.٥ متر مسافة أمان ليكون الأجمالي ٧.٢٥ متر.

الـــحـــــل :

١ – يتم عمل بئر للسحب وكذلك البيزومترات كما ذكر في بند رقم ١. كما يتم إنشاء البيزومترات كما ذكر في بند رقم ٢

٢ – تركب طلمبة غاطسة داخل بئر السحب ومزودة بعداد لقياس التصرف Flow Meter ، كما هو مبين بالشكل رقم (١١-١٤).

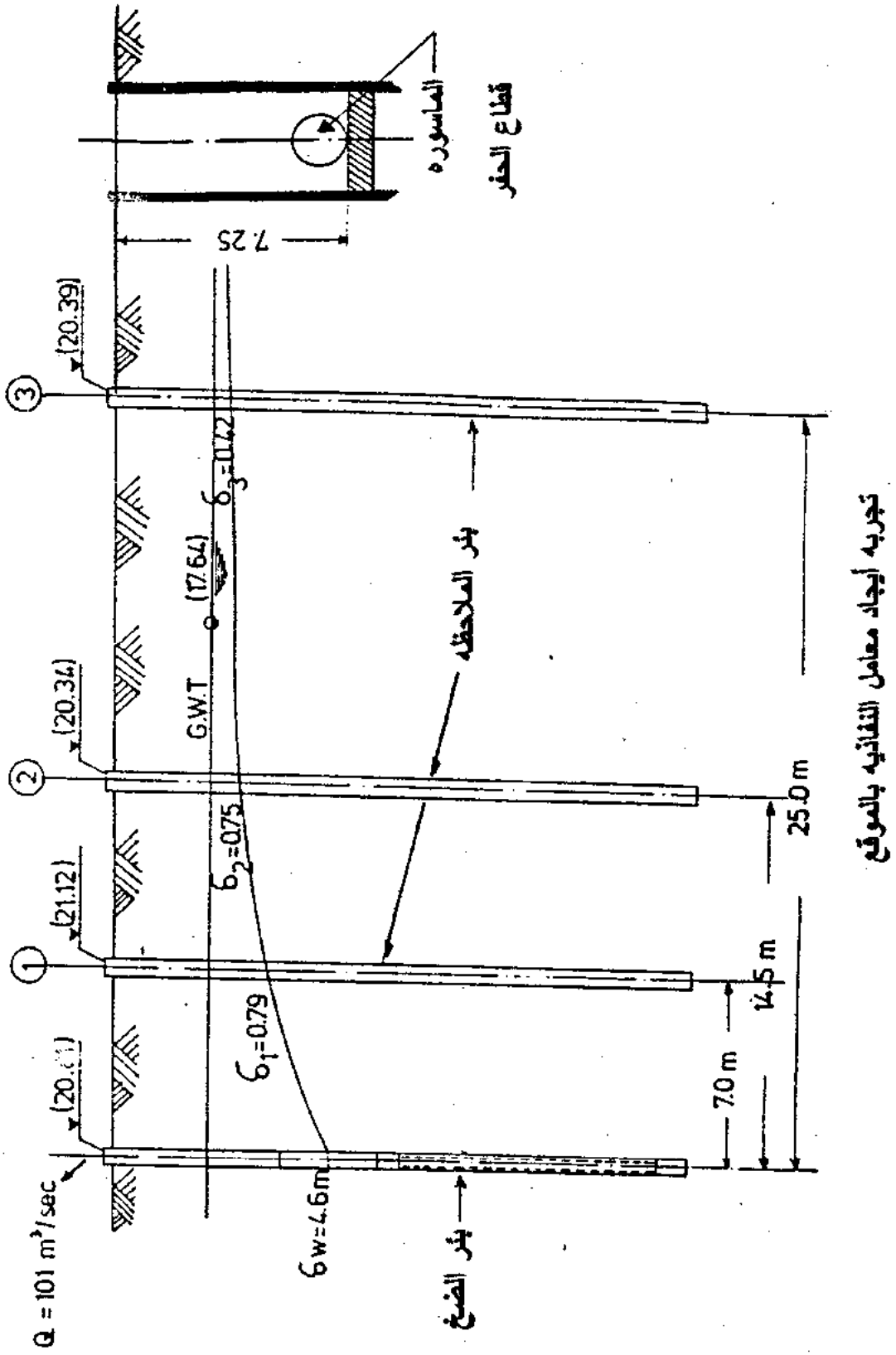
أما قراءات تجربة الضخ بالموقع فهى موضحة بالجدول رقم (١١-٢).

جدول رقم (١١-٢) قراءات تجربة الضخ

الزمن	قراءة عداد الطلمبة	المدة (دقائق)	بئر السحب (الهبوط)	بئر الرصد رقم (١)	بئر الرصد رقم (٢)	بئر الرصد رقم (٣)	التصرف م٢ / ساعة
٧.٣٠	٧٩٩٣	–	–	–	–	–	
–	–	١٠	–	٠.٦٩	٠.٤٤	٠.٣٦	–
–	٨٠٢٠	١٥	–	٠.٧١	٠.٤٧	٠.٣٤	١٠٨
–	٨٠٤٥.٣	٣٠	–	٠.٧٢	٠.٤٨	٠.٣٥	١٠٤.٦
–	٨٠٩٦	٦٠	٤.٦	٠.٧٦	٠.٥٦	٠.٣٩	١٠٣
١.٠	٨١٤٦.٥	٩٠	–	٠.٧٥	٠.٥٥	٠.٤٢	١٠٢.٣
–	٨١٩٧.٥	١٢٠	–	٠.٧٦	٠.٥٥	٠.٤٢	١٠٢.٢٥
٢.٠	٨٢٤٨	١٥٠	–	٠.٧٦	٠.٥٥	٠.٤٣	١٠٢
–	٨٢٩٨	١٨٠	٤.٦	٠.٧٩	٠.٥٨	٠.٤٣	١٠١.٧
٣.٠	٨٣٤٨.٦	٢١٠	–	٠.٧٩	٠.٥٨	٠.٤٢	١٠١.٦
–	٨٣٩٩	٢٤٠	–	٠.٧٩	٠.٥٧	٠.٤٢	١٠١.٥
٤	٨٤٤٩	٢٧٠	–	٠.٧٩	٠.٥٧	٠.٤٢	١٠١.٣
٤.٣٠	٨٥٠٠	٣٠٠	٤.٦	٠.٧٩	٠.٥٧	٠.٤٢	١٠١.٤
المتوسط			٤.٦	٠.٧٩	٠.٥٧	٠.٤٢	١٠٢

وقد تم الحصول في نهاية التجربة علي النتائج التالية :

مسافة بئر الرصد من بئر السحب (متر)	٧	١٤.٥	٢٥
مقدار خفض منسوب المياه (متر)	٠.٧٩	٠.٥٧	٠.٤٢



شكل رقم (١١-١٤) منحني الهبوط أثناء تجربة الضخ

بتطبيق المعادلة الخاصة بالآبار السطحية (بين النقطة (٢) والنقطة (٣) لإستنتاج K وبالرجوع الي شكل رقم (١١-١٦) ، والتطبيق في المعادلة رقم (١١-١١) يمكن إستنتاج معامل النفاذية (K).

$$Q = 1.36\ K(H_2 - h_2) / \text{Log}_{10}\ (R / r) \quad (١١-١١)$$

$$85.6 = 1.36K\ \{ (18.4 - 0.57)^2 - (18.4 - 0.79)^2 \} / \text{Log}\ (14.5 / 7)$$

$$k = 2.64 m / h$$

بتطبيق المعادلة رقم (١١-١١) لإستنتاج قيمة R (نصف قطر دائره التأثير) :

$$85.6 = 1.36K\ \{ (18.11 - 0.57)^2 - (18.4 - 0.79)^2 \} / \text{Log}_{10}\ (R / 7) \quad (١٢-١١)$$

$$R = 100.723\ m$$

بفرض أن طول الجزء المراد تجفيفه D = وأن سمك الطبقة الحاملة للمياه= T

بتطبيق المعادلة:

$$Q_T = 2.72\ K.D.T\ (H - h) / \text{Log}_{10}\ R / r \quad (١٣-١١)$$

يكون التصرف الكلي:

$$Q_T = 1390\ m^3/h \quad (١٤-١١)$$

بأخذ معامل أمان = ٣٥% يكون التصرف الكلي للجزء المطلوب تجفيفة :

$$Q_T = 1390 \qquad 1.35 = 1876.5\ m^3 / h \times \quad (١٥-١١)$$

بفرض أن تصرف الطلمبة = ١٢٠م^3 / ساعة .

يكون عدد الطلمبات المطلوبة = ١٨٧٦.٥ ÷ ١٢٠ = ١٦ طلمبة.

يضاف الي العدد السابق طلمبة قبل بداية الفرعة وطلمبة بعد نهاية الفرعة، يكون عدد الطلمبات المطلوبة لهذا العمل = ١٨ طلمبة.

تكون مواصفات الطلمبة كما يلي:

تصرف الطلمبة = ١٢٠ م^3 / ساعة.

الرافع المانومتري = ٢٥ متر.

ويمكن حساب مقدار إنخفاض المياه داخل بئر ما عند النقطة (أ), وتأثير ذلك على الآبار العميقة الأخري المجاورة من الجدول رقم (١١-٣):

جدول رقم (١١-٣)

مقدار تخفيض المياه في النقطة (أ) بمعلومية K وبتطبيق المعادلات :

رقم البئر	المسافة من النقطة (أ) (متر)	مقدار الأنخفاض في منسوب مياه الرشح (متر)
١	٤	١.١٩
٢	٤	١.١٩
٣	١٠.٧	٠.٨٥٦
٤	١٧.٦	٠.٦٨٦
٥	٢٤.١	٠.٥٧٩
٦	٣١	٠.٤٩٣
٧	٣٨	٠.٤٢٤
٨	٤٥	٠.٣٦٧
٩	٥٢	٠.٣١٧
١٠	٥٩	٠.٢٧٤
٧	٦٦	٠.٢٣٦
١٢	٧٣	٠.٢٠٢
١٣	٨٠	٠.١٧١
١٤	٨٧	٠.١٤٢
١٥	٩٤	٠.٧٦
١٦	١٠١	٠.٠٩١
١٧	١٠٨	٠.٠٦٨
١٨	٧٥	٠.٠٤٧
١٩	١٢٢	٠.٠٢٧
المجموع		٧.٤٨ مترا

التخفيض المتوقع = ٧.٤٨ متر، (أكبر من ٧.٢٥ متر).

مقدار تخفيض المياه في النقطة (ب): كما موضح فى الجدول رقم (١١-٤)

جدول رقم (١١-٤)

مقدار تخفيض المياه فى النقطة (ب)

رقم البئر	المسافة من نقطة (أ) (متر)	مقدار الإنخفاض في منسوب مياه الرشح (متر)
١	٦٣	٠.٢٥٢
٢	٥٦	٠.٢٩٣
٣	٤٩	٠.٣٣٧
٤	٤٢	٠.٣٩٠
٥	٣٥	٠.٤٥٢
٦	٢٨	٠.٥٢٨
٧	٢١.١	٠.٦٢٤
٨	١٤.١	٠.٧٦٢
٩	٧.٢٨	٠.٩٨٧
١٠	٢	١.٤٢٧
٧	٧.٢٨	٠.٩٨٧
١٢	١٤.١	٠.٧٦٢
١٣	٢١.١	٠.٦٢٤
١٤	٢٨	٠.٨٢٨
١٥	٣٥	٠.٤٥٢
١٦	٤٢	٠.٣٩
١٧	٤٩	٠.٣٣٧
١٨	٥٦	٠.٢٩٢
١٩	٦٣	٠.٢٥٢
المجموع		١٠.٦٧٥

التخفيض المتوقع = ١٠.٦٧٥ متر، (أكبر من ٧.٢٥ متر)

ومن واقع الخبرة العملية فى مجال الهندسة الصحية, يوضح الجدول رقم (١١-٥) القيمة التقريبية لمعامل النفاذية بالنسبة للأنواع المختلفة من التربة.

جدول رقم (١١-٥)
معامل النفاذية لأنواع التربة المختلفة

م	نوعية التربة	معامل النفاذية (K) متر / يوم
١	تربة طينية سطحية	٠.٠١ - ٠.٢
٢	تربة طينية عميقة	$١٠^{-٨}$ - $١٠^{-٢}$
٣	تربة طفلية سطحية	٠.١ - ١
٤	تربة رملية ناعمة	١ - ٥
٥	تربة من الرمل المتوسط	٥ - ٢٠
٦	تربة من الرمل الخشن	٢٠ - ١٠٠
٧	تربة زلطية	٥ - ١٠٠
٨	تربة طينية رملية زلطية	٠.٠٠١ - ٠.١
٩	تربة من الحجر الرملي	٠.٠٠١ - ١
١٠	تربة من الصخور الكربونية	٠.٠١ - ١
١١	تربة من الصخور الصلصالية	$١٠^{-٧}$
١٢	تربة صخرية كثيفة	أقل من $١٠^{-٥}$
١٣	تربة صخرية غير كثيفة	٠.٠٠١ - ٣٠٠
١٤	تربة من الصخور البركانية	صفر - ١٠٠٠

١١-١-٥ آبار الشحن المستقبلة للمياه Recharge Wells:

تنشأ هذه الآبار للأغراض التالية :

١ – ضبط مناسيب المياه الأرضية، ففي حالة وجود أي عملية لنزح المياه الجوفية بالمنطقة والتي يترتب عليها أنخفاض منسوب المياه الجوفية بالمنطقة مما يحدث هبوطا في مناسيب مياه الرشح أسفل أساسات المباني مما يسبب هبوطا للمبني. وأنشاء هذا البئر ودفق المياه داخله لتعويض أي فارق في مناسيب مياه الرشح وملاشاة أية أضرار قد تحدث للمباني.

٢ – حالة الأضطرار لنزح المياه الجوفية من أي مشروع وعدم وجود مجري مائي أومطبق مجاري للصرف عليه، ولكن يتم ذلك يتم بعد دراسة جيوتكنيكية للموقع.

يصمم هذا البئر بنفس الطريقة التي يصمم بها البئر العميق – كما هوموضح بالشكل رقم (١١-١٥). مع ضرورة وضع مواد غير منفذة لسد مخارج المياه مثل الخرسانة أومواد حقن ليمكن للبئر أستيعاب كمية أكبر من المياه.

كما يختلف أيضا عن البئر العميق في أن فتحات المصافي أكبر لتسهيل خروج أكبر للمياه.

قد يتم دفق المياه مباشرة من الماسورة المجمعة الي البئر ولكن يفضل عمل حوض ترسيب قبل دخول المياه الي البئر للتخلص من أية حبيبات أوعوالق قد تحتويها المياه تتسبب في غلق مسام التربة حول البئر، كما هوموضح بالشكل رقم(١١-١٦).

١١-١-٥-١ ملاحظات فنية لطريقة آبار الشحن الجوفى :

١ – يفضل ضخ بعض المياه من البئر كل فترة لفتح مسام التربة وأستعادة كفاءة البئر.

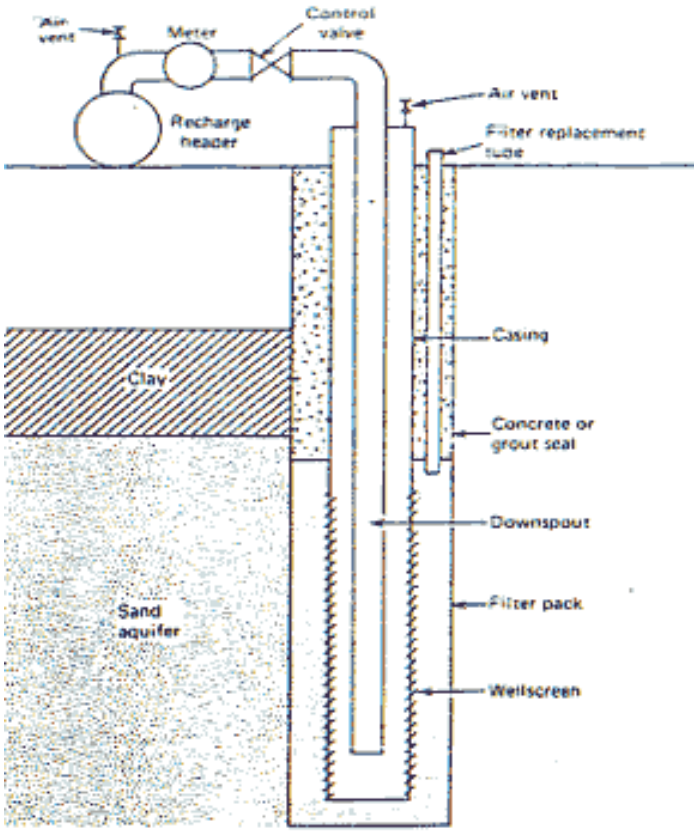
٢ – يمكن أن تكون طبقات الرمل حول البئر هي نفسها الفلتر المحيط بالبئر.

٣ – أن تكون المياه خالية من الميكروبات والجراثيم حتي لا تلوث المياه الجوفية.

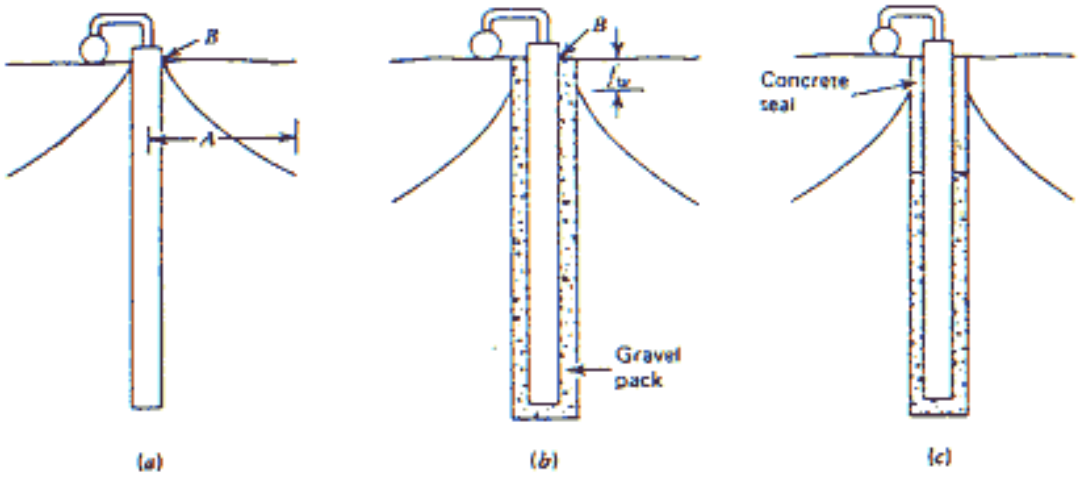
٤ – يجب أخذ موافقات الجهات المعنية قبل دفق المياه الي البئر.

٥ – يراعي تزويد البئر بصمام هواء قبل خزان الترسيب. هذا الخزان مصمم لكسر وتهدئة سرعة المياه لتذهب هادئة بسرعة ٣٠ سم/ث وترسب أية حبيبات قد تكون علقت بالمياه.

٦ – يجب مراقبة مناسيب المياه بالمنطقة بعدد من البيزومترات حول البئر المستقبل للمياه.

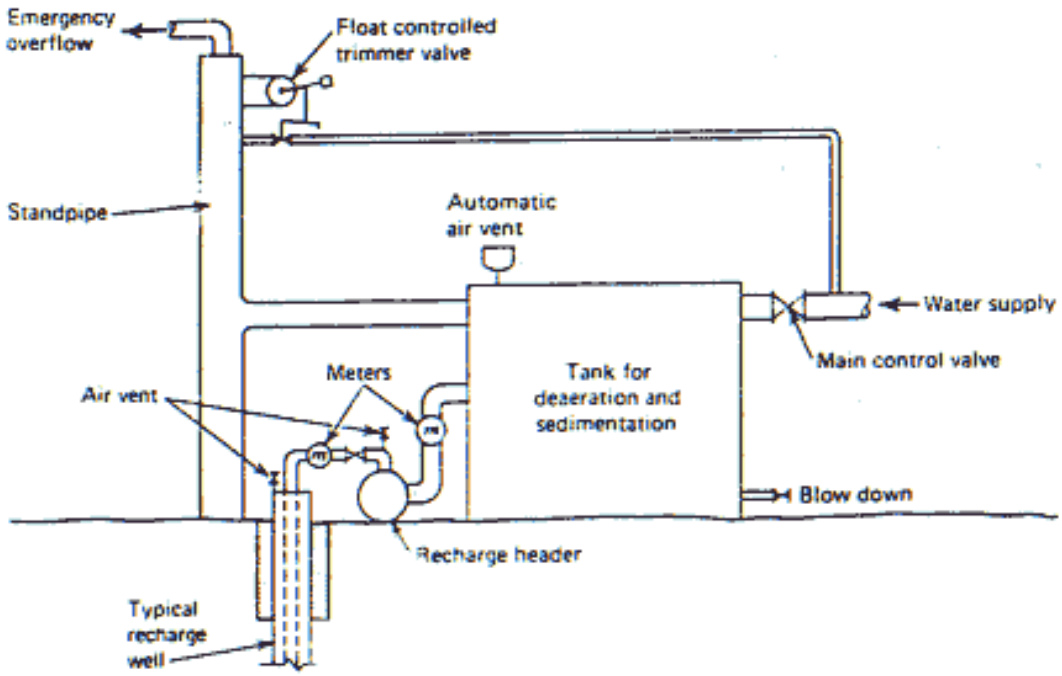


تفاصيل البئر الشاحن للمياه



A بئر بدون أحتكاك B بئر عادي C بئر بسدادة خرسانية

شكل رقم (١١-١٥) أنواع الآبار الشاحنة للمياه



شكل رقم (١١-١٦)

خزان الترسيب لحجز الرواسب قبل الدخول لبئر الشحن (المستقبل) للمياه

١١-٢ الطرق الخاصة للتحكم فى المياه الجوفية :

سنعرض في هذا الفصل الطرق الخاصة للتحكم فى المياه الجوفية، وتتلخص هذه الطرق في :

١ – حقن التربة Soil Grouting.

٢ – تبريد التربة Ground Freezing.

٣ – نزح المياه بطريقة النزح الأسموزي الكهربي Electro Osmosis.

١١-٢-١ : حقن التربة :

الغرض من عملية حقن التربة مايلى :

١ – تحسين الخواص الميكانيكية للتربة.

٢ – تقوية التربة.

٣ – تحسين خواص تقليل نفاذية الماء.

٤ – تثبيت الرمال المتحركة بملء الفراغات بالكيماويات. يفيد هذ الأمر في تنفيذ الأنفاق.

٥ – ملء الفراغات خارج الأنفاق.

٦ – ملء وحقن فراغات الخرسانة.

١١-٢-١-١ العوامل المؤثرة علي عملية حقن التربة

والعوامل المؤثرة علي عملية حقن التربة هى ما يلى:

١- أختلا ف نفاذية طبقات الـــتربة :

حيث تـــتخلل مواد الحقن في المسار الأسهل لها وسط حبيبات الـــتربة، فـــيمكن أن تمتلء طبقة ذات نفاذية عالية دون طبقة أخري ذات نفاذية ضعيفة.

٢ – حركة المياه Moving Water :

تقوم المياه المتحركة بحمل حبيبات مواد الحقن بعيدا عن مكان الحقن بالأضافة الي تخفيف تركيزها، الأمر الذي يتسبب في ضعفها.

٣ – الشقوق داخل طبقات التربة Soil Splitting :

وفيها تقوم مواد الحقن بملء شقوق والفتحات في الأرض أوالصخر خاصـــة عنـــد الحقن عند ضغط كبير وعلي عمق بسيط. ويحدث ذلك أيضا أذا كان ضغط الحقـــن أكبر من أجهاد الـــــتربة. يتسبب هذا الأمر في أهدار بعض مواد الحقن.

١١-٢-١-٢ أنواع حقن التربة :

يتم حقن التربة بغرض التحكم فى المياه الجوفية بالطريقة التالية :

١ – الحقن بالأسمنت Cement Grout :

وهومن أوائل المواد المستخدمة في أعمال الحقن. كما يستخدم الأسمنت مضافا اليه البنتونايت لأعطاء المحلول مزيدا من اللزوجه والشحومية بالأضافة الي تأخير زمن الشك. تضاف بعض الكيماويات الأخري للتحكم في زمن الشك وزمن الوصول الـــي القوة النهائية كما يضاف الرمل كمادة مالئة، وهومناسب لمـــلء شـــقوق الـــصخور ومسام طبقات التربة الرملية والزلطية.

٢ – البنتونايت + الأسمنت Bentonite Cement :

للحصول علي مواد حقن رخيصة يمكن حقنها في الطين الناعم والطين المتماســـك ولا يستخدم للطبقات الرملية.

٣ – الحقن بالمواد الكيميائية Chemical Grouts :

أشهر هذه المواد هي سيليكات الصوديوم ثم يليها مادة كلوريد الكالسيوم ليكونا مادة جيلا تينية داخل مسام الـــتربة. يمكن أن تضاف بعض المواد للـــتحكم فـــي فتـــره الشك النهائي للمادة والجدول رقم (١١-٦) يوضح فكرة مبسطة لمواد وطرق الحقن وكذلك مجال التنفيذ ومجال التطبيق :

جدول (١١-٦) طرق تنفيذ حقن التربة

طريقة الحقن PROCESS	مواد الحقن Materials – Mixture -Admixtures	طريقة التنفيذ Procedure	مجال التطبيق Applicability
الحقن بالأسمنت	تكون نسبة المياه : الأسمنت من ١:١ الي ٤ : ١. يخلط البنتونايت والسيليكا مع الخليط لتقليل النضح والأنفصال الحبيبي. كذلك تضاف مادة Lingo Sulphonate لتسهيل عملية الحقن.	تحقن تحت ضغط منخفض لعمل قميص من الحقن أوتحت ضغط عالي لعمل ستارة عميقة من الحقن. نسبة م / س ونوع الأسمنت والأضافات تحدد بالموقع لتلائم الظروف.	يستخدم لحقن طبقات الرمل المدموك ذوقطر حبيبات D10 = ١.٢ مم أوالرمل السائب ذوقطر حبيبات D10 = ٠.٨ مم أوالرمل الحرش ذوقطر حبيبات D10 أقل من ١ مم. لا يستخدم لحقن الفراغات الكبيرة مع وجود مياه جارية.
مستحلب البيتومين	حبيبات البيتومين بقطر من ٠.٠٠١ الي ٠.٠٠٥ مم تنتشر بالماء، يضاف حامض الفورميك لأحداث الترويب.	تتأثر عملية الترويب Coagulation بالكيماويات الموجودة بالتربة أوالمياه الأرضية. ينصح بالعناية والحرص أثناء العمل.	يستخدم لخفض نفاذية طبقات الرمل ذات حبيبات D10 أقل من ٠.١ مم.
الحقن بسيليكات الصوديوم – مرحلة واحدة	سيليكات الصوديوم + مادة لأحداث التصلب مثل ألومينات الصوديوم المذابة في الماء	يتم عمل خليط من سيليكات الصوديم والمادة المحدثة للتصلب للحصول علي زمن مناسب للتصلب من بضع دقائق الي عدة ساعات. يتم الحقن حلال مواسير الحقن.	يستخدم لخفض نفاذية طبقات الرمل ذات قطر حبيباتD10 أقل من ٠.٨ مم.
الحقن بسيليكات الصوديوم – علي مرحلتين	خليط من سيليكات الصوديوم وكلوريد الكالسيوم.	حقن السائلين علي التوالي، يتم التفاعل بينهما علي الفور وتترسب سليكات الكالسيوم داخل الفراغات.	يستخدم لحقن الطبقات الرملية ذات قطر حبيباتD10 أقل من ٠.٨ مم لتقليل نفاذيتها.
أكريل أمايد	٥ – ١٠ % مذاب في الماء مع مادة مساعدة للتحكم في تكوين الجيلاتين مثل بيرسلفات الأمونيوم أوثيوسلفات الصوديوم.	الحقن خلال ماسورة مثقبة Perforated Injection Point. زمن التصلب يتراوح بين دقيقة لي ساعة.	يستخدم لحقن طبقات الرمل والسيلت، قطر الحبيبات D10 أقل من ٠.٠١٣ مم. يمكن أن يستخدم مع وجود مياه جارية.

تابع جدول (١١-٦) طرق تنفيذ حقن التربة

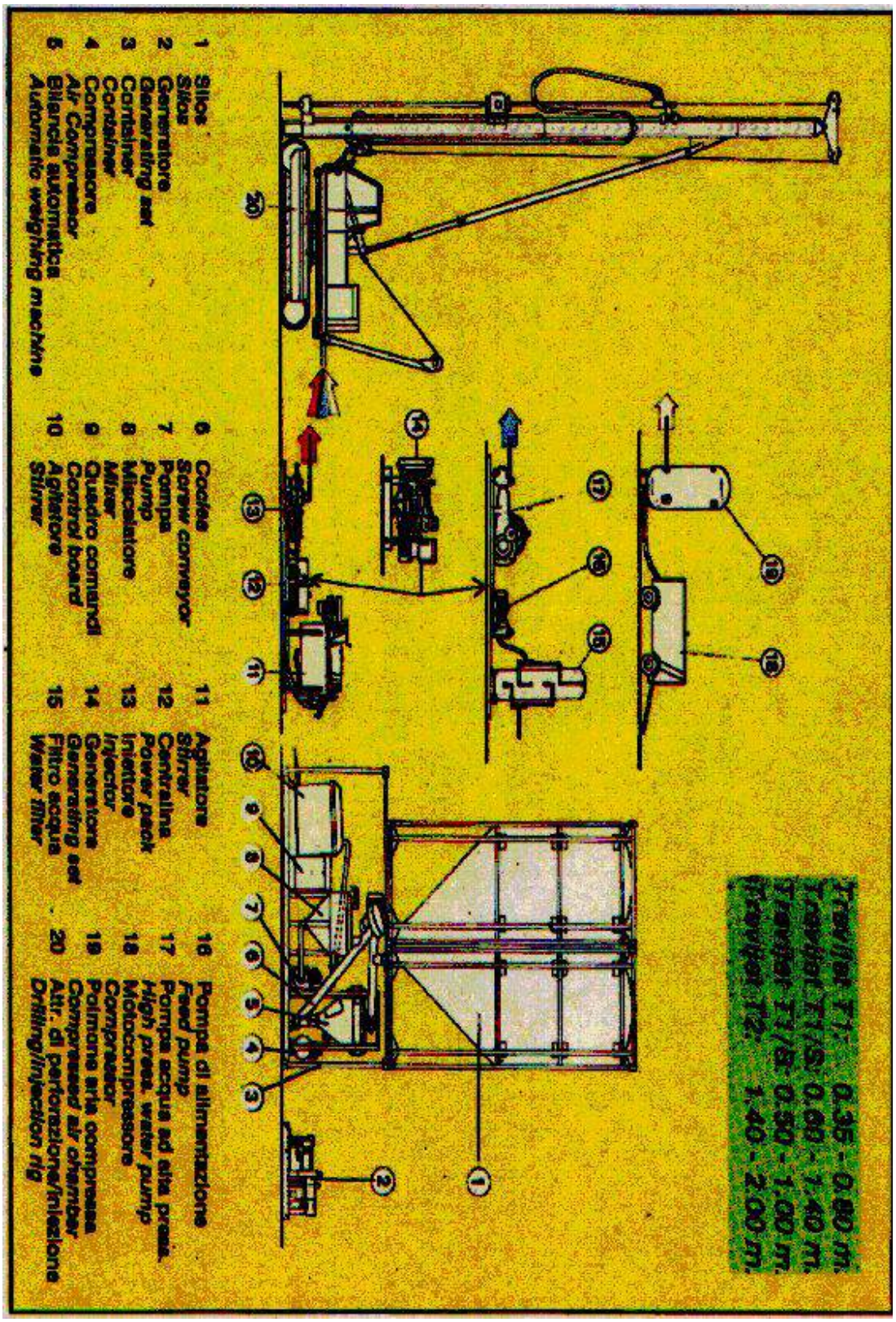
طريقة الحقن PROCESS	مواد الحقن Materials – Mixture - Admixtures	طريقة التنفيذ Procedure	مجال التطبيق Applicability
لجنين الكروم Chrome Lignin (مواد عضوية)	خليط من Ligno Sulphate وملح Hexa Valent Chromium مع مركبات أخري.	تحقن لتربة مع زمن شك يتراوح من دقيقة الي عدة ساعات وذلك بالتحكم في نسبة المياه. تتناسب مقاومة الحقن عكسيا مع كمية المياه.	يستخدم لخفض نفاذية طبقلت الرمل التي تكون قطر حبيباتها D10 أقل من ٠.٠٨ مم.
الحقن بارمل والأسمنت.	تتراوح نسبة الرمل : الأسمنت من ٢ : ١ الي ١٠ : ١. يمكن أضافة البنتونايت أوالرماد المتطاير لتقليل الأنفصال الحبيبي وتحسين قابلية الضخ. تكون نسبة المياه : الأسمنت ٢ : ١ الي ٥ : ١ بالحجم.	كمية المياه المطلوبة لتحسين قابلية الضخ Pump ability تتغير مع تغير نسبة الرمل : الأسمنت. يكون حجم المياه + الأسمنت : حجم لرمال = ١ : ٣.	يستخدم لحقن الفجوات الكبيرة أسفل الأساسات وكذلك الفجوات في طبقات الصخور وحول الأنفاق، أضافة لحقن الطبقة الزلطية التي يكون قطر حبيباتها حوالي ٢٠ مم. تتغير قوة الحقن بنسبة وجود المياه وتتراوح من ١٠٠ : ٧٠٠ باوند / البوصة المربعة.
الحقن بمادة الطمي والأسمنت.	نسبة الطمي : الأسمنت = ٣ : ١ حتي ٨ : ١، ونسبة المياه : الطمي = ٠.٧٥ : ١ حتي ٢ : ١ بالحجم. نسبة المياه : الأسمنت = ٣ : ١ الي ١٠ : ١ بالحجم.	تأخر زمن الشك, يمكن أستمرار عملية الحقن بشكل متقطع أومتواصل. يتم هز الطمي للتخلص من الحبيبا الكبيرة.	حقن الطبقات الرملية ذات الفراغات الكبيرة نسبيا. تعتمد قوة الحقن علي نسبة المياه : الأسمنت.
الحقن بخليط البنتونايت والطمي.	الطمي مع مادة مروبة مثل سلفات الألومنيوم لجعل مواد الحقن معلق بعد عملية الحقن. نسبة المياه : الطمي تعتمد علي كفاءة الضخ.	يضغط الخليط بمواسير الحقن. يجب تحديد نسبة الخلط التي يمكن ضخها بسهولة. وفي بعض الظروف الخاصة, يتم حقن خليط من السيلت لطبقات الطفلة ذات الفجوات والنفاذية العالية أوالشروخ	يستخدم لحقن التربة الرملية والتي يتراوح قطر حبيباتها من ٠.٢ الي ١ مم، تنخفض نفاذية طبقات الأرض. يمكن زوال مواد الحقن بفعل تحرك المياه الجوفية.

كما أن جدول رقم (١١-٧) يحدد أنواع وإستخدامات مواد حقن التربة والموضحة بالشكل رقم (١١-١٧)

جدول رقم (١١-٧)

أنواع وإستخدامات مواد حقن التربة

نوع مادة الحقن	أسمنت	أسمنت + بنتونايت	بنتونا يت	كيماويات		مواد حقن مهواه	
				راتنج عضوي	سليكات الصوديوم		
					متماسكة	سائلة	عضوية	أسمنت
الحالة State	معلق Suspension			سوائل Liquids			مستحلبات مهواه Aerated emulsions	
	غير متماسك	متماسك						
مدي الأستخدام Range of use	صخور مفتته	معامل النفاذية (رمل - زلط) (K) أكبر من					فجوات	مياه متدفقة
		٤-١٠×٥	٤-١٠	٥-١٠	٤-١٠	٦-١٠		
التحكم في الحقن	ضغط الحقن حتي الممانعة	كميات محسوبة Calculated quantities					ملء الفجوات Cavity filling	
التكلفه النسبية لملء ١ م٣ من فراغات التربة	٤	١	١	٢- ٤	٦	١٠- ٥٠٠	١	١٠



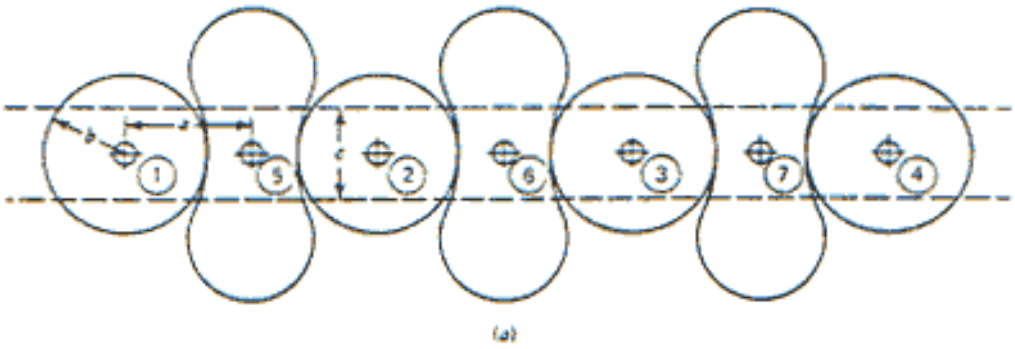
شكل (١١-١٧)

آلة الثقب وحقن التربة

١١-٢-١-٣ طرق الحقن للتربة :

الطريقة الأولي لحقن التربة :.

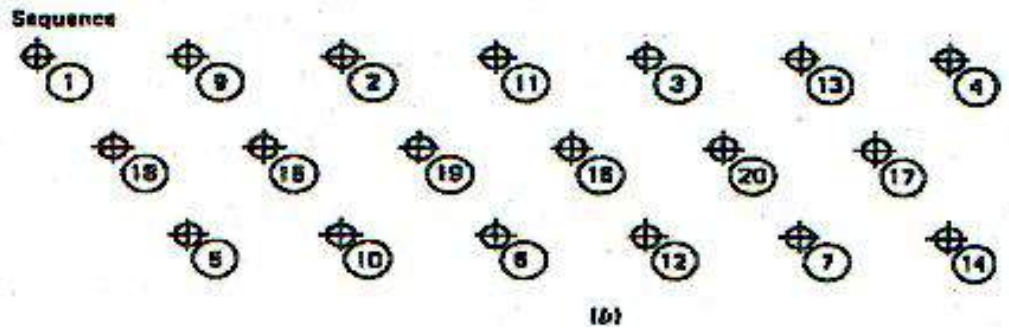
حقن الستارة بصف واحد من ثقوب الحقن. يحقن الثقب رقم (١) ثم الثقب رقم (٢) ثم الثقب رقم (٣) ثم الثقب رقم (٤). نجد أن مجال الحقن لكل ثقب هوأسطوانة رأسية نصف قطرها (b)، ثم يتم حقن الثقب رقم(٥) ثم رقم (٦) ثم رقم (٧). نستكمل حقن الستارة علي أن يتم تحديد كمية مواد الحقن في كل ثقب أوحتي لا يقبل الثقب أي حقن آخر وبشرط عدم شق طبقات التربة. نحصل علي ستارة بسمك (c) والذي يجب أن يكون أقل من المسافة (a) - شكل رقم (١١-١٨).



شكل رقم (١١-١٨) الطريقة الأولي لحقن التربة

الطريقة الثانية للحقن :

وهي عبارة عن عمل ٣ صفوف متوازية - يتم حقن الصفين الخارجين أولا - يكون قطر الحقن (b) كما هوواضح من الترقيم. يتم حقن الصف الأوسط حتي رفض مزيدا من الحقن Refusal أوأذا تم تحديد كمية الحقن المطلوبة مسبقا، كما هو موضح بالشكل رقم (١١-١٩).



شكل رقم (١١-١٩) الطريقة الثانية لحقن التربة

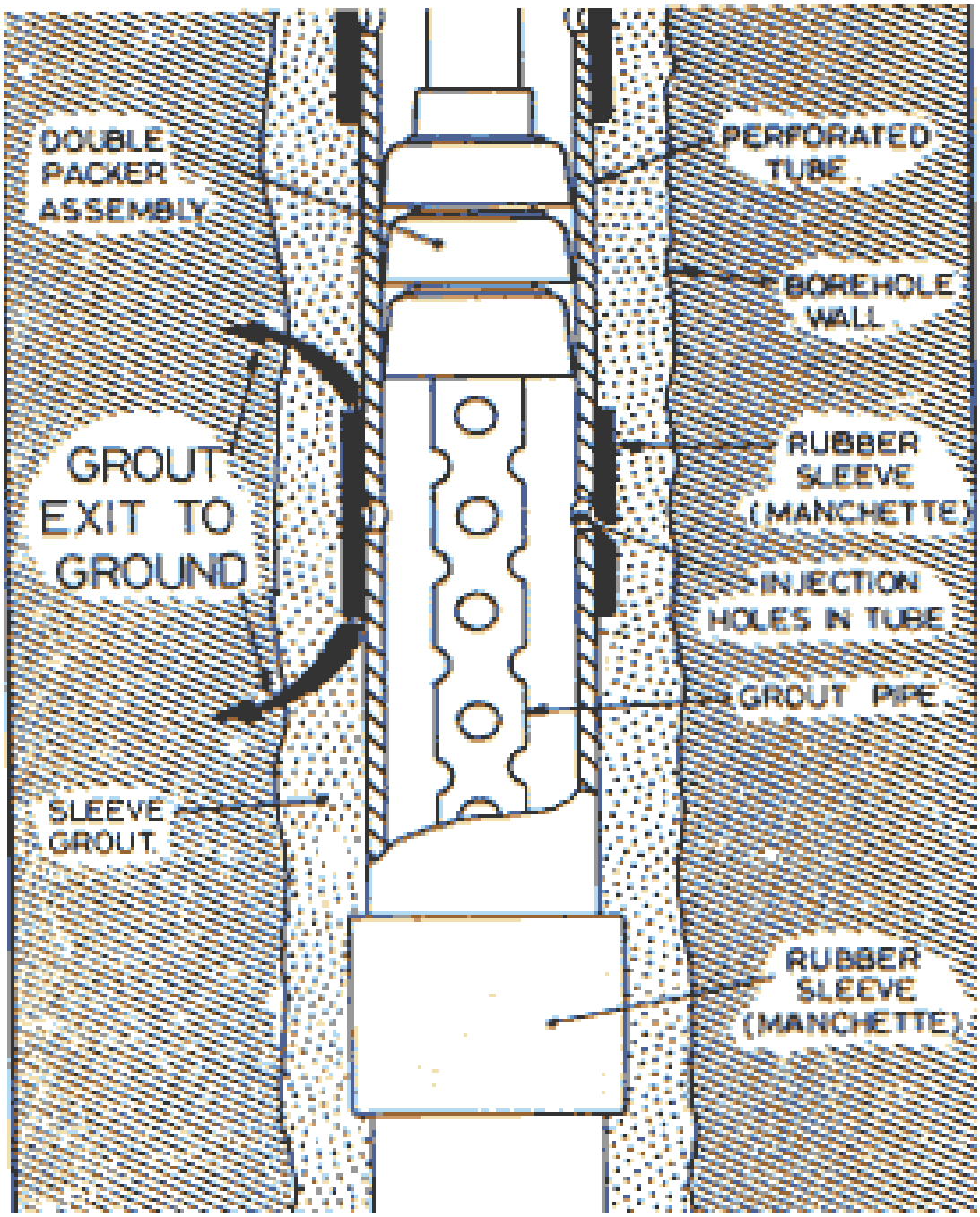
الطريقة الثالثة : حقن التربة علي مرحلـــتين Multistage Grouting :

وفيه يتم حقن طبقة الزلط أولا ثم نظافه الفتحة. بعد تمام شك مواد الحقــن، يمكــن حقن باقي الطبقات. وفي بعض الأحوال يمكن أستخدام مواد حقن مختــلفه لكل طبقة مثل حقن الأسمنت والبنتونايت في طبقه الزلط ثم حقن الكيماويات لطبقــة الرمــل. ويمكن عمل حقن من خلال الــثقب الرأسي، حيث يتم الحفــر حتــي المنطقــة ذات الفراغات الكبيرة – الزلط أوالأحجار – ثم أجراء الحقن لهذه الطبقة. ثــم نــستكمل الحفر في الــثقب الرأسي الي نهاية الطبقة الــــثانية وهكـــــــــذا.

وتجدر الأشارة الي أن عمل الــثــقب الرأسي يتم بواسطة دفع المياه Water Jet, وتعتبر هذه الطريقة أرخص قليلا من حفر الــثــقب بالحفارة الميكانيكيــة. ويمكــن عمل الحفر بطريقة أخري حيث يتم حفر الــثــقب بكامل الأرتفاع ثم عمــل الحقــن اللازم لأوطي طبقة. تسحب ماسورة الحقن الي أعلي حتي الطبقة الــتالية ليتم حقنها كذلك وهكذا. تعتبر هذه الطريقة أرخص من السابقة.

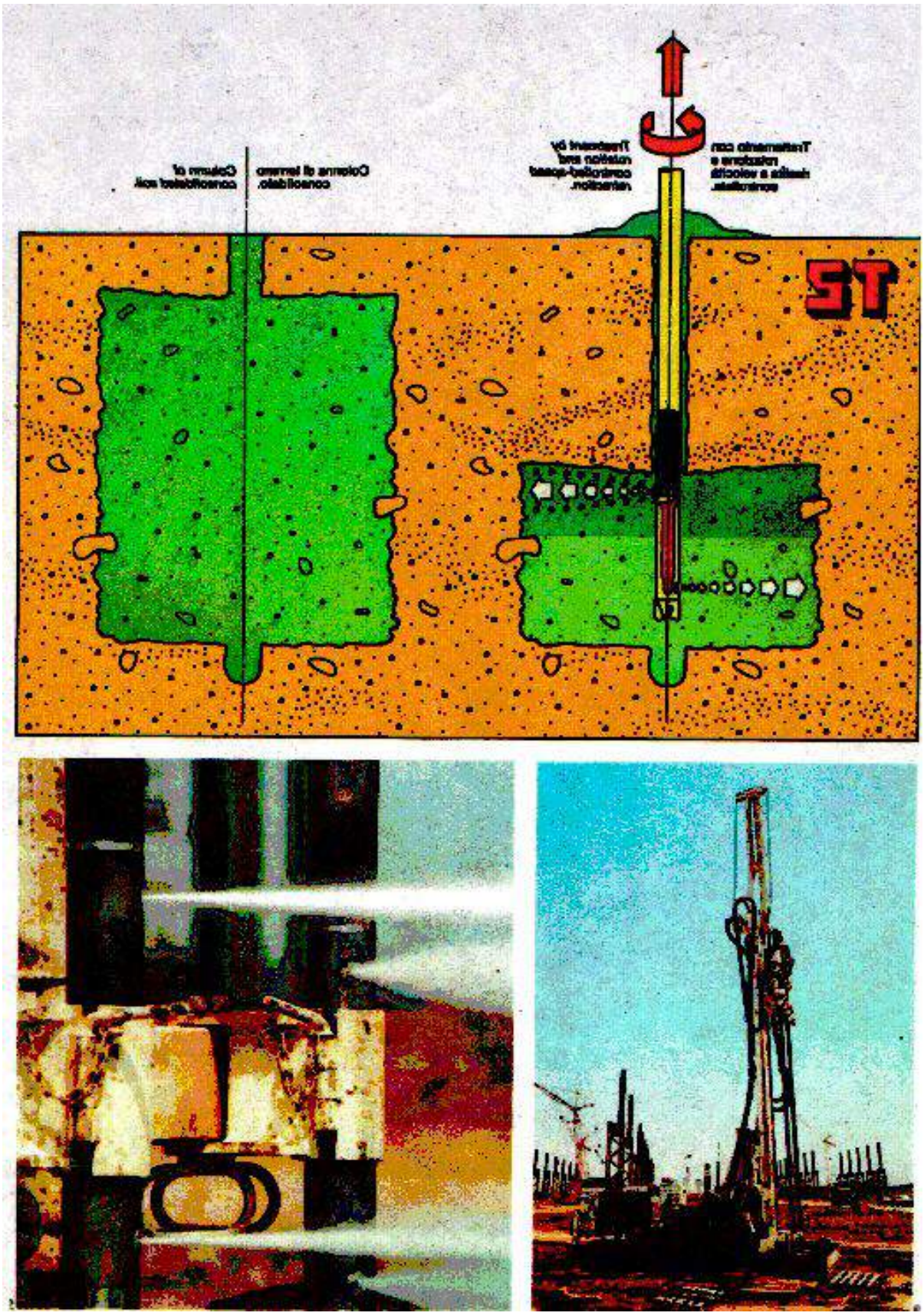
الطريقة الرابعة لحقن التربة بواسطة ماسورة مثــقبة Manchette Tube :

وهي طريقة معقدة وتستخدم بكثرة في الدول الأوروبية، كما هو موضح بالشكل رقم (١١-٢٠)، ورقم (١١-٢١). والماسورة المثــقبة تكون بقطر ٢" وطــول ١٢" – مقفولة من أسفل – منطقة الــثــقوب مغلفة بغلاف مطــاطي. تــتــصل الماســورة المثــقبــــــة بمواسير رأسية حتي سطح الأرض. عند أجراء عملية الحقن, تخرج مواد الحقن خلال الغلاف المطاطي لتملأ الفراغات والشقوق والمسام داخل التربة.



شكل (١١- ٢٠)

تفاصيل ماسورة حقن التربة



شكل (١١- ٢١)

نموذج حقن التربة بطريقة الماسورة المثقبة

يبدأ الحقن بتشغيل الطلمبات تحت ضغط عالي كاف لتمزيق الغلاف المطاطي الخارجي وأختراق الطبقة الأسمنتية الضعيفة ثم التغلغل في مسام التربة. يبلغ الضغط المذكور ٣٤ كجم / سم^{٢}.تعطي هذه الطريقة نتائج جيدة مع ضروره الوضع في الأعتبار أن يكون العاملين القائمين بالعمل علي درايه كافية خوفا من حدوث أي شقوق في التربة Splitting Of Soil.

١١-٢-٢ : تجميد التربة GROUND FREEZING

تعتبر عملية تجميد التربة من التقنيات المعقدة في مجال التحكم في المياه الأرضية، ولكنها – رغم ذلك – لها الأهمية لتنفيذ الأنشاءات التي لها طبيعة خاصة مثل التي تنشأ في أرض مفككة أورخوة.

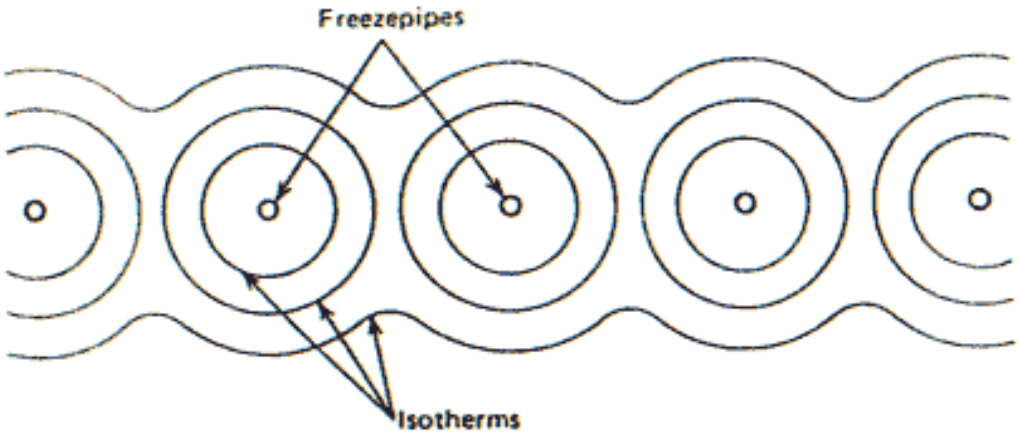
وعملية تجميد التربة تعمل علي تحسين قوة التربة Improving Soil Strength بالأضافة الي التحكم في المياه الأرضية حتي نتمكن من تنفيذ هذا المنشأ. وهذه العملية عبارة عن تحويل المياه الأرضية داخل مسام التربة الي ثلج. تساعد هذه العملية في التحكم في المياه لأرضية في مشروعات الأنفاق والمناجم والمشروعات المنشأه بعمق كبير تحت الأرض والتي تكون طبيعة التربة بها مفككة أو رخوة.

وتكون عملية تجميد التربة مؤقته تزول بانتهاء العمل، بينما في أحيان خاصة جدا يكون تجميد التربة بشكل دائم مثل عملية صيانة وضبط التربة المجمدة أسفل المنشآت الحرارية والمنشأة علي الطبقات

المتجمدة (المناطق القطبية) وكذلك المخازن المنشأه تحت الأرض والمحتوية علي سوائل في حالة تجمد

١١-٢-٢-١ خطوات تنفيذ عملية تجميد التربة

تتم عملية تجميد التربة بتمرير غاز النتروجين – أوأي غاز مماثل – من خلال مجموعة من المواسير المركبة في شكل رأسي والمدفونة في الأرض والتي تحتوي خلالها علي المنشأ المراد تنفيذه. عند ضخ الغاز وقيام هذه المواسير بالعمل، يتكون عامودا ثلجيا حول كل ماسورة. مجموعة الأعمدة الثلجية المتجاورة تشكل الحائط الثلجي حول المنشأ، كما هو موضح بالشكل رقم (١١-٢٢).



Formation of a freezewell.

شكل رقم (١١-٢٢)

مواسير تجميد التربة لعمل حائط ثلجي

ويحدد شكل المنشأ المطلوب تنفيذة والفتره الزمنية اللازمة للأنشاء، بالأضافة الي شكل ونوعية طبقات الأرض والمياه الجوفية، شكل الحائط الثلجي وكذلك تصميم الماسورة والمسافة بينها وكذلك طاقة وحدة التجميد.

وصف وحدة التجميد : نظام السائل الملحي – الأمونيا التقليدي Conventional Ammonia Brine System :

تتكون وحدة التجميد من :

١ – ضاغط Compressor :

يضغط غاز الأمونيا أوالفريون، والذي يستخدم في تجميد محلول ملح كلوريد الكالسيوم والذي يمر داخل المواسير الرأسية. تصل درجة التجميد – ١٨ درجة مئوية الي – ٣٥ درجة مئوية.

٢ – المواسير الرأسية :

تكون من الصلب أوالبولي إثيلين، يتم دقها رأسيا ومتوازية وعلي مسافات محددة وعلي بعد مناسب من حدود المنشأ (حوالي ١ متر).

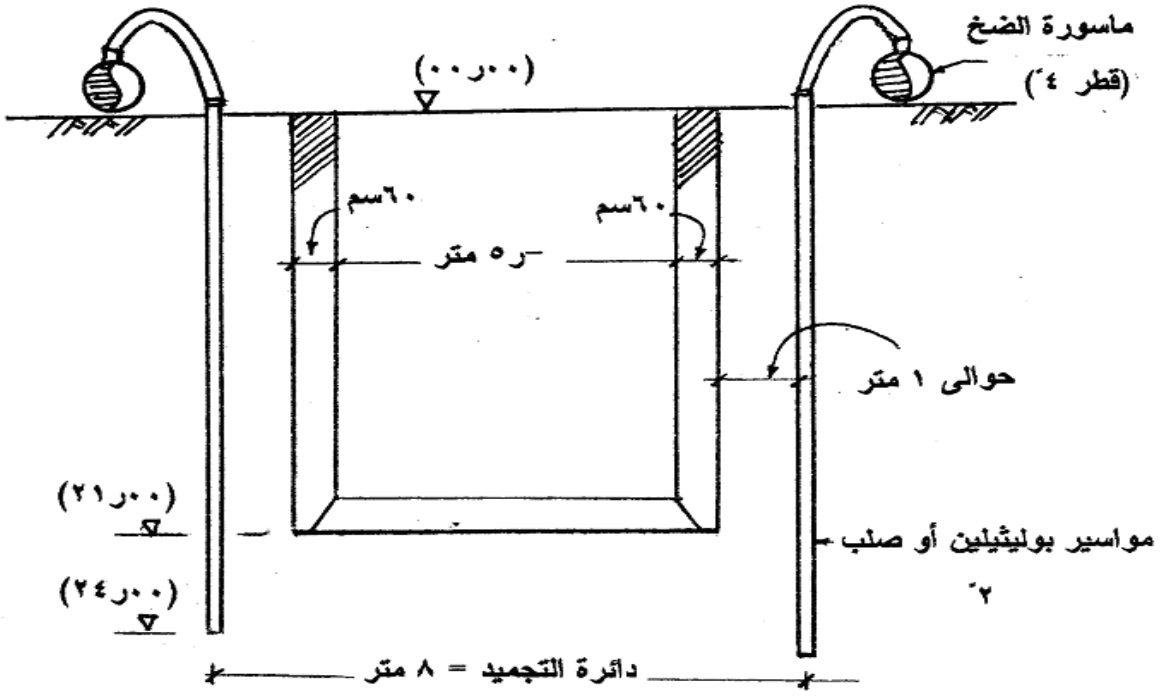
٣ – ماسورة الضخ العمومية :

وترتبط المواسير الرأسية بها من علي سطح الأرض. تتصل هذه الماسورة بالضاغط.

٤ – خزان النتروجين (أوالغاز المماثل) :

يأتي هذا الغاز في حاويات خاصه مقفلة ومعزولة.

وحاليا، فقد تم تصميم وتصنيع وحدات تجميد كاملة داخل حاويات مقفلة لتسهيل النقل والتشغيل والفك. هذه الوحدات تحتوي علي الضاغط والطلمبات والمبادل الحراري والصمامات ٠٠٠وقد وصلت طاقة هذه الوحدات الي ١٠٠ طن تجميد وكما هوموضح بالشكل رقم (١١-٢٣)



شكل رقم (١١-٢٣) تجميد التربة حول البيارة

١١-٢-٢-٢ مميزات عملية تجميد التربة :

١ – زيادة في قوه التربة عدة مرات خاصة في الأراضي الرخوة والضعيفة. يكون الحفر حينئذ في حالة ثبات وتماسك ويمكن العمل بدون الحاجة الي أي نوع من الصلبات.

٢ – عدم نفاذية المياه ، حيث يكون الجدار المتجمد Frozen Membrane غير منفذ للمياه ولذلك تكون عملية نزح المياه معدومة.

٣ – ثبات التربة Stability : عدم حدوث أي هبوط للتربة خاصة في حالة دق الستائر المعدنية.

٤ – يمكن أتمام عملية تجميد الـــتربة في وقت أقل من الطرق الأخري.

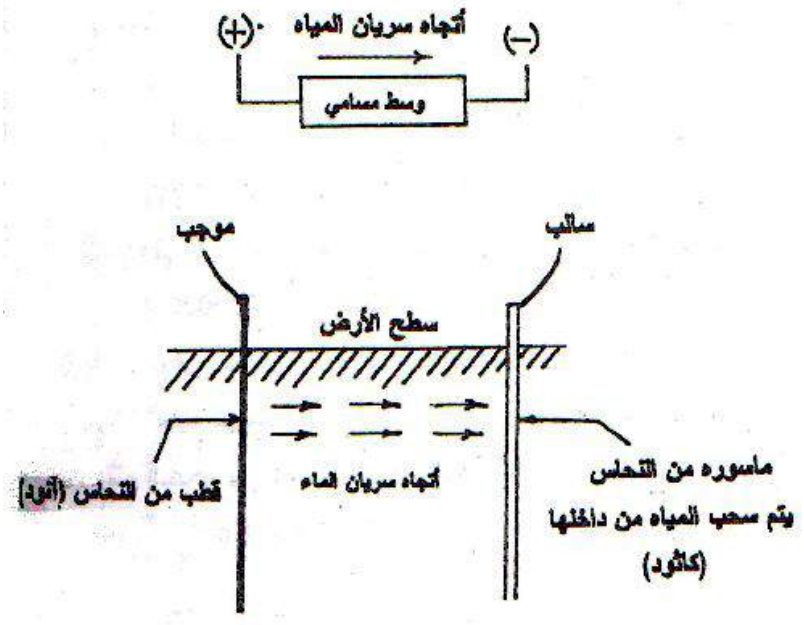
١١-٢-٣ التحكم في المياه بطريقة النزح الأسموزي الكهربي Drainage by Electro Mosis

تستخدم طريقة الـــتحكم في المياه بالنزح الأسموزي الكهربي لنوعية الـــتربة الـــتي لها معامل نفاذية منخفض (K=1/100000 - 1/10000000).

وهذه الطريقة لا تستخدم في أعمال الـــتحكم في المياه الأرضية علي درجة واسعة، ولكن تستخدم أساسا لعملية تثبيت الـــــتربة Soil Stabilization، كـــذلك لعمليـــة تحسين خواصها من الـــتدعيم والـــتصلب Consolidation، بالأضافة الي تـــــقليل نسبة المحتوي المائي Decreasing Of Water Content وكـــذلك زيـــــــادة كثافة الـــتربة.

١١-٢-٣-١ نظرية التحكم فى المياه الجوفية بالنزح الأسموزى الكهربى :

أذا تعرض جسم مسامي رطب الي فرق جهد بين طرفيه، فأن الماء يـــسير خـــلال المسام من الطرف الموجـــب Anode الـــي الطـــرف الـــسالب Cathod ، وكمـــا هوموضح بالشكل رقم (١١-٢٤). وعند توقف سريان الـــتيار الكهربي، فأنه تتوقف عملية سريان المـــاء خلال المسام أيضا.



شكل (١١-٢٤) طريقة النزح الأسموزي الكهربي

١١-٢-٣-٢ عناصر طريقة النزح الأسموزى الكهربى

تتكون طريقة النزح الأسموزى الكهربى من العناصر التالية :

١ – الطرف الموجب (الآنود) :

عبارة عن قضيب معدني قطره ٢.٥ بوصة – يمتد من سطح الأرض حتي طبقة الصخر. قد يصل هذا العمق الي ٤٠ متر حتي طبقة الصخر.

٢ – الطرف السالب (الكاثود) :

عبارة عن بئر لتجميع المياه، قطره الخارجي ١٢ بوصة وداخله ماسورة السحب من الصلب (القطب الكهربي). ماسورة السحب محاطة بفلتر من الرمل ومتصلة مع باقي المواسير بماسورة تجميع عمومية تتصل بدورها بطلمبة النزح العمومية.

يتصل الطرف الموجب والطرف السالب بأسلاك كهربية ذات قطاع مناسب، متصلة بدورها بمصدر للتيار المستمر. يتكون نظام النزح من عدة صفوف متوازية، كل صف يحتوي علي مجموعة من الأطراف الموجبة والسالبة.

المسافه بين الطرف الموجب والطرف السالب = ٣– ٥ متر. كما تكون المسافة بين صفوف كل نظام حوالي ٦متر. يصل العمق حتي طبقة الصخر.

٣ – مولد كهربي لتوليد تيار كهربي مستمر :

يكون المولد بقدرة ٢٢٠ كيلووات ويحسن وجود مولد آخر أحتياطي حيث يستمر العمل بشكل متواصل دون أنقطاع.

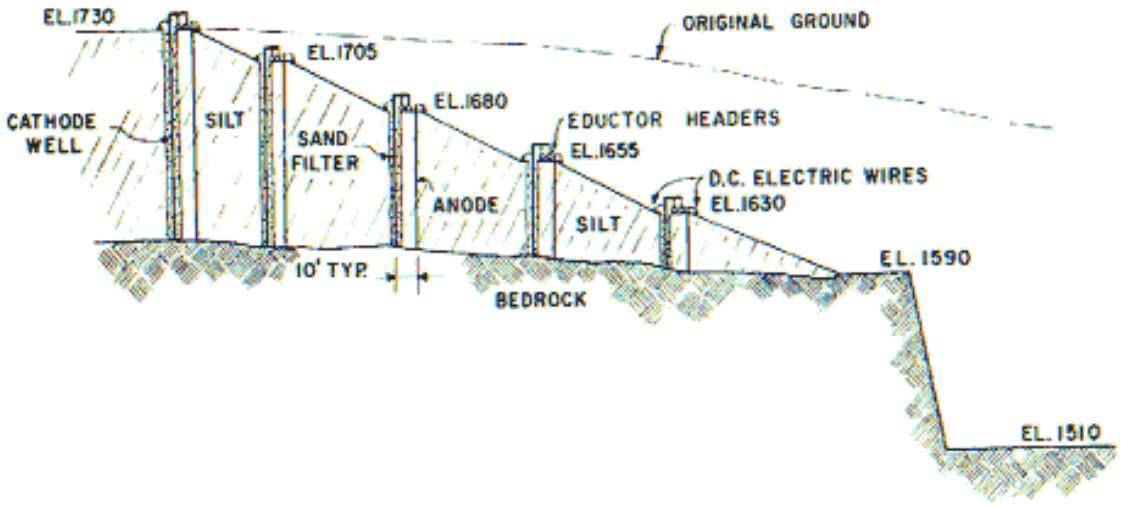
٤ – الماسورة المجمعة للمياه Header Pipe :

تقوم هذه الماسورة بتجميع مياه الآبار من مواسيرالكاثود وتوصلها الي مضخة مياه مركزية.

٥ – طلمبة تجميع المياه من اللآبار :

تقوم بسحب المياه بشكل متواصل، ولهذا ينصح بوجود طلمبة أخري أحتياطية حتي لا يتعطل العمل.

وشكل (١١–٢٥) يوضح أحد المشروعات التي أستخدم فيها نظام النزح بطريقة النزح الأسموزي الكهربي.



شكل (١١-٢٥)

أحد المشروعات المنفذة

١١-٢-٣-٣ تنفيذ طريقة النزح الأسموزى الكهربى :

١ – يتم تحديد الصفوف المتوازية للأقطاب الكهربائية.

٢ – يتم دق الأطراف الموجبة باستخدام طلمبة مياه (ضغط عالي) لأحداث ثـقب في الأرض وتنزيل الطرف الموجب بشكل رأسي تماما.

٣ – يتم عمل بئر السحب (مماثل لطريقة تنفيذ الآبار العميقة). يكون قطر القيسون الخارجي ١٢ بوصة. توضع ماسورة السحب داخل البئر (و الـتي تعمل كطرف سالب). تحاط الماسورة بالرمل ثم تسحب ماسوره القيسون الخارجي

٤ – تـتصل مواسير السحب بالماسورة الرئيسية المجمعة المتصلة بطلمبة السحب. يخرج من طلمبة السحب خط مواسير لصرف المياه الي مكان التخلص منها.

٥ – يتم توصيل الأطراف الموجبة و السالبة مع بعضها و تتصل في النهاية بمصدر التيار الكهربي المستمر.

٦ – عند بدأ أطلاق الـتيار الكهربي، تبدأ المياه في الـتوجه الي البئر و تتجمع داخلة. تقوم طلمبات النزح الجوفي برفع المياه و صبها داخل الماسورة الرئيسية المجمعة ثم الـتخلص منها.

الفصل الثانى عشر

مجمعات الصرف الصحي

١٢-١ مقدمة :

يطلق أسم مجمع علي خط مواسير انحدارالصرف الصحي الناقل لتصرفات كبيرة من مياه الصرف الصحى من بعض أجزاء من المدينة وقد أتفق علي أن لا يقل قطر مجمع الصرف الصحى عن ٧٠٠ مم.

ومجمعات الصرف الصحي أشكال عديده طبقا للتصميم الهندسى لها. فهناك القطاع الدائري والذي يعتبر أحسن القطاعات من الناحية الهيدروليكية , وكذلك قطاع حدوة الفرس, والقطاع البيضاوي, والقطاعات المستطيلة أوالمربعة وكما هوموضح فى الشكل رقم (١٢-١) و(١٢-٢).

وجميع هذه القطاعات الهندسية الشكل للمجمعات يمكن أنشاؤها بالموقع باستخدام الفرم المعدنية , بينما يمكن للقطاع الدائري أن يصنع (سابق التجهيز) بمصنع المواسير.

وتتشابه خطوات تنفيذ هذه المجمعات – حيث أنه مثل أي خط أنحدار لتجميع مياة الصرف الصحى – من حيث خطوات التنفيذ وهذه الخطوات كما يلى:

١ – القيام بالدراسات الميدانية لأختيار أنسب المسارات.

٢– تصميم الشدات لسند جوانب الحفر.

٣– تصميم الطريقة المثلى للتخلص من المياة الارضية السطحية (مياة الرشح) أو المياه الجوفية.

٤ – الحفر حتي منسوب التأسيس مع صلب الجوانب والتخلص من مياه الرشح (الجوفية) الزائدة إن وجدت حيث يجب أن يكون التنفيذ على الناشف.

٥ – ضبط الميل ثم عمل الفرشة الخرسانية العادية والمسلحه أسفل جسم المجمع.

٦ – أنشاء جسم المجمع.

٧ – الردم حول جسم المجمع وخلع الصلبات إذا كان هذا ممكنا وتشطيب العمل.

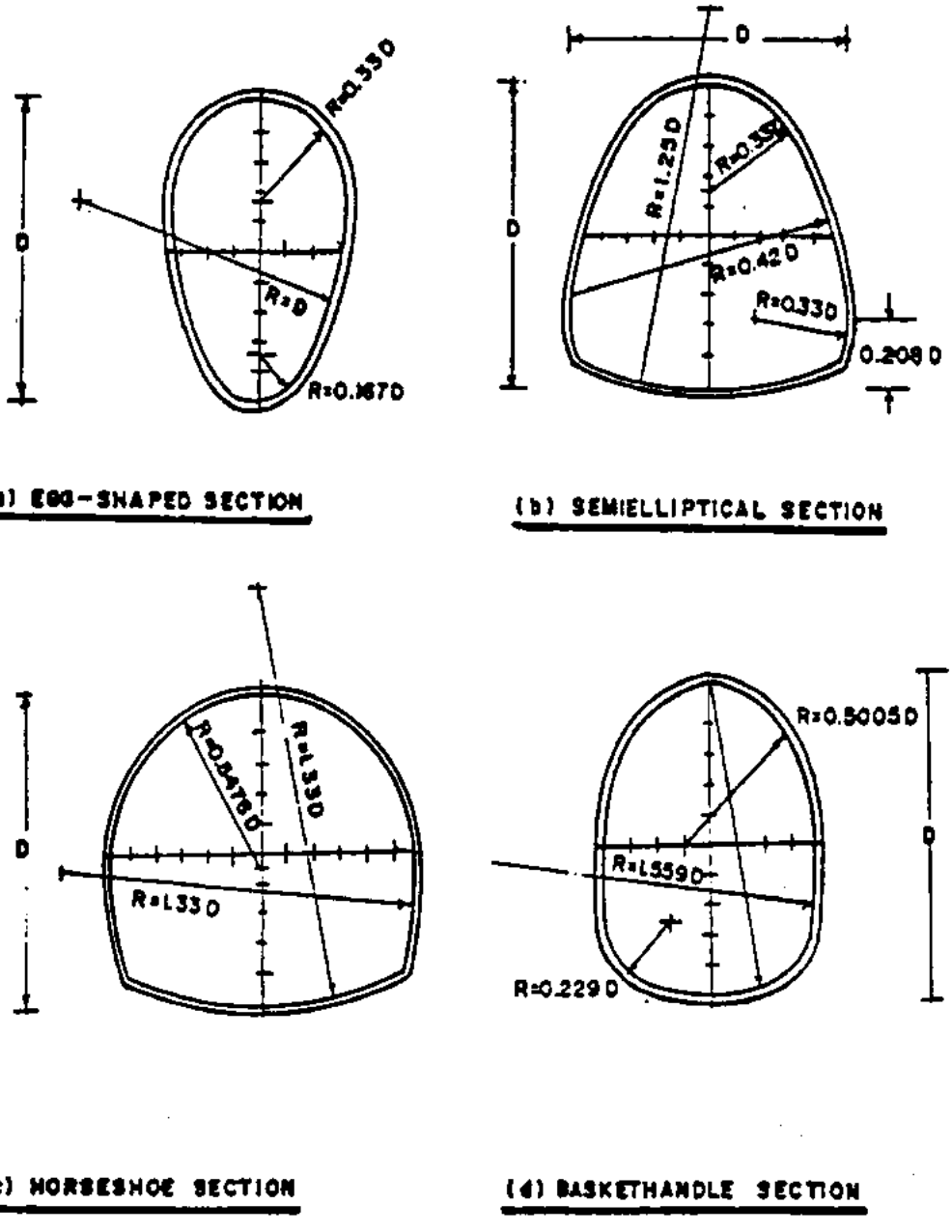
٨ – أستكمال أنشاء ملحقات الأعمال.

١٢-٢ أنشاء المجمع الدائري المصبوب في الموقع :

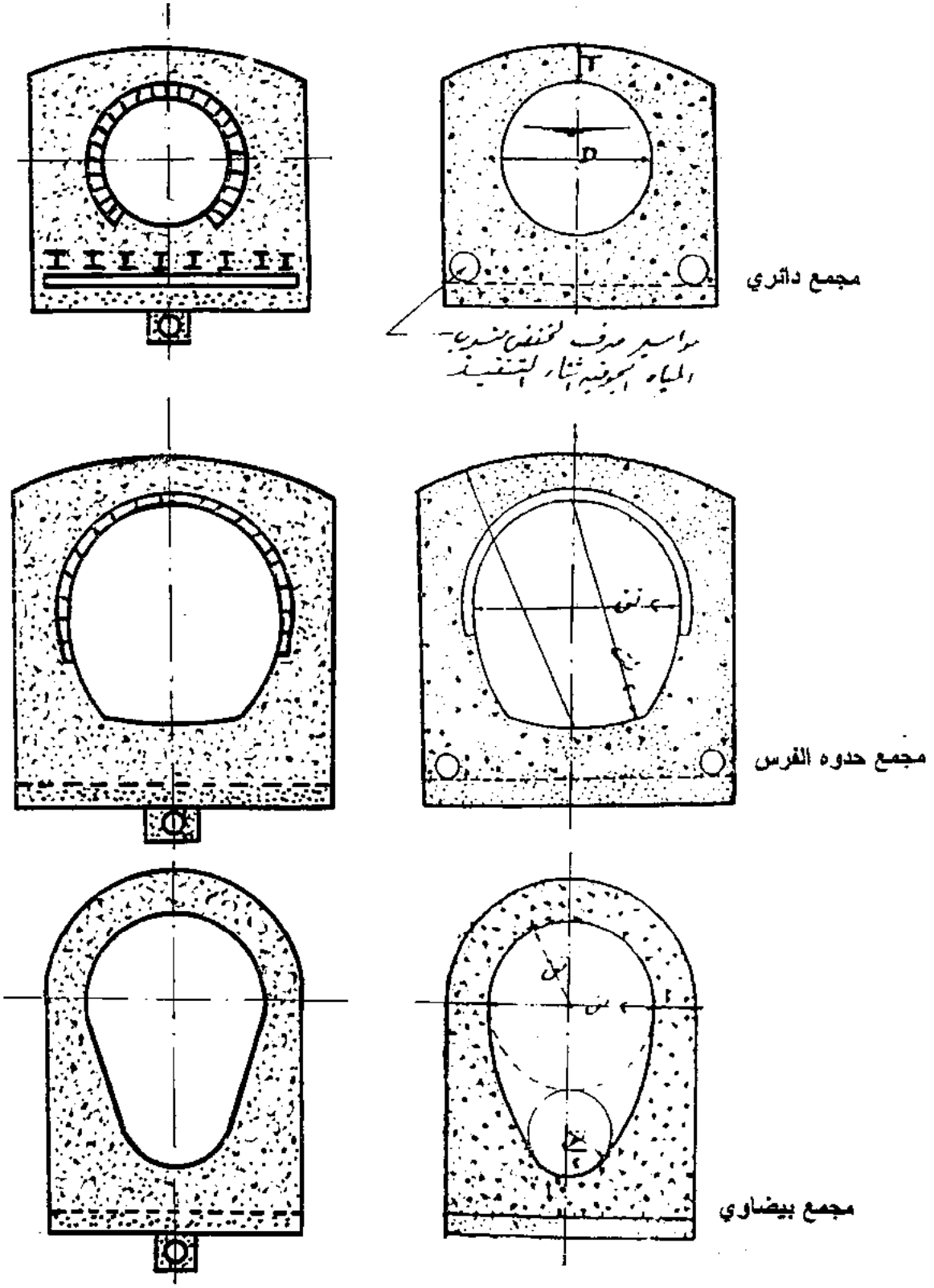
وينفذ هذا المجمع بطريقتين :

الطريقة الأولى : الفرم المعدنية.

الطريقة الثانية : الفرمة الكاوتشوك.



شكل رقم (١٢-١) الأبعاد الهندسية لنماذج مجمعات الصرف الصحي



شكل رقم (١٢-٢)

نماذج مجمعات الصرف الصحى شائعة الأستخدام بمصر

١٢-٢-١ خطوات التنفيذ لإنشاء المجمع الدئرى المصبوب فى الموقع بطريقة الفرم المعدنية

١ – تجري عمليه الحفر – مثل أي خط إنحدار. كذلك تنفيذ صلبات جوانب الحفر بالإضافة إلي عملية التخلص من مياه الرشح – يجب علي المنفذ أن يكون علي كفاءة عالية في تنفيذ الصلبات ونزح المياه الجوفية وعلي دراية وخبرة تامة بهما.

٢ – صب الأرضية الخرسانية العادية علي الميول المحددة ثم تنفيذ الأرضية المسلحة علي الميل أيضا علما بأن الأسمنت المستعمل يكون مقاوم للكبريتات.

٣ – بعد إتمام عمل الأرضية المسلحة يتم رص الفرم المعدنية في المحور. الفرم بطول ١ متر – تصنع هذه الفرم من صاج وزوايا بقطاع مناسب – وكما هوموضح بالشكل رقم (١٢-٣) – علي أجزاء لتسهيل عملية التركيب والفك.
وعادة تكون الفرم الدائرية من ٤ أجزاء : جزء منهم بعرض ١٠سم يسمي (المفتاح) والأجزاء الباقية متساوية بحيث تشكل عند تركيبها القطاع المطلوب وبالقطر التصميمي.

٤ – تركب الفرم للفرعة مع ضرورة أن يكون المفتاح في أعلي الفرمة ثم تدهن الفرم بدهان الشدات لعدم التصاق الخرسانة بها.

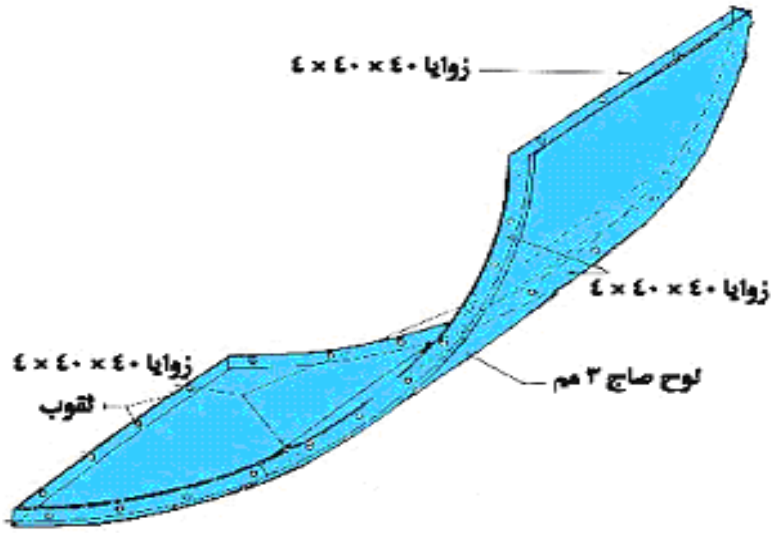
٥ – يتم تسليح الجزء السفلي حتي بداية مباني الطوب الأزرق – كما يتم تدكيم الفرم حتي تثبت في موضعها أثناء الصب. نصب الجزء السفلي من خرسانة مسلحة باستخدام الأسمنت المقاوم للكبريتات بنسبة ٤٠٠كجم/ م٣مع العناية بالخلط والصب والدمك الميكانيكي.

٦ – نبدأ في عمل الكسوة من الطوب الأزرق المقاوم للأحماض – وكما هوموضح بالشكل رقم (١٢-٤) علي الفرمة مباشرة بدأ من الجوانب باستخدام مونة الأسمنت المقاوم للكبريتات وبنسبه ٣٥٠كجم/ م٣. يوضع عند فواصل المباني شرائح من الفلين بسمك ٨ مم وعمق ٢.٥سم بحيث تكون هذه الشرائح ملاصقة للفرم المعدنية – يمكن أيضا أستخدام رقائق بولي فينيل كلورايد بدلا من الطوب الأزرق.

٧ – بعد الانتهاء من المباني , نستكمل تسليح القطاع ثم الصب طبقا للقطاع التصميمي.

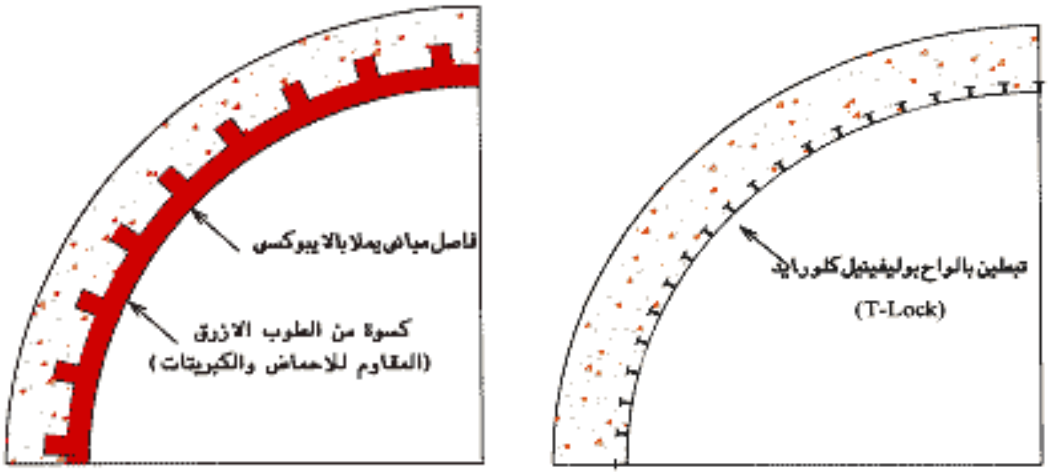
٨ – بعد أسبوع , يمكن فك الفرم المعدنية من الداخل مع مراعاة معالجة الخرسانة بالمياه طوال هذه الفترة. نبدأ بفك المفتاح أولا لتسهيل العملية ثم تفك باقي أجزاء الفرم وتجميعها بالخارج.

٩ – تزال شرائح الفلين وتنظف الفواصل بين الطوب جيدا مع استخدام ضاغط الهواء.



شكل رقم (١٢-٣)

الفرمة الصاج (تصنع بالورشة) المستعملة في إنشاء المجمع



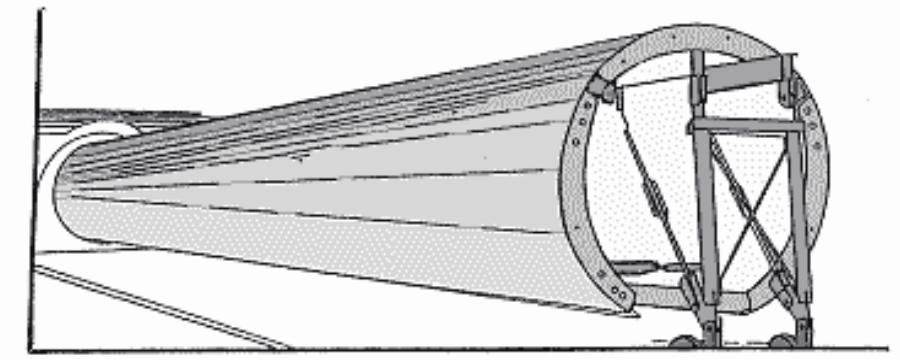
شكل رقم (١٢-٤)

التبطين (كسوة) بالطوب الأزرق أوالبولي فينيل كلوريد

١٠ – تملأ الفواصل بمادة أيبوكسية مقاومة للأحماض مثل مادة FMA 151.

١١ – يتم بياض الجزء الخرساني في قاع المجمع ببياض أسمنتي مقاوم للكبريتات بنسبة ٣٥٠ كجم أسمنت / م^{٣} مع ضبط الاستدارة وخدمة وتنعيم واستدارة السطح.

علما بأنة يتم تصنيع الفرم المعدنية بالقطر والشكل المطلوب ينفيذة وذلك بالمصنع أوالورشة وتصنع بكفاءة عالية ويتم تركيبها بالموقع، وكما هوموضح بالشكل رقم (١٢-٥).



شكل رقم (١٢-٥)

تفاصيل الفرم المعدنية المجهزة بالمصنع

١٢-٢-٢ أنشاء المطابق بالفرم المعدنية :

يتم تنفيذ المطابق بطريقتين هما كما يلى :

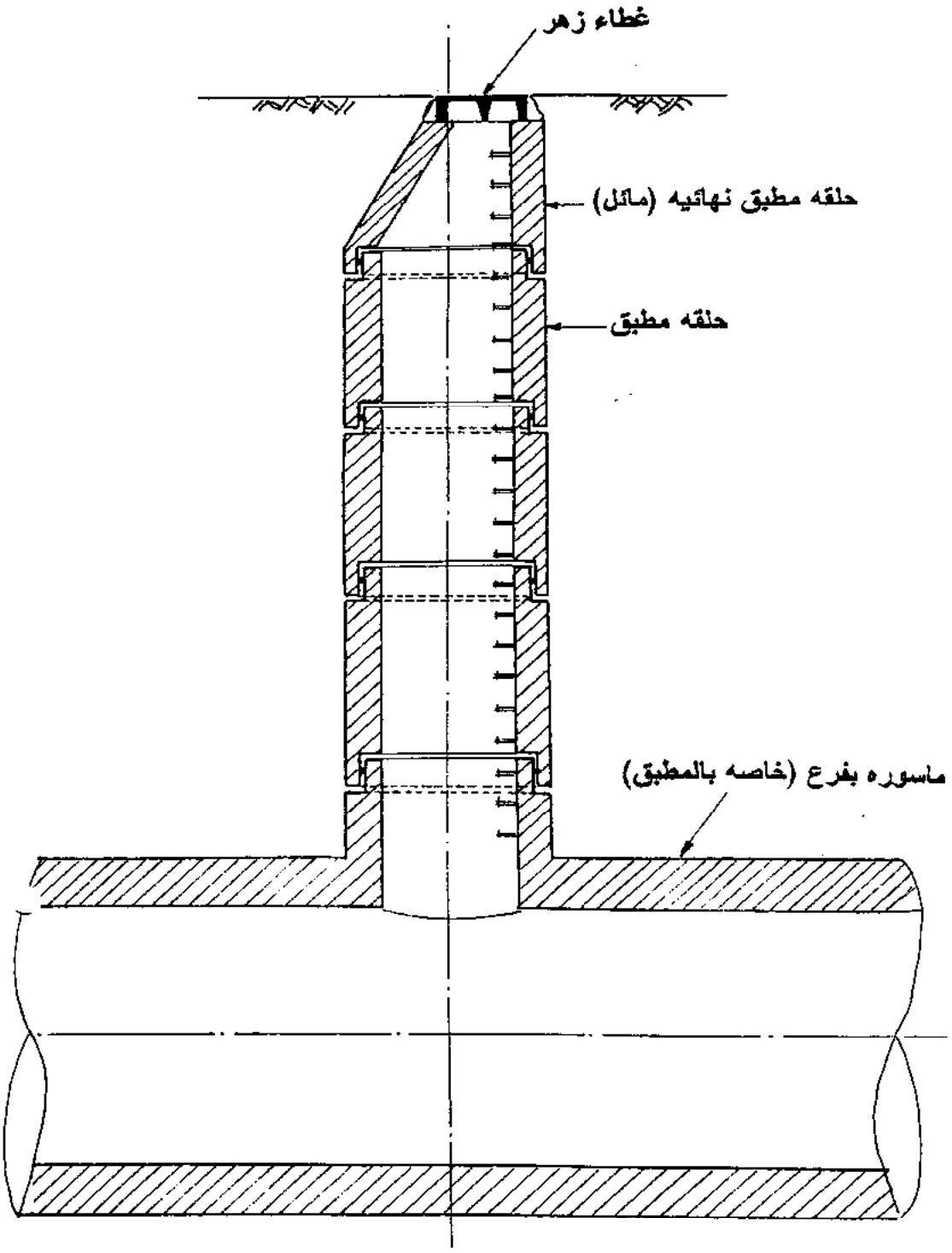
١٢-٢-٢-١ مطابق تنشأ في الموقع :

وهي المطابق التي من المحتمل أن تستقبل خطوط صرف مستقبلا – أي التي يكون موقعها أمام شارع جانبي أومطابق الناصية أومطبق هدار. تنفذ هذه المطابق من الخرسانة المسلحة في الموقع وبالمواصفات الفنية المحددة من قبل.

١٢-٢-٢-٢ مطابق سابقة التجهيز :

وتتم عملية الأنشاء للمطابق سابقة التجهيز كما يلي :

١ – يجب أن تترك أثناء أنشاء جسم المجمع فتحات لتركيب المطابق سابقة التجهيز في الأماكن المحددة لذلك أو يتم تكسير فتحة دائرية في مكان المطبق أثناء الصب قطرها = قطر المطبق الخارجي. يتم وضع أشاير من حديد التسليح حول الفتحة وبالعدد والقطر المماثل لتسليح المطبق وكما هوموضح بالشكل رقم (١٢-٦).



الشكل رقم (١٢-٦) المطابق الخرسانية سابقة الصب المنشأة على المجمعات

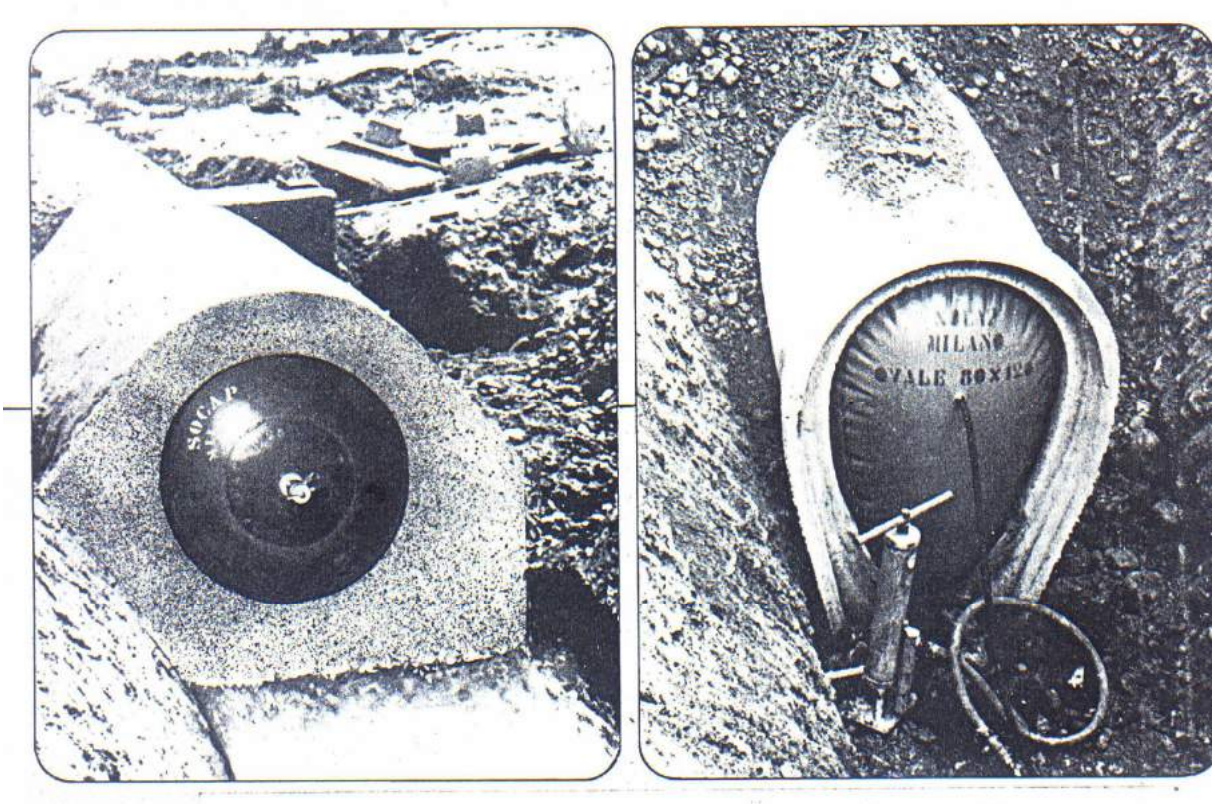
٢ – توضع الفرمة الدائرية (الداخلية) بقطر المطبق وفي المكان المطلوب وتضبط رأسيتها تماما. بعد تركيب الفرمة – يتم عمل التسليح اللازم علي فرمه المطبق بحيث يتداخل حديد تسليح المطبق مع تسليح المجمع.

٣ – توضع الفرمة الخارجية للمطبق ثم نبدأ في الصب داخل الفرمة. تشكل الوصلة في نهاية هذا الجزء , والتي تتلائم مع الوصلات التالية والتي ستكون حلقات خرسانيه سابقه الصب.

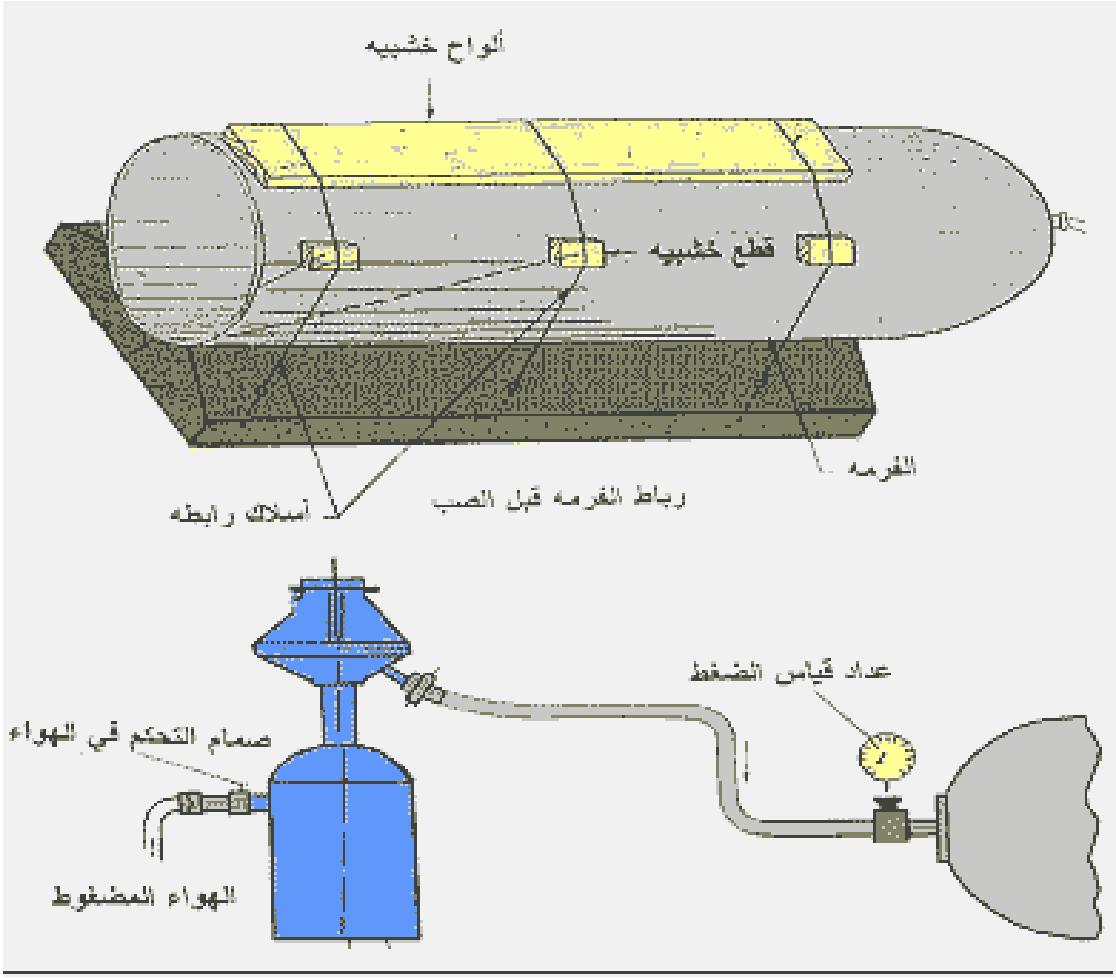
٤ – تركب الحلقة المطاط علي الوصلة ثم تركب الحلقة الخرسانية التالية وهكذا , ويستكمل العمل في المطبق حتي منسوب الطريق.

١٢-٢-٣ خطوات التنفيذ لإنشاء المجمعات المصبوبة بالموقع بطريقة الفرمة الكاوتشوك :

تتلخص هذه الطريقه في تصنيع فرمه من الكاوتشوك – مثل البالون – لها نفس قطر المجمع وطولها ١٥ متر. يتم نفخ الفرمة بالهواء تحت ضغط عالي فتأخذ شكل أسطواني تماما. تزود الفرمة باسطوانة مملوءه بالهواء تحت ضغط عالي للمحافظة علي الضغط داخل الفرمة طوال مدة العمل وكما هوموضح وكما هوموضح بالشكل رقم (١٢-٧) و(١٢-٨).



شكل رقم (١٢-٧) شكل الفرمة الكاوتشوك



شكل رقم (١٢-٨)

تفاصيل الفرمة الكاوتش

ويمكن تلخيص خطوات التنفيذ للمجمعات المصبوبة بالموقع بطريقة الفرمة الكاوتشوك كما يلى

١ - بعد صب الأرضية المسلحة , يتم وضع الفرمة في محور الفرعة. نبدأ في دفع الهواء في الفرمة حتي تمتلىء وتكون تحت ضغط الهواء.

٢ - تثبت الفرمة في الشدة بواسطة أسلاك معدنية للمحافظة علي موقعها علي المحور بجانب منعها من الطفوأثناء صب الخرسانة. يتم الصب في جوانب الفرمة بانتظام حتي لا تتحرك الفرمة حتي منسوب أول الكسوة المباني.

٣ - يتم عمل المباني كما ذكر ثم يستكمل التسليح لجوانب الفرمة وأعلاها.

٤ - نبدأ الصب بشكل منتظم علي الجوانب أولا ثم السقف مع العناية بصناعة الخرسانة كما ذكر. ويراعي أن تكون الفرمة مقيدة بالأسلاك المعدنية القوية حتي لا تتحرك الفرمة أوتطفو.

٥ – تترك الفرمة مده ٧ أيام ثم تفرغ من الهواء وتنقل الي الموقع الجديد.

كما يمكن استخدام الفرمة الكاوتش في إنشاء الأعمال الهندسية المختلفة الموضحة بالشكل رقم (١٢-٩)

١٢-٢-٣-١ تنفيذ مطابق المجمعات

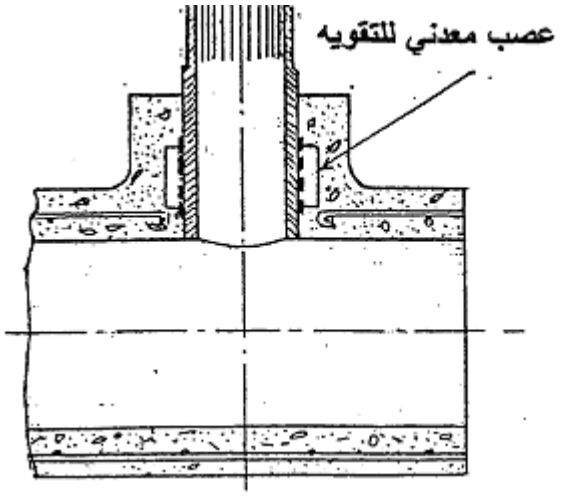
تنفذ المطابق بنفس الطريقة السابقة لأنشاء المجمعات بواسطة الفرم المعدنية.

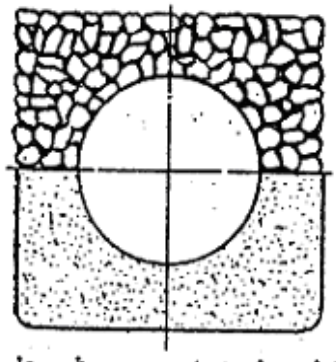
١٢-٢-٤ خطوات التتنفيذ للمجمعات ذات قطاع حدوة الفرس أوالقطاع البيضاوي :

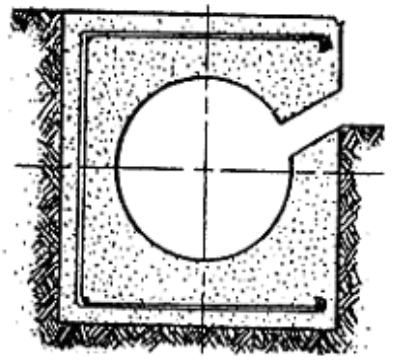
تنفذ هذه المجمعات في الموقع باستخدام الفرم المعدنية، كما هوموضح بالشكل رقم (١٢-١٠). طريقة التنفيذ مماثلة لتنفيذ المجمعات ذات القطاع الدائري. كما يمكن تبطين المجمع بالواح بوليفينيل كلورايد بدلا من الكسوة من الطوب الأزرق والتى كانت تسنخدم فى الماضى وذلك بغرض تسهيل العمل.

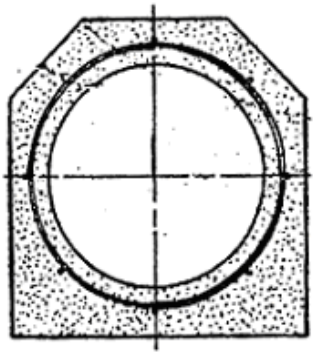
١٢-٢-٥ خطوات تنفيذ المجمعات الدائرية سابقة الصب (المواسير) :

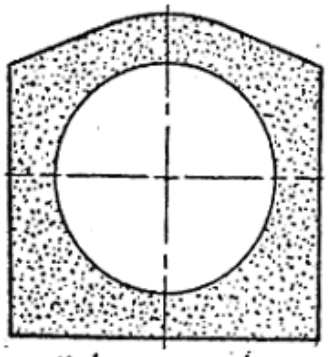
يمكن أنتاج مواسير خرسانيه حتي قطر٣٢٠٠مم بالمصانع المختلفة الموجودة فى مصر وتنتج هذه المصانع المواسير الخرسانية بكافة أقطارها وبجودة عالية. تركب المواسير بنظام الرأس والذيل. يفضل لسرعة الأنجاز أن يستخدم جهاز أشعة الليزر لضبط الأفقية والمناسيب بالأضافة إلى استخدام زرجينة كهربائية لسرعة تركيب المواسير كما هوموضح بالشكل رقم (١٢-١١).



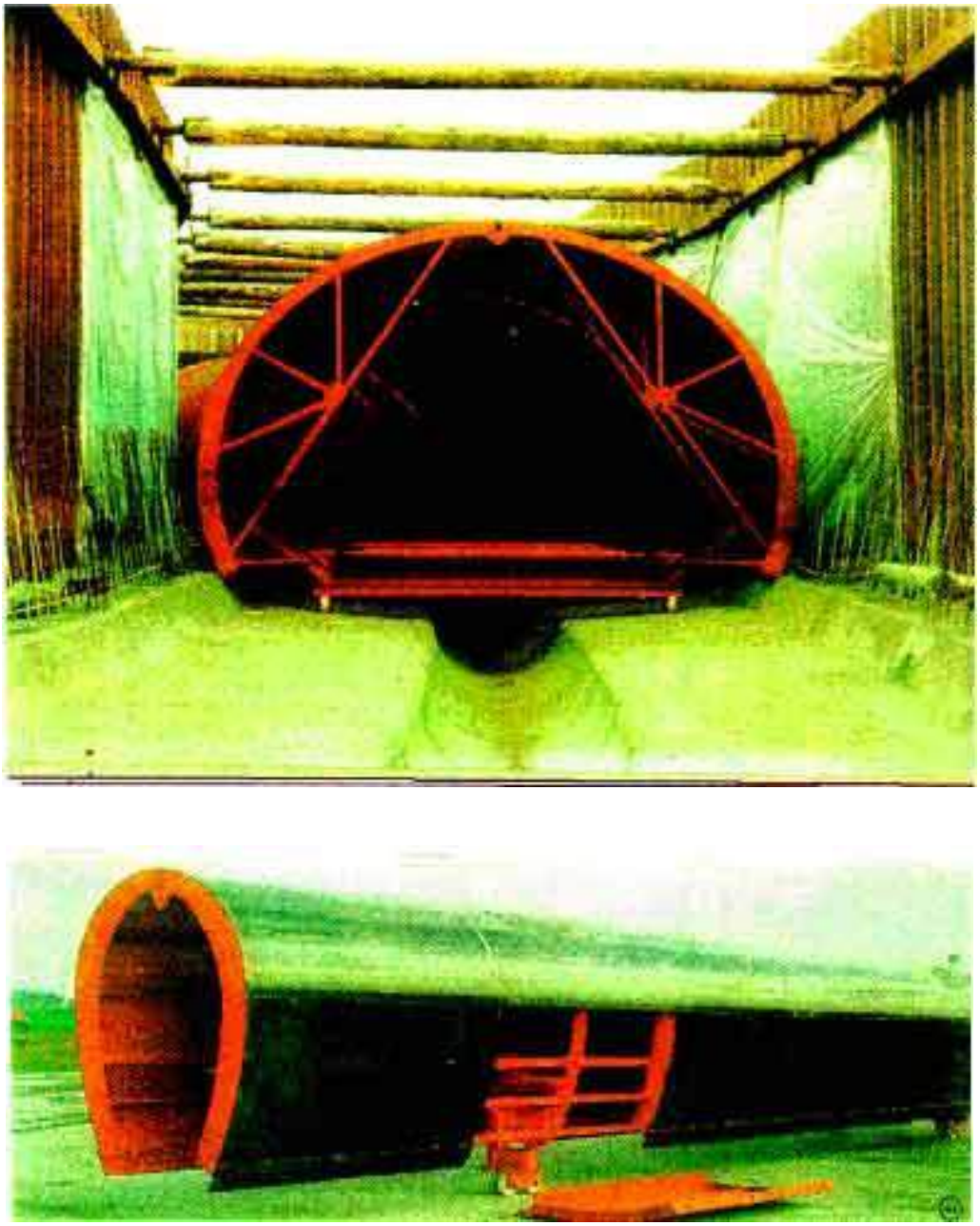

خط صرف زراعي مع مرشح علوي


بربخ تحت الأسفلت مع فرعه صرف


مواسير لكافه الأغراض

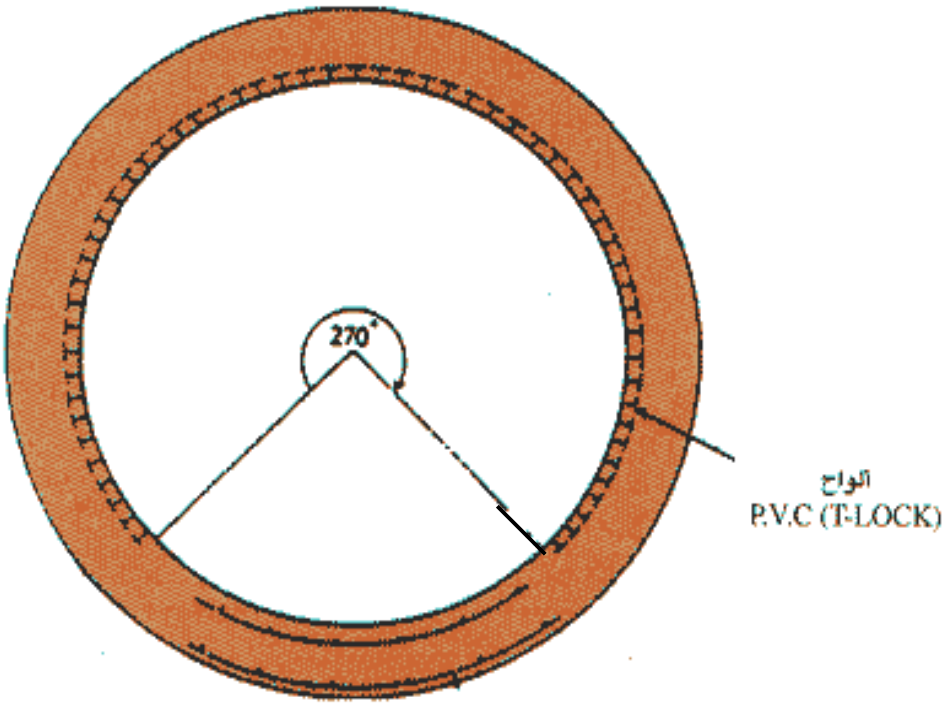

خط أنحدار وصرف أمطار

شكل رقم (١٢-٩)أستخدامات الفرمة الكاوتش لإنشاء الأعمال الهندسية المختلفة



شكل رقم (١٢-١٠)

الفرم المعدنية للمجمعات الخرسانية البيضاوية وحدوة الفرس المصبوبة في الموقع



شكل رقم (١٢-١١)

١٢-٣ أستخدام جهاز الليزر في تركيب مواسير المجمعات :

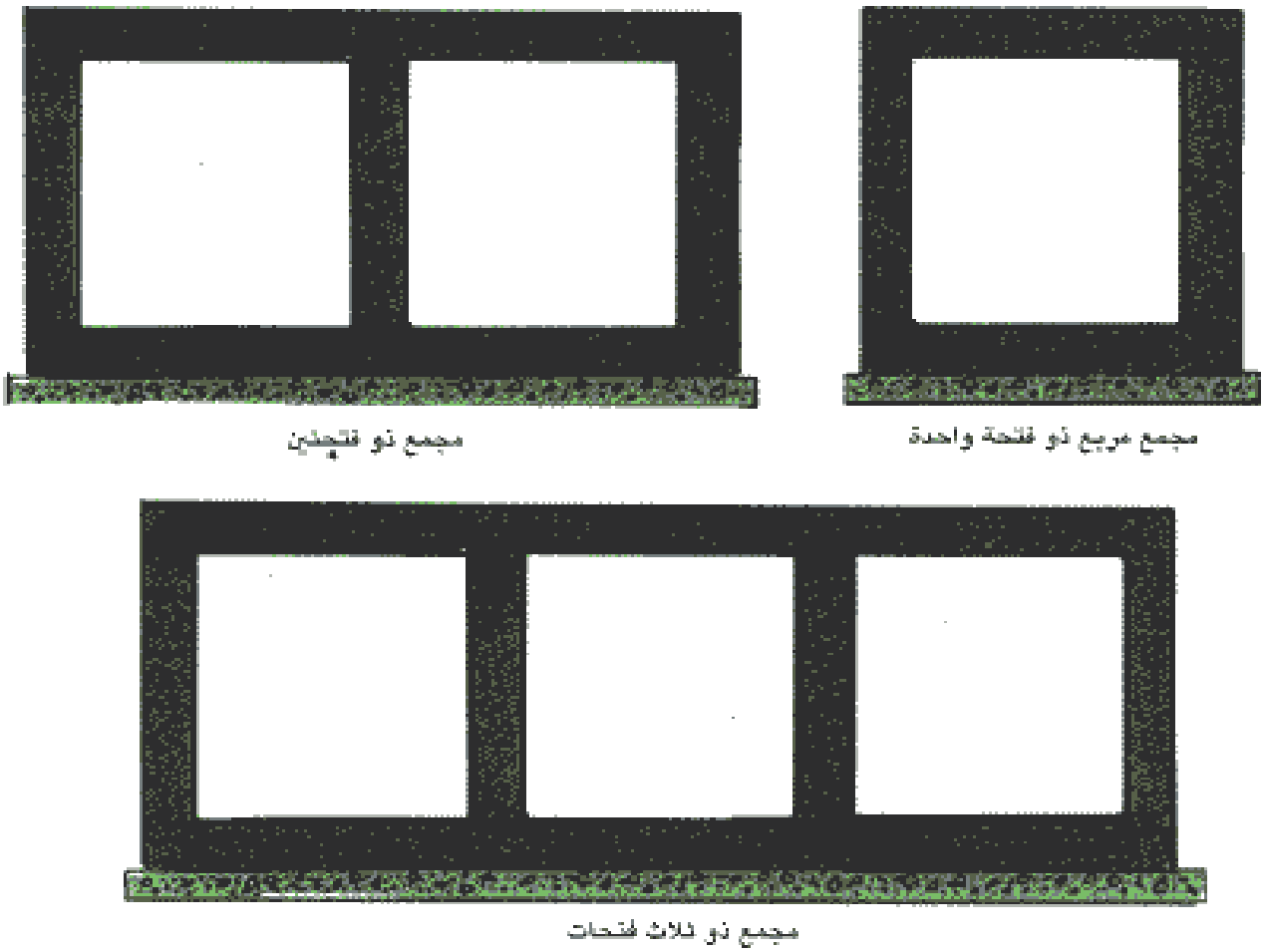
جهاز الليزر المستخدم فى تركيب مواسير المجمات يقوم بتوليد وأرسال أشعة مستقيمة لمسافة ٣٠٠ متر. للجهاز مسامير ضبط الأفقية مع فقاعة روح التسوية – مثل الأجهزة المساحية. يضبط الجهاز علي الميل المطلوب ١% أو٢% (طبقا للتصميم) الي أعلي أوالي أسفل بواسطة أزرار خاصة بالجهاز. يحافظ الجهاز علي ميل الشعاع طوال مدة العمل. يعمل الجهاز علي تيار كهربي مستمر٩ فولت (ويمكن أستخدام بطارية السيارة).

والجهاز محكم ولا يتسرب الماء الي داخله ضمانا لسلامته أثاء العمل في الظروف الجوية والعمل في أماكن مبتله. وللجهاز حامل يمكن تحميله عليه تبعا لظروف العمل كما يطلق الجهاز بأشعة الليزر لتستقبلها لوحة الهدف لتبين هل الشعاع عالي أوواطي أويمين أويسار حتي يمكن ضبطه

١٢-٤ المجمعات المستطيلة الشكل ذات الفتحة الواحدة أوالفتحتين أوالثلاث فتحات :

ينشأ هذا النظام لأستيعاب كميات كبيرة من مياه الصرف الصحى. يعتبر هذا القطاع أقل كفاءة من القطاع الدائري من الناحية الهيدروليكية.

ينشأ هذا المجمع كأي خط أنحدار – من الخرسانة المسلحة. يفضل أستخدام الفرم المعدنية في الأنشاء – كما هوموضح بالشكل (١٢-٩). يتم تبطين حوائط هذا المجمع بالطوب الأزرق مع رباط الكسوة مع الحائط الخرساني كما ذكر بينما يبطن السقف برقائق من بولي فينيل كلورايد.



شكل رقم (١٢-٩)

تفاصيل مجمعات الصرف الصحى مربعة الشكل ذات فتحة واحدة أوفتحتين أوثلاثة فتحات

١٢-٥ تجربة إستلام مجمعات الصرف الصحى

نظرا لضخامة قطاع المجمع وصعوبة تدبير كميات هائلة من المياه بالإضافة الي سدادات قفل الماسورة لذلك تتم تجربة المجمع علي أساس حساب كميات مياه الرشح (المياه الجوفية) المتسربة من الخارج الي الداخل Infiltration Test. تجري

الـــتجربة بعد الردم وأزالة طلمبات سحب المياه وعودة منسوب ميـــاه الرشـــح الـــي الوضع الأصلي له علي النحوالـــــتالي :

أ- قفل طرفي الفرعة المراد تجربتها بالمباني. وليس من الضروري قفل القطاع بكاملـــه – بل عمل بناء يكون أعلي من منسوب المياه المتوقعة الـــتي قد تـــتواجد بالفرعـــة من جراء الرشح ثم تعمل علامة علي بدن الماسورة من الداخل محددة منسوب هـــذه المياه.

ب- الأ نـــتـــظار فتره ٢٤ ساعة ثم تحديد منسوب المياه الجديد علي بدن الماسورة مـــن الداخل.

ج- تحسب كمية المياه المتسربة من الخارج الي الداخل والـــتي تساوي :

طول الفرعة × عرض القطاع المائى داخل المجمع × الفرق بين منسوبي المياه خلال مدة ٢٤ ساعة.

د- أذا كانت كمية المياه تساوي أوأقل من ٠.٠٠٥ من مكعب الفرعة تحت الأختبار – (وصلة مرنة – مواسير)

أو ٠.٠١ من مكعب الفرعة تحت الأختبار (وصلة ثابتة – مجمعات مصبوبة علـــي بيتها) , كانت الـــتجربة ناجحة – أما أذا زاد عن ذلك , فيجب علي المهندس البحـــث في أصلاح أماكن الرشح ثم إعادة التجربة.

الفصل الثالث عشر

التجارب والأختبارات لأستلام شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

١٣-١ مقدمة

من المهم جدا إجراء التجارب والأختبارات على كل جزء من أجزاء مشروع الصرف الصحى، حيث يعتبر ذلك عنصرا أساسيا من عناصر نجاح المشروع.

وتجرى الأختبارات على كل فرعات الشبكةن من المطبق إلى المطبق، بعد تنفيذ الفرعة، للتأكد من سلامة تنفيذها طبقا للمواصفات. كما يجرى إختبار إضافى لحوالى ١٠% من إجمالى مواسير خطوط الأنحدار. هذا علاوة على تجربة المطابق أثناء التنفيذ وأثناء التسليم الأبتدائى، بالأضافة إلى إختبار خطوط الطرد والأعمال المدنية لمحطة الرفع.

والواقع أن جودة مشروعات الصرف الصحى، يتم التحقق منها عن طريق تلك الأختبارات، فإذا تأكدت الجودة حصلنا على مشروع ناجح يحقق أغراضة، ويتم تشغيلة وصيانتة بأقل تكلفة.

ويعرض هذا الفصل الإرشادات اللازمة لأختبار خطوط الأنحدار، وخطوط الطرد، والمنشآت المائية.

١٣-٢ إرشادات أختبار خطوط الأنحدار

١. يجب التأكد من النظافة التامة والجفاف الكامل لخط المواسير تحت الأختبار، وتأكد أن جميع وصلات مكشوفة

٢. يجب الحرص على تمرير بلف حديد (ماسورة) بقطر يقل ٥٠ مم عن قطر الماسورة الجارى أختبارها وبطول ٥٠٠ مم فى كامل المسافة بين المطبقين

٣. يجب الحرص على عدم وجود أى مياه بأرضية حفر الفرعة الجارى أختبارها حتى لا يؤثر ذلك على نتيجة الأختبار وذلك بالمحافظة على منسوب المياه الجوفية أقل ما يمكن، وفى جميع الحالات يجب أن يكون أسفل منسوب التأسيس

٤. يجب التأكد من إجراء إختبار واحد على الأقل لكل خط من خطوط مواسير الأنحدار بمجرد إتمام تركيبة.

٥. يجب التأكد من إجراء أختبار إضافى لحوالى ١٠% من إجمالى مواسير الأنحدار المركبة اثناء التسليم الأبتدائى للمشروع.

٦. يجب التأكد من إعادة أختبار الخطوط التى لم تحقق المواصفات الفنية وشروط التعاقد.

٧. يجب التأكد من إجراء تجربة للمطابق، بسد فتحات المواسير بالطبات، ومراقبة أى تسرب من المياه الجوفية إلى داخل المطبق لمدة ٢٤ ساعة على الأقل، ثم ملء المطبق بالماء على درجات حسب الأصول الفنية ومتابعة تغير المنسوب مدة ٢٤ ساعة أخرى على الأقل، أو حسب المدة المذكورة بالعقد، حتى يمكن الأطمئنان إلى أن المطابق مانعة لنفاذ المياه.

٨. يجب التأكد من إجراء تجربة على مجموعة تمثل ٥% من مجموع المطابق أثناء التسليم الأبتدائى للمشروع، وتعتبر المطابق مقبولة إذا نجحت التجارب على هذه المجموعة.

٩. يجب التأكد فى حالة عدم نجاح التجارب على مجموعة المطابق السابق ذكرها، من معالجة أى عيوب قد تظهر فيها، حتى تصبح مانعة لنفاذ المياه. وأحرص على أختيار عدد آخر من المطابق مساو للسابق تجربتة، وإجراء التجارب علية وهكذا...، حتى يتم التأكد من سلامة المطابق.

١٠. تجنب إجراء أعمال التغليف بالخرسانة للمواسير الفخار قبل الأختبار.

١١. يجب التأكد من إجراء فرعة مواسير الفخار ذات الرأس المحززة (الوصلة الأسمنتية) كما يلى :

١- يسد طرفى الفرعة بإحكام.

٢- يركب فى الطرف العلوى كوع وماسورة وقمع أختبار (قطرة يساوى قطر مواسير فرعة الفخار الجارى تجربتها).

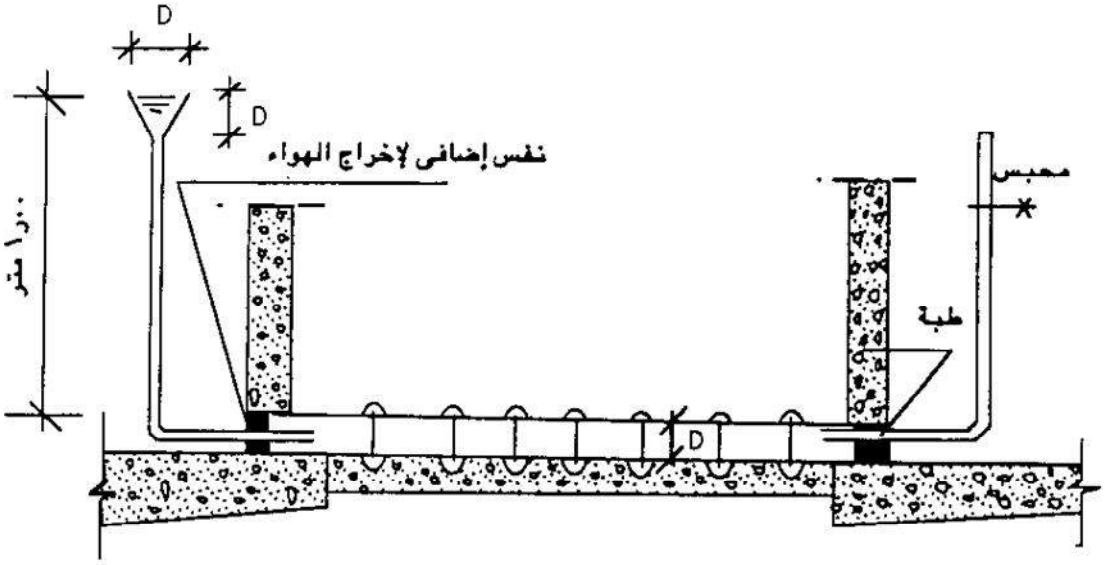
٣- يركب فى الطرف الآخر كوع وماسورة مزودة بمحبس سكينة لإخراج الهواء.

٤- تملأ الفرعة بالماء ويتم الأنتظار فترة كافية حتى تتشرب مواسير الفرعة بالماء.

٥- يزود القمع بالماء مرة أخرى – مع طرد كل الهواء المحبوس من

الماسورة المخصصة لذلك – بحيث يزيد منسوب السطح العلوى للماء بالقمع عند بدء التجربة بمقدار متر واحد عن المنسوب العلوى للماء بالفرعة كما هو موضح بالشكل رقم (١٣-١).

٦- تعتبر المواسير مقبولة إذا لم ينخفض منسوب الماء بالقمع بعد ١٥ دقيقة بأكثر من واحد إلى عشرة آلاف من طول الخط الجارى تجربتة (١/١٠٠٠٠) وبشرط عدم ظهور أى تسرب فى أى جزء من أجزاء المواسير الفخار نتيجة وجود تلف أو عيوب فى الصناعة أو التركيب. على أن يراعى تخفيض منسوب مياه الرشح أسفل منسوب التأسيس أثناء إجراء هذه التجربة، حتى لا تؤثر مياه الرشح الخارجية على نتيجة التجربة إذا أحاطت بالمواسير.



شكل رقم (١٣-١) إختبار المواسير الفخار ذات الرأس المحززة (الوصلة الأسمنتية)

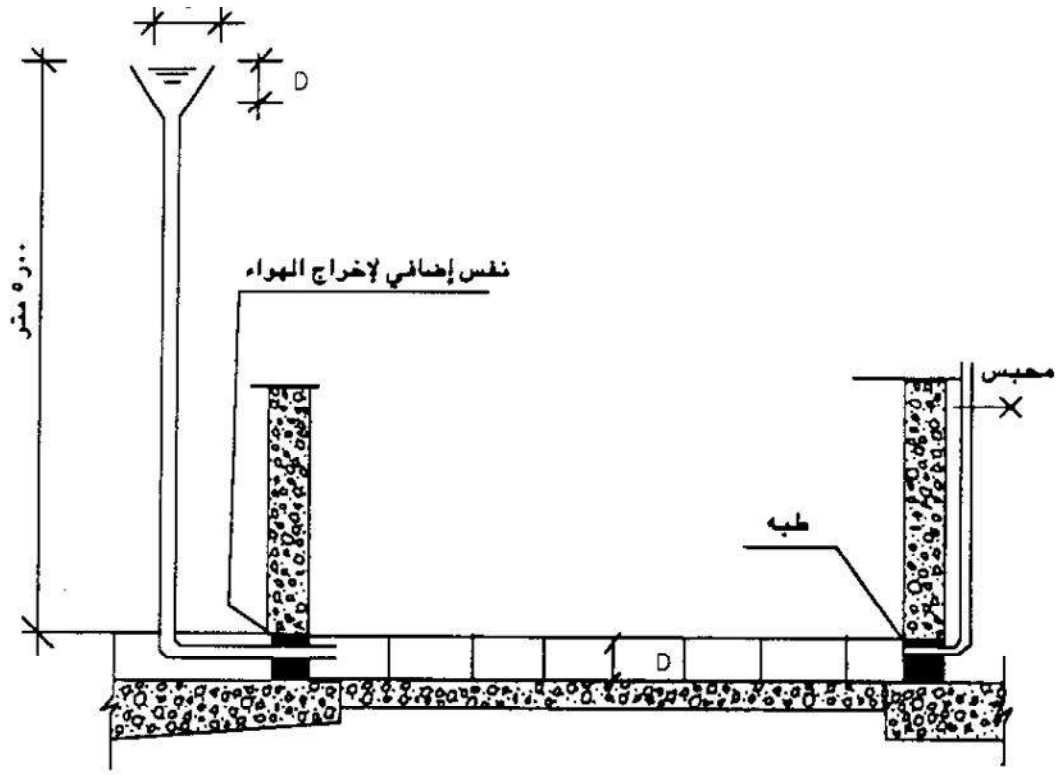
١٢. تأكد من إعادة التجربة فى حالة وجود ماسورة فخار معيبة أو تالفة.

١٣. تأكد فى حالة مواسير الأنحدار من الحديد الزهر، من أن منسوب الماء بالقمع بعد ١٥ دقيقة لم ينخفض بأكثر من واحد إلى عشرين ألف من طول الخط الجارى تجربتة (١/٢٠٠٠٠).

١٤. تأكد فى حالة أستخدام مواسير وطبات من البلاستيك، من أن منسوب الماء بالقمع لا ينخفض على الأطلاق خلال التجربة (مدة ١٥ دقيقة) حيث أن البلاستيك يجب ألا يتشرب الماء.

١٥. تأكد من إجراء أعمال التغليف بالخرسانة لمواسير الفخار ذات الوصلة الأسمنتية فور نجاح التجربة على ألا تزيد الفترة بين نجاح تجربة الفرعة والتغليف على ٢٤ ساعة حتى يمكن المحافظة على سلامة المواسير، ثم تستكمل أعمال الردم حسب مواصفات وشروط التعاقد.

١٦. تأكد من إجراء تجربة مواسير الفخار ذات الوصلة المرنة بنفس خطوات إجراء التجربة للمواسير الفخار ذات الرأس المحززة والوصلة الأسمنتية إلا أن منسوب السطح العلوى للماء بالقمع عند بدء التجربة يزيد بمقدار خمسة أمتار عن المنسوب العلوى للماء بالفرعة، وكما هو موضح بالشكل (١٣-٢). ويشترط عدم أنخفاض منسوب الماء بالقمع بعد ١٥ دقيقة بأكثر من واحد إلى عشرين ألف من طول الخط الجارى تجربتة (١/٢٠٠٠٠) حتى تصبح التجربة ناجحة، مع عدم وجود أى تسرب ظاهر أو تلف بالمواسير. على أن يراعى تخفيض منسوب مياه الرشح أسفل منسوب التأسيس أثناء إجراء هذه التجربة، حتى لا تؤثر مياه الرشح الخارجية على نتيجة التجربة إذا أحاطت بالمواسير



شكل رقم (١٣-٢) إختبار المواسير الفخار ذات الوصلة المرنة

يتم اختبار مواسير الانحدار هيدروليكي طبقا لنوع الوصلة ولا يؤخذ فى الاعتبار نوع او قطر او ميل او عمق المواسير. وتنقسم المواسير من حيث نوع الوصلة إلى قسمين:

أولا : المواسير ذات الوصلة الثابتة:

هى المواسير التى لا يمكن تحريكها بعد تمام التركيب حيث تؤدى الحركة الى تدمير الماسورة او تدمير الوصلة مثل (الفخار بالمونة – البلاستيك باللصق – البولى ايثيلين باللحام الحرارى – البولى بروبلين باللحام الحرارى....)، علما بأنه فى بعض المواسير السابقة تكون المرونة فى جسم الماسورة وليس فى الوصلة.

ثانياً : المواسير ذات الوصلة المرنة:

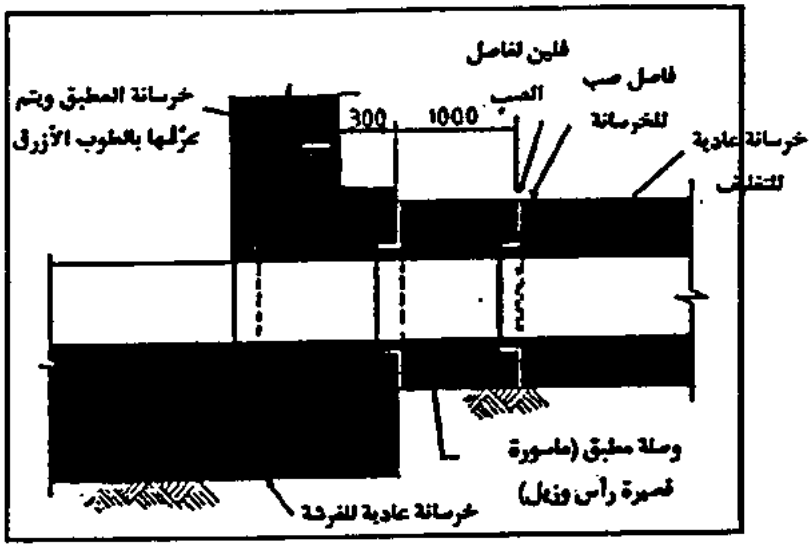
هى المواسير التى يمكن تحريكها بعد تمام التركيب بدون اى اضرار للمواسير او الوصلات، ويتم تركيبها باستخدام الجوان الكاوتش. ومن مزاياها امكانية تعديل اوضاع خط المواسير عند حدوث اى هبوط بالتربة بدون تدمير الخط ذاتة.

وقبل إجراء الأختبارات يجب التأكد من أن إنشاء خطوط مواسير الإنحدار تم طبقا للإرشادات التالية :

أ- يتم التأسيس اسفل المواسير ذات الوصلة المرنة باستخدام الرمل أو السن او الدقشوم لكى نحافظ على خاصية المرونة للوصلات.

ب- عند الحاجة الى تأسيس اسفل المواسير باستخدام الخرسانة العادية او المسلحة السابقة للحفاظ على خاصية المرونة للوصلات.

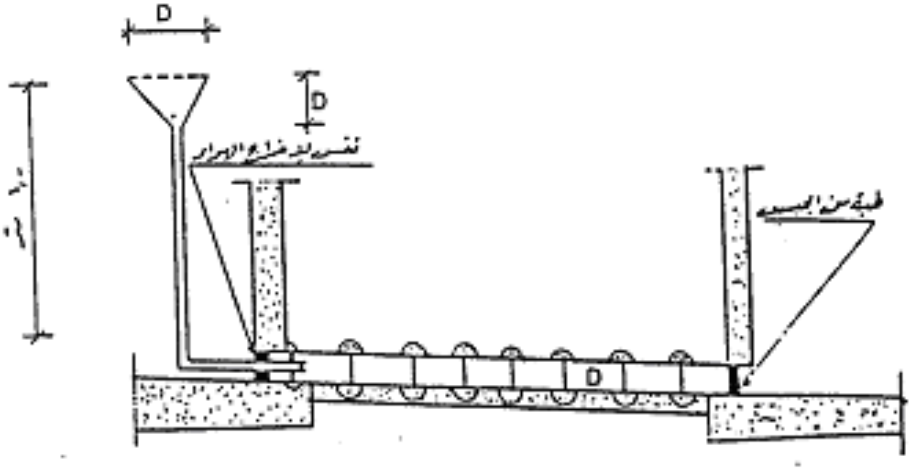
ج- عند الحاجة الى تغليف المواسير بقطاع خرسانى، وذلك فى حالة عدم وجود الردم الكافى اعلاها (الردم فوق المواسير اقل من ١.٢٠م)، توضع فواصل من الفلين الابيض او الفلين الاحمر عند الرؤوس كما هو مبين بالشكل رقم (١٣-١)، وذلك للحفاظ على خاصية المرونة للوصلات.



الشكل رقم (١٣-١) أستخدام الفلين كفاصل صب فى واسير الوصلة الثابتة

١٣-٣ اختبار المواسير ذات الوصلة الثابتة

أ - يجرى اختبار المواسير الفخار ذات الوصلة الثابتة لكل فرعة بين مطبقين وذلك بملء الفرعة بالماء النظيف عن طريق تركيب قمع بقطر علوى يساوى قطر الماسورة المراد اختبارها (وذلك لتسهيل الحسابات) يثبت عن طريق ماسورة وكوع فى النهاية العليا للفرعة وبارتفاع متر واحد فوق الراسم العلوى للماسورة، مع ضرورة عمل منفذ (نفس) لخروج الهواء، كما هو موضح بالشكل رقم (١٣-٢).



الشكل رقم (١٣-٢) اختبار المواسير ذات الوصلة الأسمنتية

ب – يتم تركيب سدادات قرصية (طبات جبس أو مبانى او كاوتش) فى النهاية السفلى للفرعة.

ج – يتم ملء الفرعة من القمع مع ترك محبس النفس مفتوحا وبعد التأكد من تمام ملء الفرعة يغلق محبس النفس.

د – تترك الفرعة ساعتين او ثلاثة ساعات بعد الملء وقبل بدء التجربة.

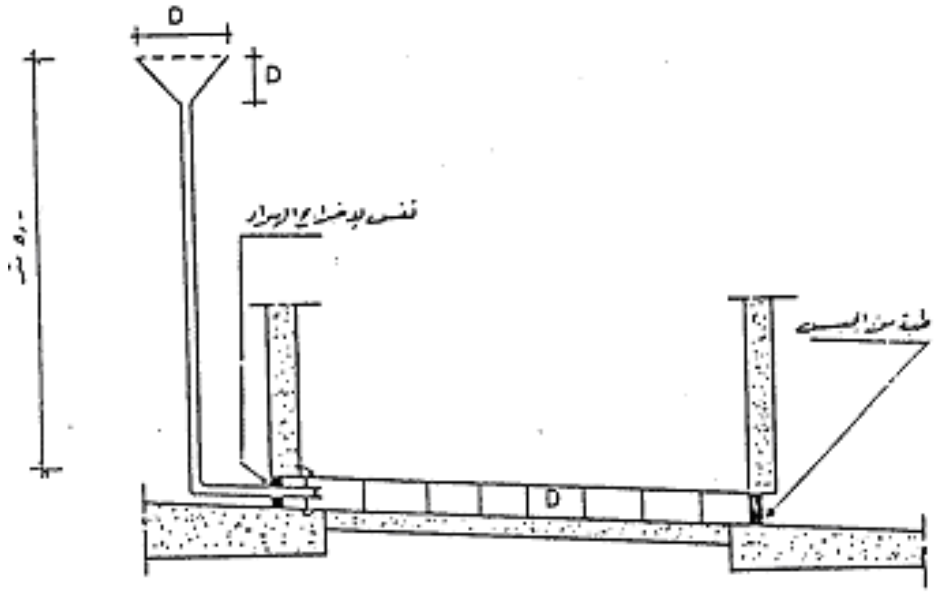
هـ – يشاهد منسوب المياه فى القمع خلال مدة ١٥ دقيقة ولا يجوز ان ينخفض منسوب الماء بالقمع بما يزيد على ١/١٠٠٠٠ من طول الفرعة الجارى اختبارها خلال المدة الموضحة اعلاه.

١٣-٤ اختبار المواسير ذات الوصلة المرنة

يتم اختبار المواسير ذات الوصلة المرنة بنفس خطوات اختبار المواسير ذات الوصلة الثابتة، مع ملاحظة الاتى:

١. ارتفاع القمع = ٥.٠م فوق الراسم العلوى للماسورة.

٢. حدود السماح بالنقس فى القمع = $\frac{١}{٢٠٠٠٠}$ من طول الفرعة وذلك للاعماق الكبيرة، كما هو مبين بالشكل رقم (١٣-٣).



شكل رقم (١٣-٣) أختبار المواسير ذات الوصلة المرنة

أما فى حالة الاعماق الصغيرة فيمكن استخدام طلمبة نقالى لتحقيق ضغط داخلى مقداره نصف جوى يتم قياسه باستخدام مانومتر.

فى حالة نقص المياه بالقمع اثناء فترة الاختبار، يتم الكشف على مسار الفرعة للتأكد من سلامة بدون الماسورة والكشف عن تسرب المياه بالوصلات. واذا كان هناك تسرب تتم المعالجة باصلاح الوصلات غير السليمة او تغيير المواسير المعيبة، ثم يعاد اجراء الاختبار مرة أخرى للتأكد من نجاحها.

فى حالة اختلاف قطر القمع عن قطر الفرعة:

بفرض قطر الفرعة = ق$_{١}$ قطر القمع = ق$_{٢}$

يتم تحديد حدود السماح فى التسرب (ل$_{١}$) من المعادلة الرئيسية التالية :

حجم المياه المتسربة من الفرعة = حجم المياه الناقصة فى القمع

ط ق$^{٢}_{١}$/٤ × ل$_{١}$ (حدود السماح) = ط ق$^{٢}_{٢}$/٤ × ل$_{٢}$ (الهبوط فى القمع) (١٣-١)

∴ ق$^{٢}_{١}$ ل$_{١}$ = ق$_{٢}$ ^{٢}ل$_{٢}$

∴ الهبوط فى القمع ل$_{٢}$ = ق$^{٢}_{١}$/ ق$^{٢}_{٢}$ × ل$_{١}$

حيث:

ل$_{١}$ = ١/١٠٠٠٠ من طول الفرعة فى حالة الوصلة الثابتة

ل$_{١}$ = ١/١٠٠٠٠ من طول الفرعة فى حالة الوصلة المرنة

١٣-٥ الاشتراطات الفنية لاستلام المواسير والخنادق

١- عمل زيارات مفاجئة للمصنع وتجربة عينات عشوائية من المواسير التى يقوم بتصنيعها.

٢- معاينة المواسير فى المصنع قبل تحميلها على السيارة.

٣- نقل المواسير بطريقة سليمة وطبقا لتعليمات النقل التى تحددها المنتج حتى لا تزيد نسبة الهالك.

٤- معاينة واستلام المواسير قبل دخولها المخزن والتأكد من المطابقة الظاهرية للمواصفات مع التأكد على المحافظة على الجوان فى ذيل الماسورة الفخار ذات الوصلة المرنة دون تلف.

٥- رص وتشوين المواسير بطريقة سليمة.

٦- سحب المواسير من المخزن طبقا للتوريد.

٧- معاينة واستلام المواسير من المخزن طبقا للتوريد.

٨- معاينة واستلام المواسير عند استلامها من المخزن.

٩- نقل المواسير للموقع بطريقة سليمة.

١٠- معاينة المواسير قبل تركيبها للتأكد من عدم حدوث اضرار بها اثناء النقل والتعتيق.

١١- الاهتمام باستقامة طبقا للمواصفات واصول الصناعة.

١٢- الاهتمام باستقامة وميول المواسير باستخدام خيط الرأس وخيط الجنب أو (استخدام الليزر).

١٣- تجربة الفرعات قبل تسليمها للاستشارى.

١٤- تجربة الفرعات فى الصباح الباكر او بعد الظهر (خاصة فى الايام شديدة الحرارة).

١٥- الحصول على شهادة اختبار من الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحى.

١٦- فى حالة المواسير ذات الاقطار الكبيرة والاوزان الثقيلة، يفضل تشوين المواسير أولا بأول على مسار التركيب توفيرا لنفقات النقل على ان يكون التوريد قبل بدء التنفيذ بمدد قليلة، حفاظا على المواسير من التلف.

١٣-٦ التعليمات الفنية عند اجراء الاختبارات الهيدروليكية

من الضرورى عند اجراء التجارب لخطوط الانحدار مراعاة ما يلى:

١- معاينة اول الفرعة وآخر الفرعة للتأكد من:

أ- وجود محبس فى الماسورة اسفل القمع يتم غلقه عند بدء التجربة.

ب – وجود قمع آخر فى نهاية الفرعة (فى حالة تجربة عدة فرعات ووجود شدة خشبية) يتم منه تعويض الفاقد.

٢- الانتظار لتكسير طبة نهاية الفرعة للتأكد من:

أ – عدم قيام المقاول بسد كوع القمع بالرمال، ويظهر ذلك فى تأخير نزول المياه فى القمع.

ب – عدم قيام المقاول بوضع خرطوم فى الفرعة، ويظهر ذلك فى عدم سماع صوت القمع.

٣ – عدم تجربة فرعات حولها مياه جوفية حيث يتعادل ضغط المياه داخل الماسورة مع ضغط المياه الجوفية.

٤ – تجنب تجربة الفرعات فى جو رياح شديدة حيث ان ذلك يؤثر على ثبات سطح الماء بالقمع.

٥ – عدم تجربة الفرعات فى وجود اطار شديدة حيث تعوض الامطار نقص بالقمع.

٦ – تجنب دهان الجوان الكاوتش بشحم معدنى حيث ان ذلك بسبب تآكل فى الجوان، بل يجب دهانه بشحم نباتى.

٧-١٣ تسهيلات العمل عند إجراء تجارب الاختبارات الهيدروليكية

١. يمكن تجربة عدة فرعات فى حالة الوصلة المرنة.

٢. يمكن تجربة فرعة أو فرعتين لا أكثر فى حالة الوصلة الثابتة.

٣. يمكن استخدام طلمبة يدوية بدلا من القمع فى حالة المواسير ذات الوصلات المرنة.
حيث يبلغ الضغط المطلوب للتجربةجوى (نصف جوى)= $\frac{١}{٢}$

٧-١٣ اختبار المطابق

لاختبار المطابق يتم سد فتحات المواسير بالسدادات القرصية (طبات) وملء المطبق بالماء وملاحظة منسوب الماء خلال فترة زمنية محددة (٢٤ ساعة). اذا كان المطبق سليما سيظل منسوب الماء ثابتا خلال هذه الفترة، أما إذا انخفض منسوب الماء دل ذلك على وجود تسرب بالمطبق تلزم معالجته ثم اعادة الاختبار مرة أخرى لضمان نجاحه.وينص الكود المصرى على الآتى:

يتم اختبار المطابق وذلك بسد فتحات المواسير بسدادات قرصية (طبات) ثم يتم ملء المطابق بالماء على 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 لا يقل عن ٣٠ سم فوق الراسم العلوى لاعلى ماسورة متصلة بالمطبق، وذلك بعد اتمام الردم وترك مياه الرشح للعودة الى منسوبها الطبيعى ومراقبة سطح المطبق من الداخل. لا يسمح فى هذه الحالة بحدوث اى تسرب للمياه داخل المطبق.

أما المواصفات الأمريكية والبريطانية فتنص على:

يمكن اعتبار المطبق الذى قطره ١م وارتفاع الماء به ١م كأنه ماسورة خرسانية قطرها ١م وطولها ١م وبتطبيق تجربة الرشح من الداخل للخارج:

حدود السماح للمواسير ذات الوصلة الثابتة:

= $\frac{١}{١٠٠٠}$ من حجم الماء بالماسورة خلال $\frac{١}{٤}$ ساعة

= $\frac{١}{١٠٠٠}$ من حجم الماء بالماسورة خلال ١ ساعة

وبحساب حجم الماء بالمطبق = ١م^{٣} = ١٠٠٠ لتر

المسموح به = $\frac{٤}{١٠٠٠}$ × ١٠٠٠ = ٠.٤ لتر خلال ١ ساعة.

- حدود السماح ٠.٤ لتر/ ١ م قطر/ ١م عمق/ ١ ساعة.

مع عدم السماح بحدوث اى رشح

يتم استخدام حدود السماح (٠.٤لتر/ ١م قطر/ ١م عمق/ ١ ساعة) ايضا فى حالة الرشح من الخارج للداخل (عند وجود مياه جوفية) حيث يتم اختبار نسبة فى حدود (١% – ٥%) من عدد المطابق بعد انتهاء العمل وايقاف اعمال التجفيف.

١٣-٨ أعمال الردم لخندق المواسير وحول المطابق

بعد نجاح اختبار خطوط المواسير والمطابق، تبدأ أعمال ردم خندق المواسير، وذلك على النحو التالى:

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

٢- اذا تبين من تقرير التربة ان نوعية التربة غير صالحة لاستعمالها للردم فيتم توريد مواد ردم من خارج الموقع على ان تكون مختبرة طبيعيا وكيميائيا وصالحة للردم.

٣- يتم الردم على طبقات لا يزيد سمك كل طبقة منها عن ٣٠سم مع الرش بالماء والدمك جيدا حول المواسير بالمندالة الخشبية او بالدمك الميكانيكى وذلك لجميع انواع المواسير.

٤- تتم اعادة الحالة الى ما كانت عليه قبل اجراء الاختبارات وذلك بالنسبة لطبقات رصف الشوارع، أو أعمال تبليط الارصفة، أو أعمال المسطحات الخضراء او غيرها.

١٣-٩ الاختبارات الهيدروليكية لخطوط مواسير الطرد للصرف الصحى.

واختبار خطوط المواسير بالموقع اثناء استلام خط الطرد لمياه الصرف الصحى يتم على النحو التالى:

١. يتم اختبار الخط على اجزاء يتراوح طول الجزء الواحد منها بين ٥٠٠ و١٠٠٠ متر، أو حسب مايرى المهندس المسئول عن التنفيذ. ويختبر الجزء تحت ضغط يساوى ١.٥ مرة ضغط التشغيل، وذلك للتأكد من سلامة خط الطرد وقدرته على تحمل ضغط التشغيل. ومن الضرورى معايرة جهاز قياس الضغط قبل بدء التجربة.

٢. يلزم عمل دعامات خرسانية قوية خلف بداية ونهاية الجزء المطلوب اختباره وذلك لمقاومة القوى الناشئة عن ضغط الاختبار. فمثلا اذا كان ضغط الاختبار ٩ جو (٩كجم/سم٢) فانه يعادل ٩٠طن/م^{٢}.

واذا كانت التجربة تتم لخط قطر ٣٠٠ مم فانه مساحة المقطع المختبر عند الطبة = ٠.٠٧م٢، وبذلك تكون القوى الناشئة عن الضغط = ٩٠طن/م^{٢} × ٠.٠٧ = ٦.٣طن.

٣. يجب أن يتم تركيب قطعة اتصال (برده) ذات رأس وفلانشة عند نهاية الخط من ناحية الذيل، وقطعة اخرى ذات رأس وفلانشة عند نهاية الخط من الناحية الاخرى، وذلك حتى يمكن تركيب طبات التجربة عند كل منهما باستخدام المسامير والجوانات المبططة.

٤. يجب قبل بدء الاختبار مراعاة الردم الجزئى على الاقل على المواسير حتى لا تتحرك من مكانها اثناء الاختبار. كما يلزم ان تكون جميع المصدات الخرسانية الموجودة بمسار الخط قد تم صبها قبل الاختبار بفترة كافية.

٥. يتم فتح محابس تصريف الهواء ثم البدء فى ملء خط الطرد بالمياه النظيفة بدون ضغط بمعدل مناسب يعادل خروج الهواء، لحين التأكد من تمام خروحج الهواء (يتم التأكد من ذلك بتدفق المياه من محابس تصريف الهواء)، ثم تقفل هذه المحابس.

٦. بعد ضمان ملء خط الطرد بالمياه وضمان خروج الهواء يتم المرور على مسار الخط وملاحظة جميع توصيلات المواسير (الرؤوس – الفلانشات – الجيبولتات) المكشوفة، وفى غرف المحابس والتأكد من عدم تسرب المياه منها.

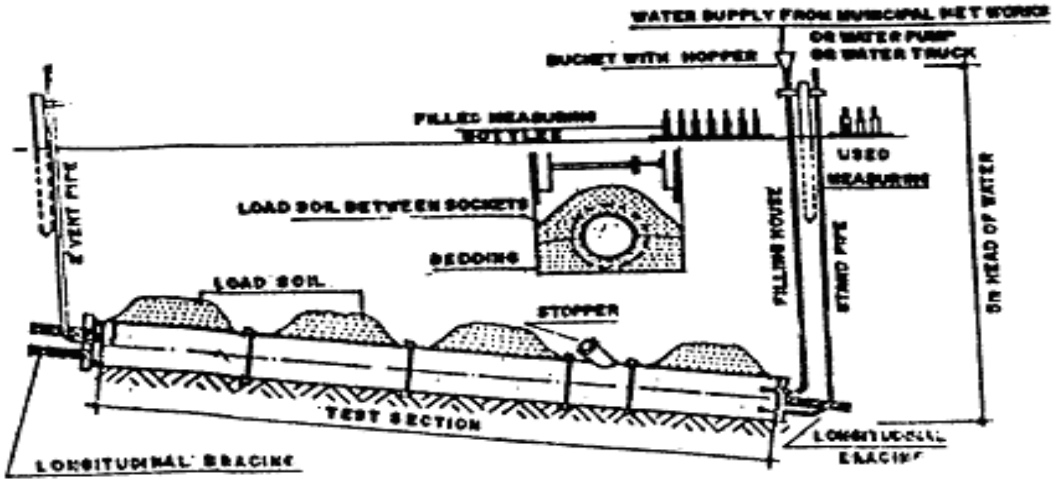
٧. عند الوصول الى ضغط التشغيل وثبات عداد الضغط مدة من الزمن والتأكد من خروج جميع الهواء المحبوس، يتم رفع الضغط تدريجيا الى ضغط الاختبار مع اعادة المرور على جميع الوصلات المكشوفة وغرف المحابس. وفى حالة اكتشاف اى عيب يتم اصلاحه فورا ويجرى الاختبار من جديد.

٨. عند الوصول الى ضغط الاختبار المطلوب يتم فصل الخط عن طلمبة الاختبار (باستخدام المحبس المخصص لذلك) تركه معزولا تحت ضغط الاختبار لمدة ساعة.

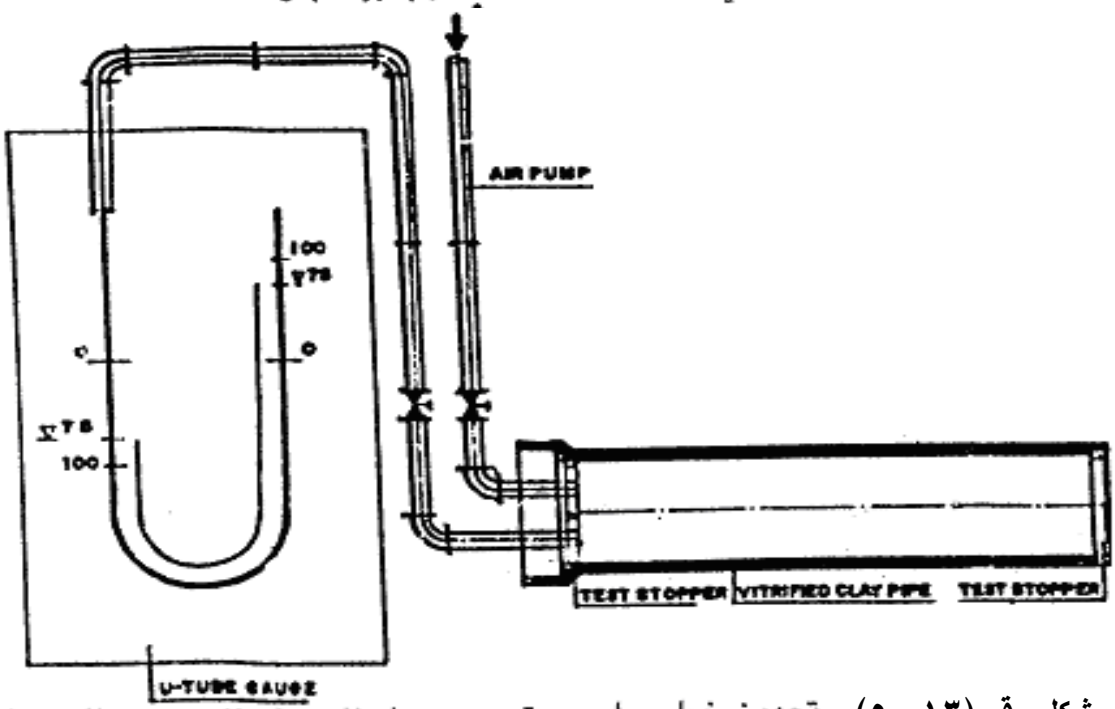
٩. تعتبر التجربة ناجحة اذا لم ينخفض الضغط خلال هذه المدة باكثر من ٠.٥ كجم/سم^{٢}.

ويوضح الشكلان رقما (١٣-٤) (١٣-٥) الطريقة الهيدروليكية لاختبار خطوط مواسير الطرد لمياه الصرف الصحى السابق شرحها. بينما يعرض الشكل رقم (١٣-٦) خطوات إجراء الاختبار المائى لخطوط المواسير.

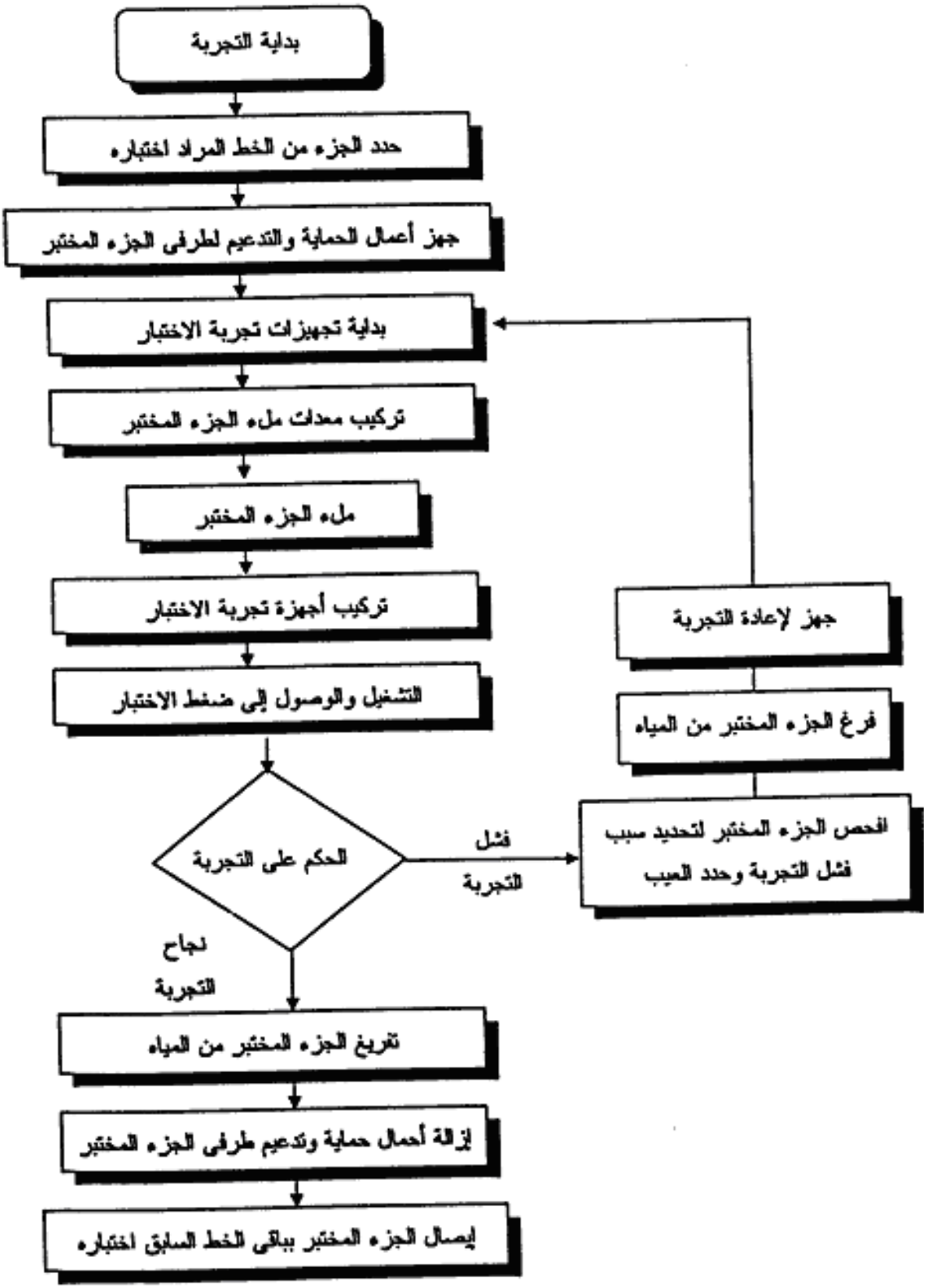
وبعد التأكد من تحمل خط المواسير للضغوط طبقا للشروط والمواصفات المتعاقد عليها يتم التأكد من الردم الجيد لخط المواسير واعادة الشئ لاصله ونظافة الموقع.



شكل رقم (١٣- ٤) تجهيز خط مواسير تجميع مياه الصرف الصحي بالإنحدار الطبيعي لإجراء تجارب التسرب بإختبار الماء



شكل رقم (١٣- ٥) تجهيز خط مواسير تجميع مياه الصرف الصحي بالإنحدار الطبيعي لإجراء تجارب التسرب بإختبار الهواء



شكل رقم (١٣-٦) خطوات إجراء الاختبار المائى لخطوط مواسير الطرد

١٣-١٠ إستلام غرف المحابس على خطوط الطرد

اثناء اعمال الاستلام الابتدائى لغرف المحابس لخطوط الطرد يجب التأكد من الاتى:

١- يجب ان يرتكز المحبس على قاعدة خرسانية او ما يماثلها مع مراعاة وجود خلوص كاف لفك وتركيب المحبس.

٢- مراجعة وجود وصلة فك وتركيب بعد المحبس مباشرة لتسهيل عملية الفك والتركيب.

٣- يجب مراجعة تزويد الماسورة عند حائط الغرفة بوصلة ذات فلانشة فى المنتصف وذلك لمقاومة القوى الناتجة عن التوقف المفاجئ لسريان المياه عند قفل المحبس.

٤- مراجعة الابعاد الهندسية الداخلية للغرفة بناء على ابعاد القطع المستخدمة لتسهيل اعمال التركيب والصيانة بداخل الغرفة، مع الاخذ فى الاعتبار ان لا تقل المسافة بين اخر قطعة فى الغرفة والجدار عن ٤٠ سم، وأن لا تقل المسافة بين الراسم السفلى للماسورة وقاع الغرفة عن ٣٠ سم وأن لا تقل المسافة بين الراسم العلوى للماسورة وسقف الغرفة عن ١٢٠ سم، وان لا تقل المسافة بين جانبى وحوائط الغرفة عن ٥٠ سم، ٨٠ سم بإتجاة فتحة النزول.

مراجعة الميول فى أرضية الغرفة لنزح المياه فى حالة حدوث تسرب كما تزود الغرف بفتحات ذات غطاء تسمح بدخول العمال وكذلك تزود بسلالم لاعمال الصيانة والتشغيل.

الفصل الرابع عشر

أسس لتصميم وتخطيط شبكات تجميع مياه الصرف الصحي بالأنحدار

١٤-١ إعتماد مسار شبكات تجميع مياه الصرف الصحى

قبل البدأ فى أعمال التصميم يجب أخذ موافقة (اعتماد) الجهات المسؤولة للمسارات المقترحة لخطوط مواسير شبكات تجميع مياه الصرف الصحى الجديدة وأيضا اعتماد تعديل المسارات لبعض الخطوط القائمة فعلا عند إجراء أعمال إحلال وتجديد الخطوط التى انتهى عمرها الافتراضى.

١٤-٢ سعة التصميم لخطوط مواسير تجميع الصرف الصحى

عموما فأن سعة التصميم لخطوط المواسير يجب أن تفى بجميع التصرفات الواردة إليها فى المستقبل البعيد اى عند انتهاء عمرها الافتراضى مع دراسة كافة العناصر المؤثرة فى سعة التصميم التالية:

أ- تصرف الاستهلاك المنزلى لساعة الذروة.

ب- اقصى تصرف للاستهلاك المنزلى مضافا اليه تصرف المخلفات الصناعية.

ج- كمية مياه الرشح (المياه الجوفية) التى تدخل مواسير تجميع مياه الصرف الصحى.

د- طبوغرافية المنطقة المخدومة بشبكات التجميع.

ه- عمق الحفر لشبكات التجميع.

و- متطلبات طلمبات ضخ (رفع) مياه الصرف الصحى.

تعتبر المخططات العمرانية للمدينة أو للتجمع الساحلي أساس تخطيط وتصميم شبكات تجميع مياه الصرف ولذلك يتطلب الأمر موافقة الجهات المسؤلة على تخطيط مثل هذه الشبكات.

١٤-٣ التصرف التصميمى لخطوط مواسير تجميع مياه الصرف الصحى

١٤-٣-١ معدل التصرف للفرد من مياه الصرف الصحى

- عند تصميم الشبكات الجديدة لا يقل معدل التصريف للفرد الواحد عن ٨٠-١٢٠ جالون/ يوم (٣٠٠-٤٠٠ لتر/ يوم) وهذا الرقم يغطى مياه الرشح بالاضافة إلى بعض التجاوزات البسيطة.
- أما للشبكات المنفذة القديمة فيجب اضافة بعض الزيادة فى مياه الرشح التى تلائم الوضع الحالى والذى يمكن قياسته وتحديده بدقة.

١٤-٣-٢ تصرف الذروة التصميمى لمياه الصرف الصحى

تصمم شبكات تجميع مياه الصرف الصحى على أساس استيعاب تصرف الذروة الذى يمكن تقديره كما يلى:

أ- تحديد النسبة بين أقصى تصرف و التصرف المتوسط اليومى ويمكن تحديده من الشكل رقم (١٤/١) أو.

ب- تقدير كيمة مياه الرشح بالاضافة إلى التصرف المعتمد من الجهات المسئولة.

١٤-٣-٣ النظام المشتركة لشبكات تجميع المخلفات السائلة

بالاضافة الى المتطلبات السباق ذكرها بالبند السابق (١٤-٣-٢) ونظرا لإن النظام المشترك يخدم باقى مصادر المخلفات السائلة والتى يجب اخذها فى الاعتبار عند تصميم شبكات تجميع مياه الصرف الصحى بالنظام المشترك.

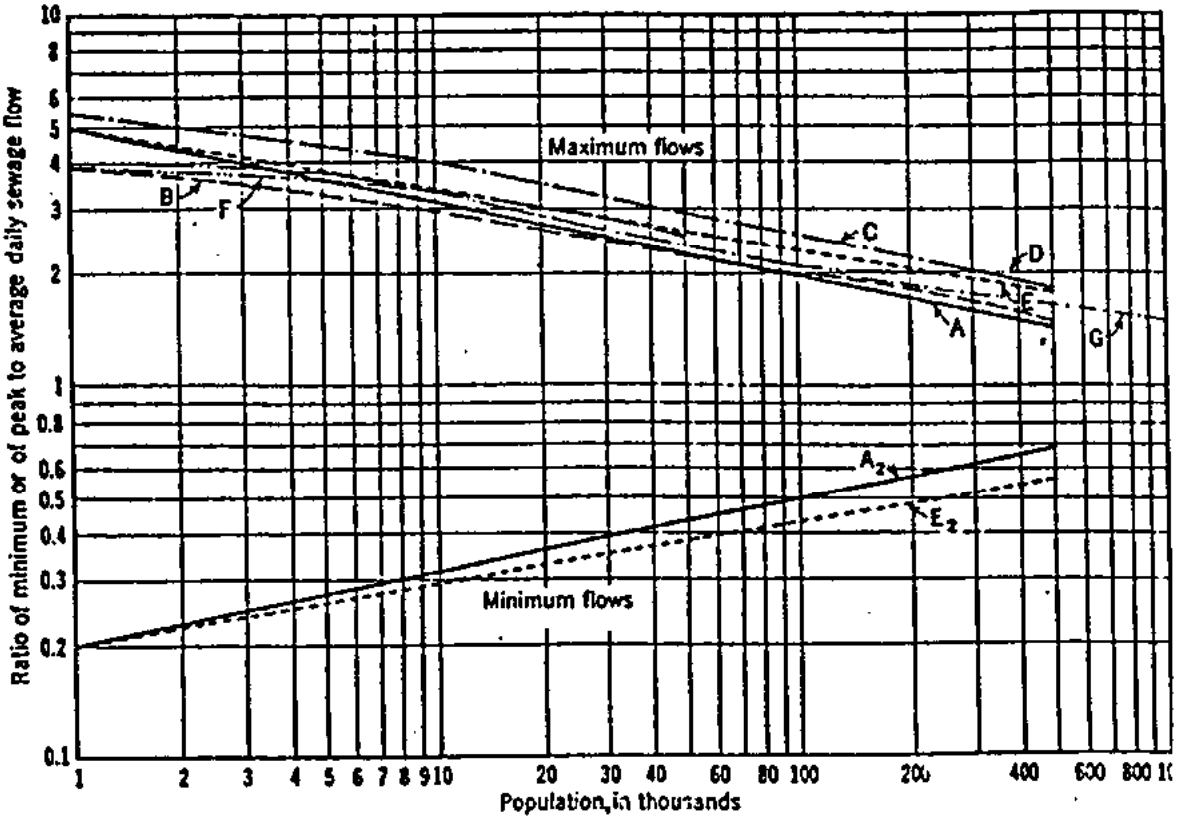
١٤-٤ أسس التصميم والإنشاء لخطوط تجميع مياه الصرف الصحى

١٤-٤-١ أصغر قطر

أصغر قطر يمكن استخدامه لمواسير الصرف الصحى هو ٨ بوصة – (٢٠٠مم).

١٤-٤-٢ العمق

اقل عمق لماسورة الصرف الصحى هو العمق الذى يسمح بصرف البدرومات كذلك يجب أن تكون المواسير على عمق كافى لمنع تحطيمها بتأثير الأحمال الواقعة عليها، وإلا اتخذت الاحتياطات اللازمة.



* Curve A source: Babbitt, H. E., "Sewerage and Sewage Treatment." 7th Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York (1953).
Curve A_2 source: Babbitt, H. E., and Baumann, E. R., "Sewerage and Sewage Treatment." 8th Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York (1958).
Curve B source: Harman, W. G., "Forecasting Sewage at Toledo under Dry-Weather Conditions." *Eng. News-Rec.* 80, 1233 (1918).
Curve C source: Youngstown, Ohio, report.
Curve D source: Maryland State Department of Health curve prepared in 1914. In "Handbook of Applied Hydraulics." 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co., New York (1952).
Curve E source: Gifft, H. M., "Estimating Variations in Domsetic Sewage Flows." *Waterworks and Sewerage*, 92, 175 (1945).
Curve F source: "Manual of Military Construction." Corps of Engineers, United States Army, Washington, D.C.
Curve G source: Fair, G. M., and Geyer, J. C., "Water Supply and Waste-Water Disposal." 1st Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York (1954).
Curves A_2, B, and G were constructed as follows:

Curve A_2, $\frac{5}{P^{0.167}}$

Curve B, $\frac{14}{4+\sqrt{P}}+1$

Curve G, $\frac{18+\sqrt{P}}{4+\sqrt{P}}$

in which P equals population in thousands.

شكل رقم (١٤-١) العلاقة بين عدد السكان المخدومين بشبكات الصرف الصحي والنسبة بين أقصى تصرف يومي والتصرف المتوسط

١٤-٤-٣ الميل لخطوط مواسير تجميع مياه الصرف الصحى

١٤-٤-٣-١ اقل ميل

تصمم جميع خطوط المواسير بحيث تكون سرعة المياه داخلها عند التصرف المملوء لا يقل عن ٢ قدم/ث (٠.٦١ متر/ث) طبقا لمعادلة Kutter's وقيمة (n) تعادل ٠.٠١٣.

والجدول رقم (١/١٤) يوضح اقل ميل يمكن استخدامه لمواسير الصرف الصحى.

جدول رقم (١/١٤)
اقل ميل لمواسير الصرف الصحى

قطر الماسورة		ميل الماسورة %
بوصة	مم	قدم/١٠٠ قدم أو متر/١٠٠ متر
٨	٢٠٠	٠.٤٠
٩	٢٣٠	٠.٣٣
١٠	٢٥٠	٠.٢٨
١٢	٣٠٠	٠.٢٢
١٤	٣٦٠	٠.١٧
١٥	٣٨٠	٠.١٥
١٦	٤١٠	٠.١٤
١٨	٤٦٠	٠.١٢
٢١	٥٣٠	٠.١٠
٢٤	٦١٠	٠.٠٨
٢٧	٦٩٠	٠.٠٦٧
٣٠	٧٦٠	٠.٠٥٨
٣٦	٩١٠	٠.٠٤٦

١٤-٤-٣-٢ ميل سرعة التنظيف الذاتية

تجنب استخدام ميول المواسير التى ينتج عنها سرعات اقل من ٢قدم/ث (٠.٦١متر/ث) عند سريان أدنى التصرفات.

١٤-٤-٣-٣ ثبات الميل

يجب أن يكون ميل خط المواسير ثابت بين كل مطبقين (المناهيل).

١٤-٤-٣-٤ مطالب الميل الكبير

عندما تكون سرعة المياه أكبر من ١٥ قدم/ث (٦.٤ متر/ث) يجب إنشاء أعمال صناعية داخل خط المواسير لحمايته من الازاحة والتحت والصدمات وإذا كان من الصعوبة تنفيذ ذلك يستبدل التصميم.

١٤-٤-٣-٥ تثبيت (تدعيم) الخطوط

خطوط مواسير الصرف الصحى ذات الميل ٢٠% فأكثر يجب تثبيتها بدعامات (كتل) خرسانية على الأبعاد التالية:

أ- كل ٣٦ قدم (١١ متر) للميل من ٢٠ – ٣٥%.

ب- كل ٢٤ قدم (٧.٣ متر) للميل من ٣٥ – ٥٠%.

ج- لا يزيد عن ١٦ قدم (٤.٩ متر) للميل اكبر من ٥٠%.

١٤-٤-٤ التخطيط لمواسير تجميع مياه الصرف الصحى

أ- خطوط مواسير الصرف الصحى بقطر ٢٤ بوصة (٦١سم) او اقل يجب أن تكون مستقيمة بين كل مطبقين.

ب- خطوط مواسير الصرف الصحى قطر أكبر من ٢٤ بوصة (٦١سم) أو أكبر يمكن أن تكون بها إنحناء يتوقف على نوعية معدات النظافة.

ج- يجب التأكد من الاستقامة لخطوط مواسير تجميع مياه الصرف الصحى باستخدام اشعة الليزر او بلمبات الاضاءة.

د- لا تقل زاوية التقاطع لخطوط مواسير تجميع مياه الصرف الصحى أقل من ٢٤ بوصة (٦١مم) عن ٩٠ درجة مئوية.

ه- لا تقل زاوية التقاطع لخطوط مواسير تجميع مياه الصرف الصحى بقطر أكبر من ٢٤ بوصة (٦١مم) عن ١٣٥ درجة مئوية.

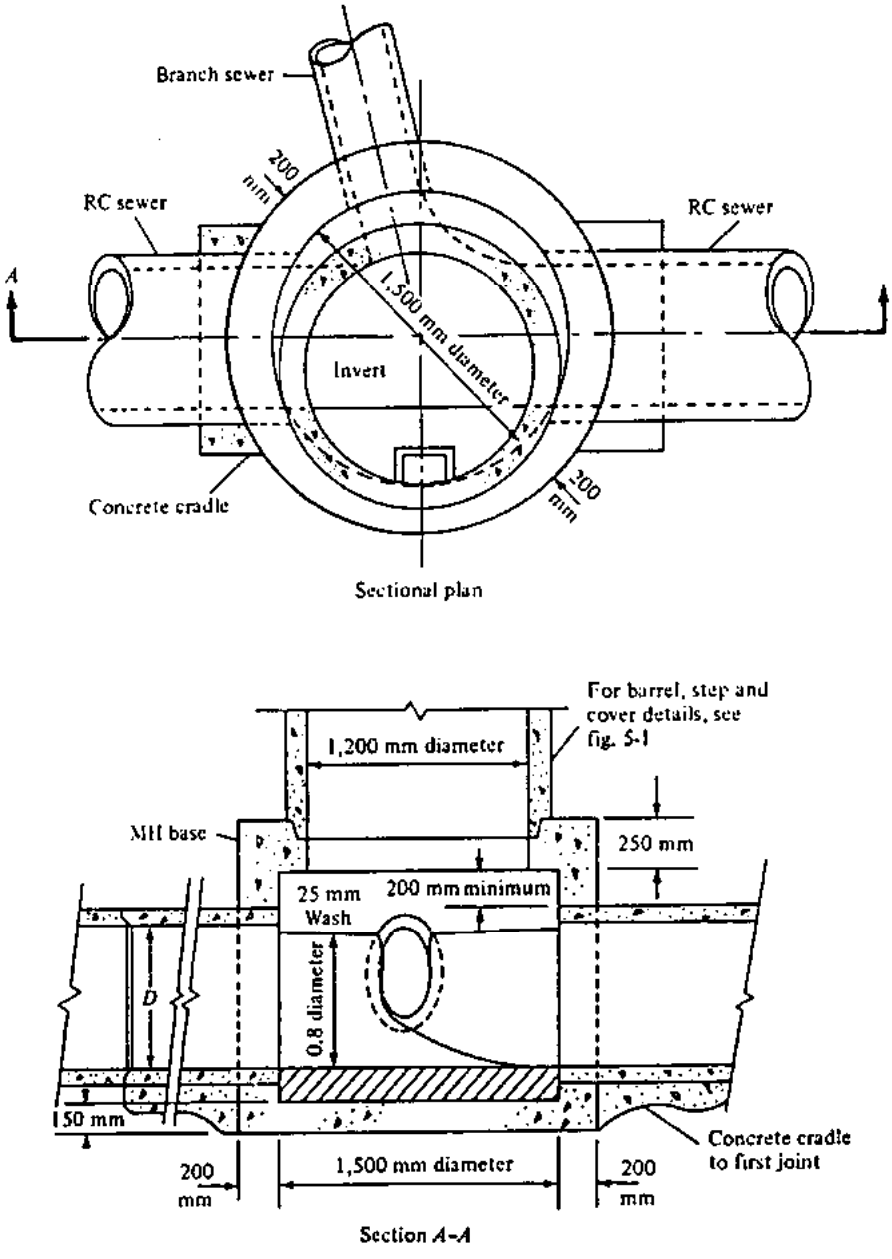
وكما هو موضح بالشكل رقم (٢/١٤).

١٤-٤-٥ التغيير فى حجم الماسورة لخط تجميع مياه الصرف الصحى

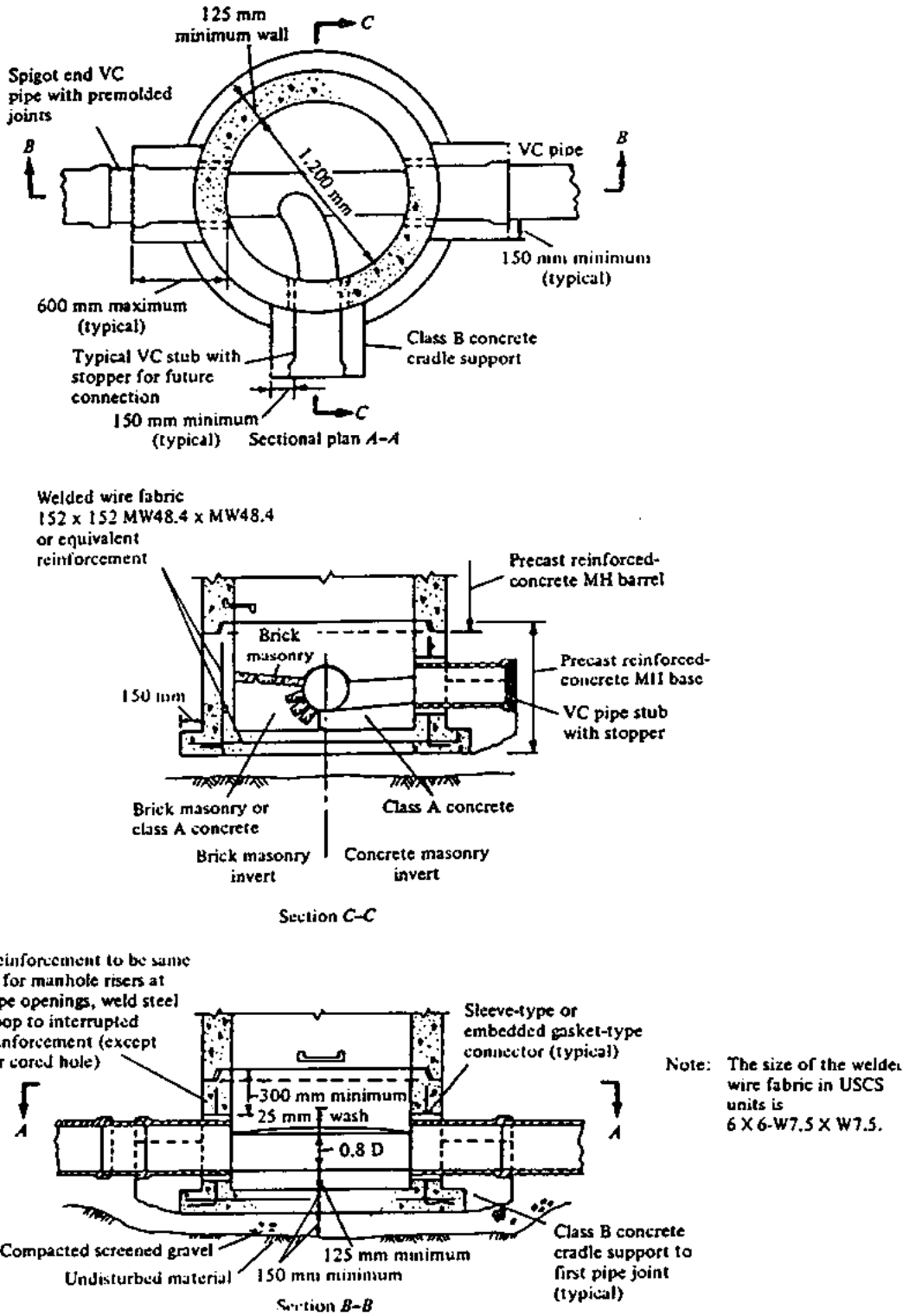
- عندما تتصل ماسورة صرف صحى ذات قطر اصغر بماسورة ذات قطر اكبر يجب أن يكون منسوب الراسم السفلى للماسورة الكبيرة اسفل الماسورة الصغرى بحيث يحافظ على نفس الميل الهيدورليكى للطاقة وبطريقة تقريبية

أجعل منسوب المياه عند ٠.٨ من عمق كلتا الماسورتين وكما هو موضح بالشكل رقم (٣/١٤).

- عند امتداد اى خط من خطوط مواسير الصرف الصحى القائمة يراعى تطبيق الملاحظة السابق الإشارة إليها.



شكل رقم (١٤-٢) زوايا التقاطع بين مواسير تجميع مياه الصرف الصحي



شكل رقم (١٤-٣) التغيير في قطر حجم ماسورة تجميع مياه الصرف الصحي

١٤-٤-٦ مواد تصنيع مواسير تجميع مياه الصرف الصحى

أ- نظرا لخصائص ومكونات مياه الصرف الصحى وكذلك المخلفات السائلة الصناعية لما تحتويه من مواد كيمائية وأحماض وقلويات وزيوت وشحوم ومواد عضوية وأملاح ذائبة لذلك لابد أن تصنع المواسير من مواد لا تتفاعل مع هذه النوعية من السوائل.

ب- كما يجب أن تقاوم التآكل الناتج من الأحماض الناتجة من التفاعلات البيولوجية.

ج- يجب أن تتحمل المواسير الضغط الواقع عليها من تأثير وزن التربة وأحمال المرور من الطرق.

١٤-٤-٧ التركيب لخطوط مواسير تجميع مياه الصرف الصحي

١٤-٤-٧-١ المواصفات القياسية

تستخدم جميع المواصفات الفنية الصادرة من الجهات المسئولة وذلك عند إنشاء شبكات تجميع مياه الصرف الصحى وتشمل الأعمال التالية:

أ- خطوط المواسير ووصلاتها.

ب- مواد الردم حول المواسير.

ج- المطابق (المانهولات) والمنشآت الأخرى اللازمة للخطوط.

١٤-٤-٧-٢ خندق المواسير

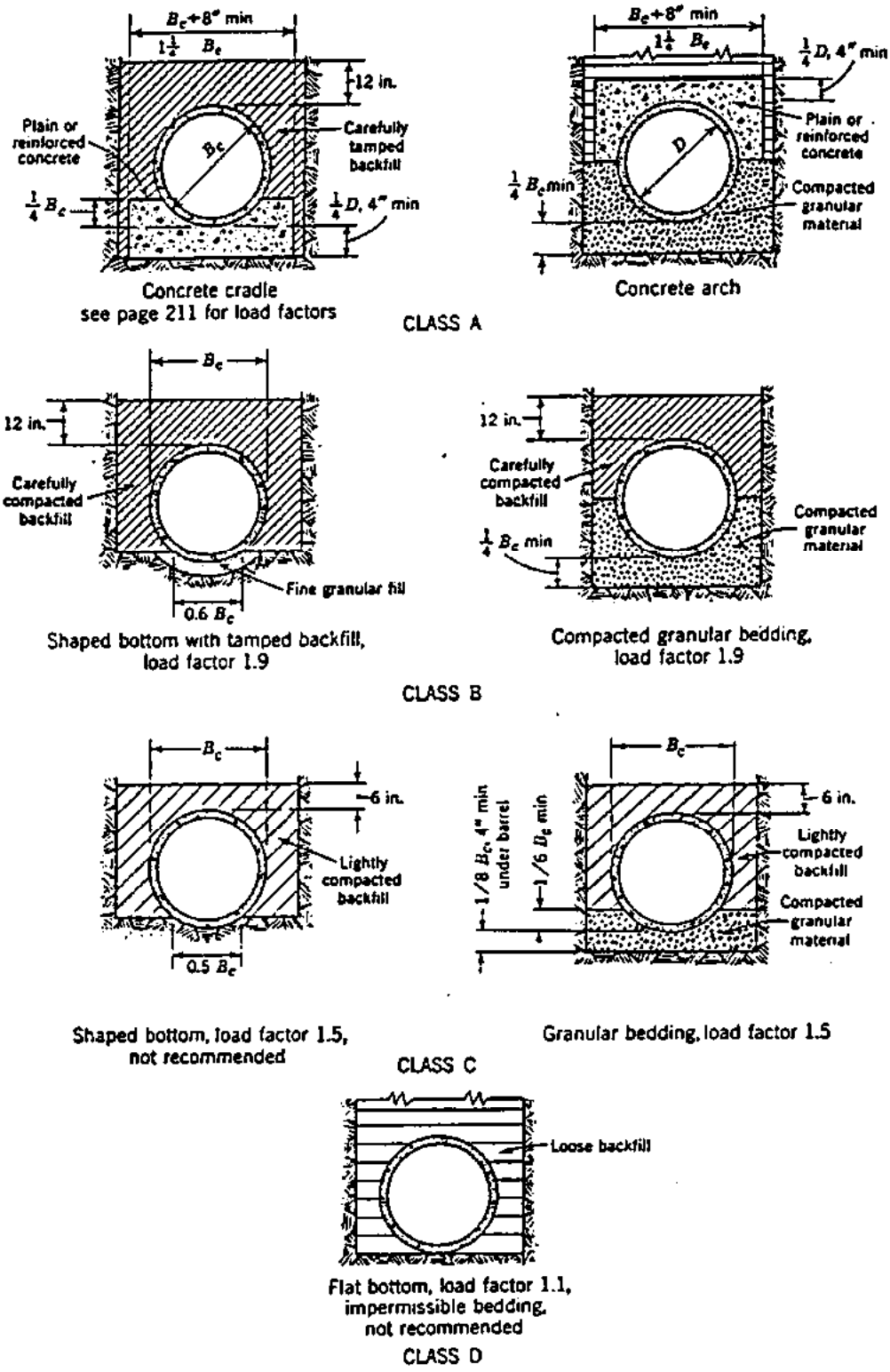
لا يقل عرض خندق المواسير عن الأبعاد القياسية اللازمة لإنشاء مثل هذه الخطوط والموضحة بالجدول رقم (٢/١٤) التالى:

جدول رقم (١٤-٢)
العلاقة بين عرض الخندق وقطر الماسورة

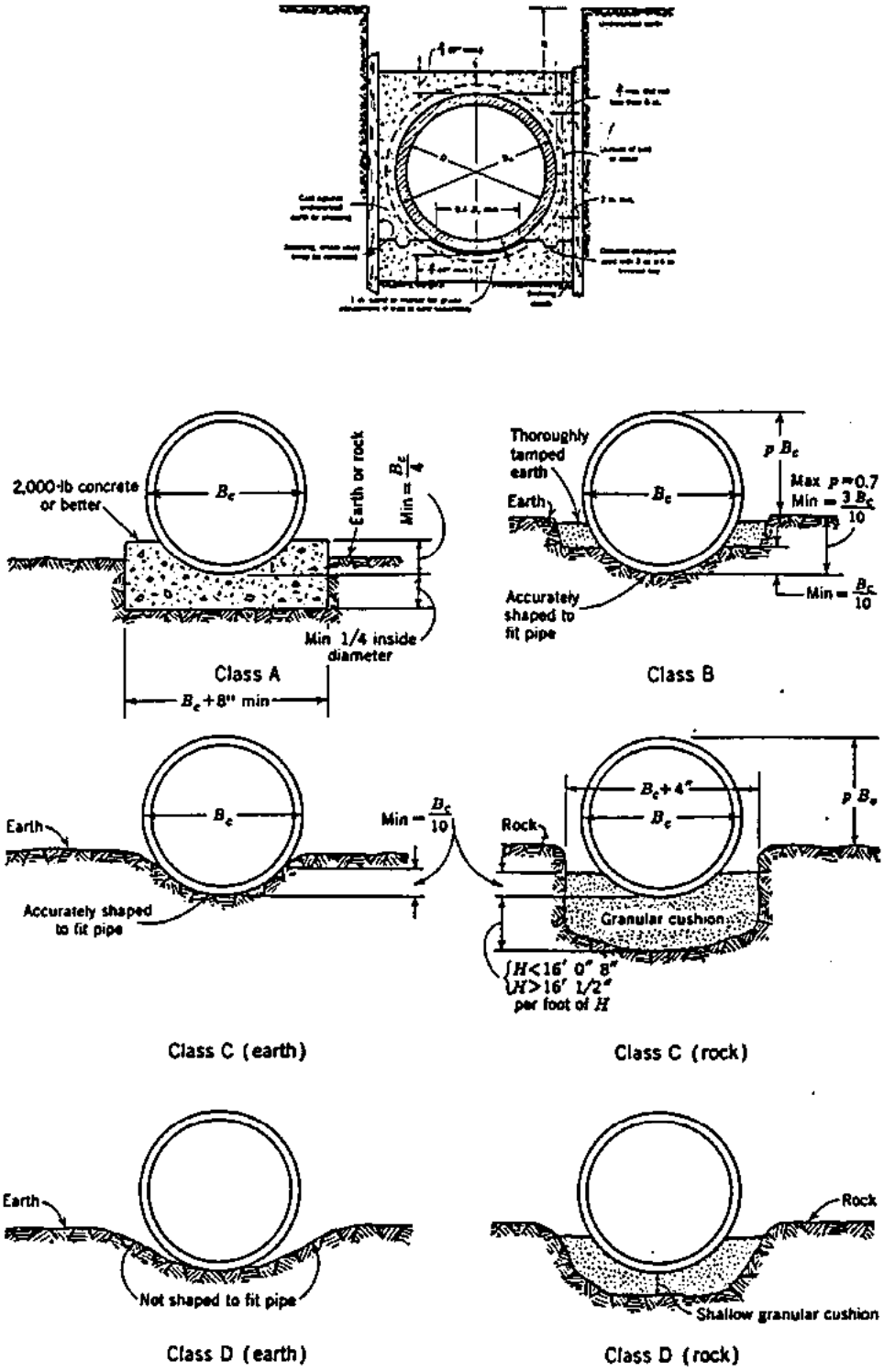
قطر الماسورة		عرض الخندق
بوصة	**ملليمتر**	**(القطر مم + البعد مم)**
٨	٢٠٠	ق + ٣٠٠
١٢	٣٠٠	ق + ٣٠٠
١٦	٤٠٠	ق + ٤٠٠
٢٠	٥٠٠	ق + ٥٠٠
٢٤	٦٠٠	ق + ٥٠٠
٣٢	٨٠٠	ق + ٦٠٠
٣٦	٩٠٠	ق + ٦٠٠
٤٠	أكبر من ١٠٠٠	ق + ٧٥٠

١٤-٤-٧-٣ الفرشه حول المواسير

الفرشة حول المواسير نظام أ، ب، ج، طبقا للمواصفات القياسية وكما هو موضح بالأشكال أرقام (٤/١٤)، (٥/١٤).



شكل رقم (١٤-٤) تفاصيل الأنواع المختلفة للفرشه حول مواسير تجميع مياه الصرف الصحي



شكل رقم (١٤-٥) تفاصيل الأنواع المختلفة للفرشه حول مواسير تجميع مياه الصرف الصحي

١٤-٤-٧-٤ الردم لخندق المواسير

أ- استخدام مواد الردم السليمة والمستخرجة من الحفر فيما عدا المواد الغير مطابقة للمواصفات.

ب- استبعد من مواد الردم المواد العضوية والكتل الصخرية الكبيرة.

١٤-٤-٧-٥ اختبارات الانحناء

أ- تجرى اختبارات الانحناء على جميع خطوط المواسير المرنة لتجميع مياه الصرف الصحى.

ب- يتم اختبارات المواسير بعد إعادة الردم عليها بفترة لا تقل عن ٣٠ يوم.

ج- لا تزيد درجة الانحناء لخطوط مواسير التجميع عن ٥%.

د- إذا أجريت اختبارات الانحناء بواسطة الكره الصلبة فيجب أن يكون قطرها يعادل ٩٥% من القطر الداخلى للماسورة.

ه- يجب إجراء التجارب بدون استخدام أى أجهزة للسحب الميكانيكية .

١٤-٤-٨ الوصلات بين مواسير تجميع مياه الصرف الصحى ومياه الرشح

١٤-٤-٨-١ الوصلات

أ- يجب التقيد عند تركيب خطوط مواسير الصرف الصحى بجميع الشروط الفنية لنوعية المواسير والوصلات.

ب- تكون وصلات مواسير الصرف الصحى محكمة بحيث تقلل بقدر الامكان دخول مياه الرشح الى الداخل وكذلك دخول جذور النباتات والاشجار خلال فترة العمر الافتراضى للمواسير.

١٤-٤-٨-٢ تجارب التسرب

أ- يجب إجراء تجارب لقياس التسرب من الخارج أى دخول مياه الرشح الى داخل الماسورة وبالتالى تتسبب فى زيادة كمية مياه الصرف الصحى أو إجراء تجارب لقياس التسرب إلى الخارج أى خروج مياه الصرف الصحى إلى باطن التربة وقد تصل الى المياه الجوفية وتتم هذه التجارب سوءا بالطريقة الهيدروليكية المائية أو الهواء.

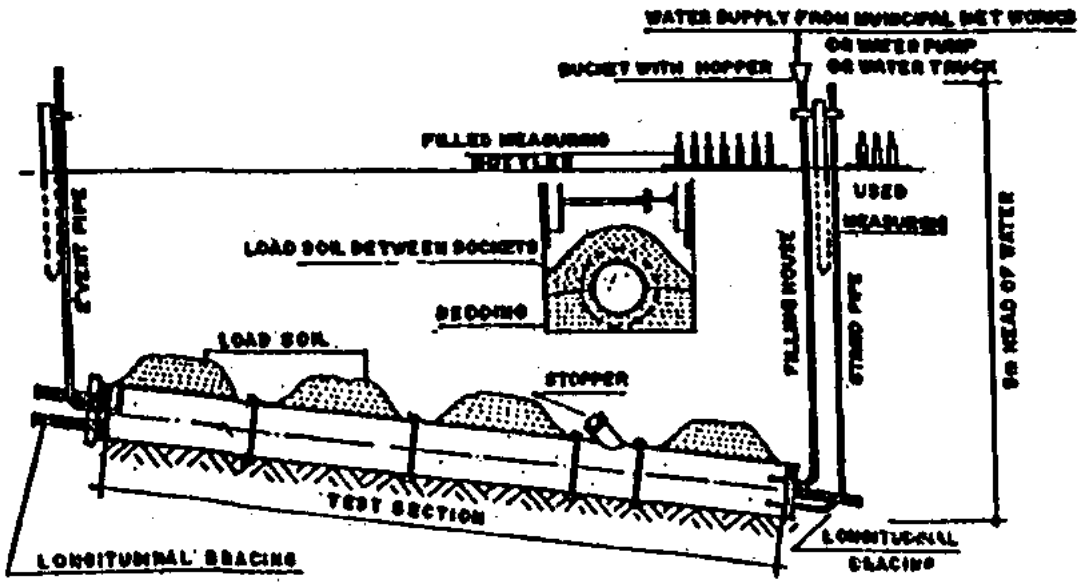
ب- تسمح المواصفات بتسرب ٢٠٠ جالون/بوصة (من قطر الماسورة) / الميل/ يوم (٠.١٩ م^{٣} / سم من قطر الماسورة / كليو متر/ يوم، وعند إجراء الطريقة المائية يجب أن يكون ضغط الماء ٢ قدم (٠.١٦ متر).

ج- فى حالة المواسير الفخار وتواجد مياه جوفية بباطن الأرض يفضل أن يكون ضغط الماء مساويا للضغط المتسبب من المياه الجوفية.

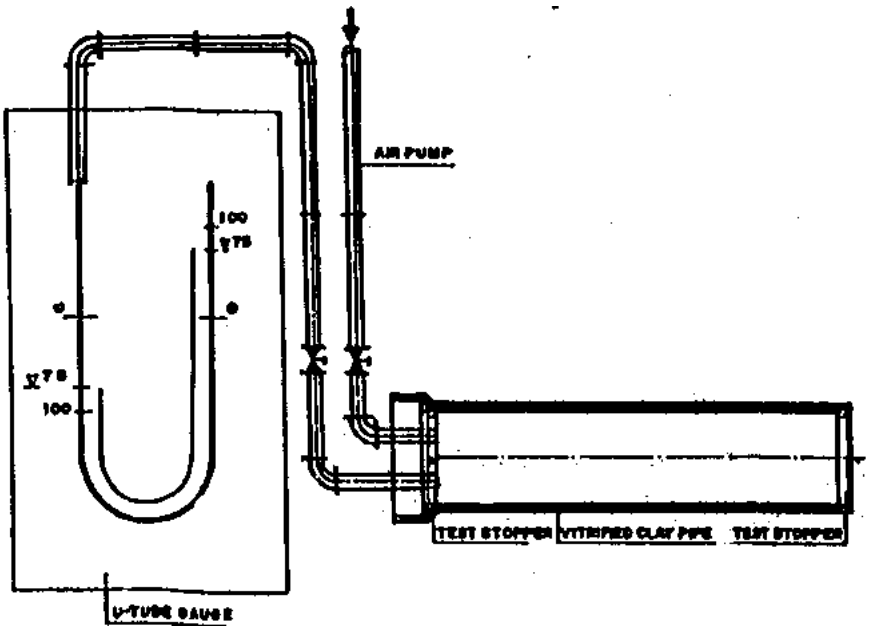
الأشكال أرقام (٦/١٤)، (٧/١٤)، (٨/١٤)، (٩/١٤) توضح طرق إجراء تجارب التسرب.

١٤-٤-٨-٣ التفتيش على المطابق

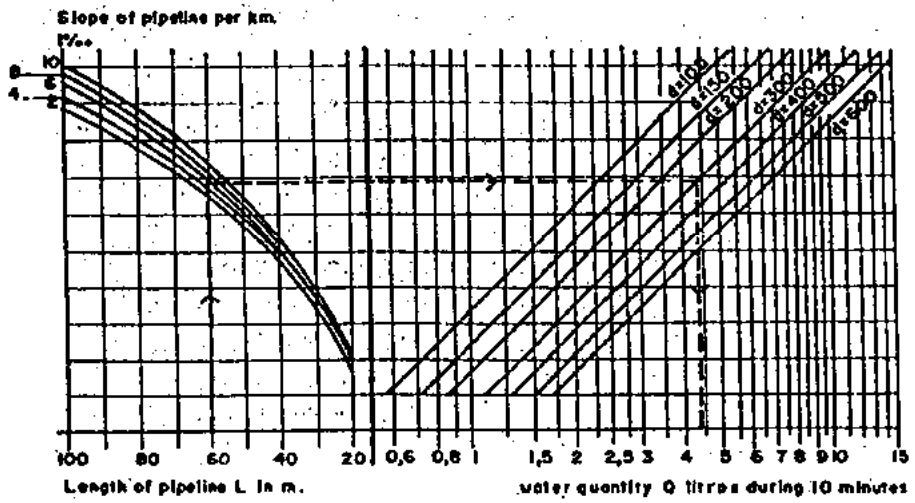
يجب إجراء اختبار عدم النفاذية للمطابق قبل استخدامها مع شبكات تجميع مياه الصرف الصحى.



شكل رقم (١٤-٦) تجهيز خط مواسير تجميع مياه الصرف الصحي بالأنحدار الطبيعي لإجراء تجارب التسرب بإختبار المياه



شكل رقم (١٤-٧)تجهيز خط مواسير تجميع مياه الصرف الصحي بلإنحدار الطبيعي لإجراءتجارب التسرب بإختبار الهواء



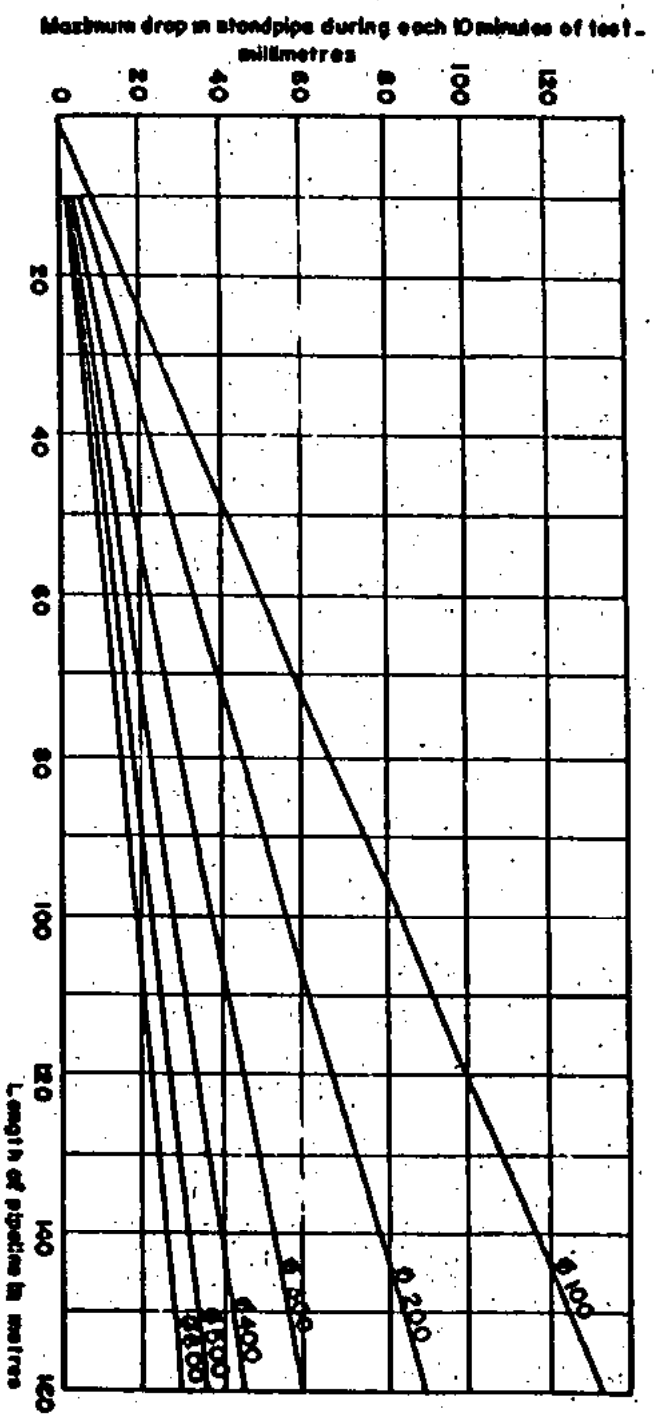
FORMULA:

$$Q = 0{,}10 \cdot (1 + \frac{1 \cdot L}{2} + \frac{d}{2} \cdot 1 \cdot L \cdot \sqrt{d}$$

EXAMPLE:

LENGTH OF PIPELINE L = 60 m
SLOPE OF PIPELINE I = 6 ‰
INVERT DIAMETER OF PIPE d = 300mm.
Q = MAXIMUM PERMITTED ADDED WATER QUANTITY DURING 10 MIN. IS IN THIS CASE 4,4 LITRES.

شكل رقم (١٤-٨) منحنيات تحديد أقصى كمية مضافه إلي خط المواسير بالإنحدار الطبيعي المراد إختباره بإختبار المياه



N.B: FOR USE ONLY WHEN THE DIAMETER OF THE STANDPIPE IS THE SAME AS THE PIPELINE UNDER TEST

شكل رقم (١٤-٩) الهبوط الرأسي لمنسوب المياه المسموح به في إختبار الماء لإختبار مواسير تجميع مياه الصرف الصحي بالإنحدار الطبيعي

١٤-٥ المطابق (المانهولات)

١٤-٥-١ الموقع

تنشأ المطابق على خطوط شبكات تجميع مياه الصرف الصحى التى تسير بها المياه بالانحدار الطبيعى فى المواقع التالية:

أ- نهاية الخطوط.

ب- عند تغيير ميل خط المواسير.

ج- عند تغيير قطر الماسورة.

د- عند تغيير الاتجاه لخطوط المواسير.

ه- عند تقاطع الخطوط مع بعضها.

و- عند تغيير منسوب الرسم السفلى للماسورة إذا لزم الأمر ذلك.

ز- تنشأ بغرض إجراء عمليات النظافة والصيانة على المسافات الموضحة بالجدول رقم (٣/١٤).

جدول رقم (٣/٥)

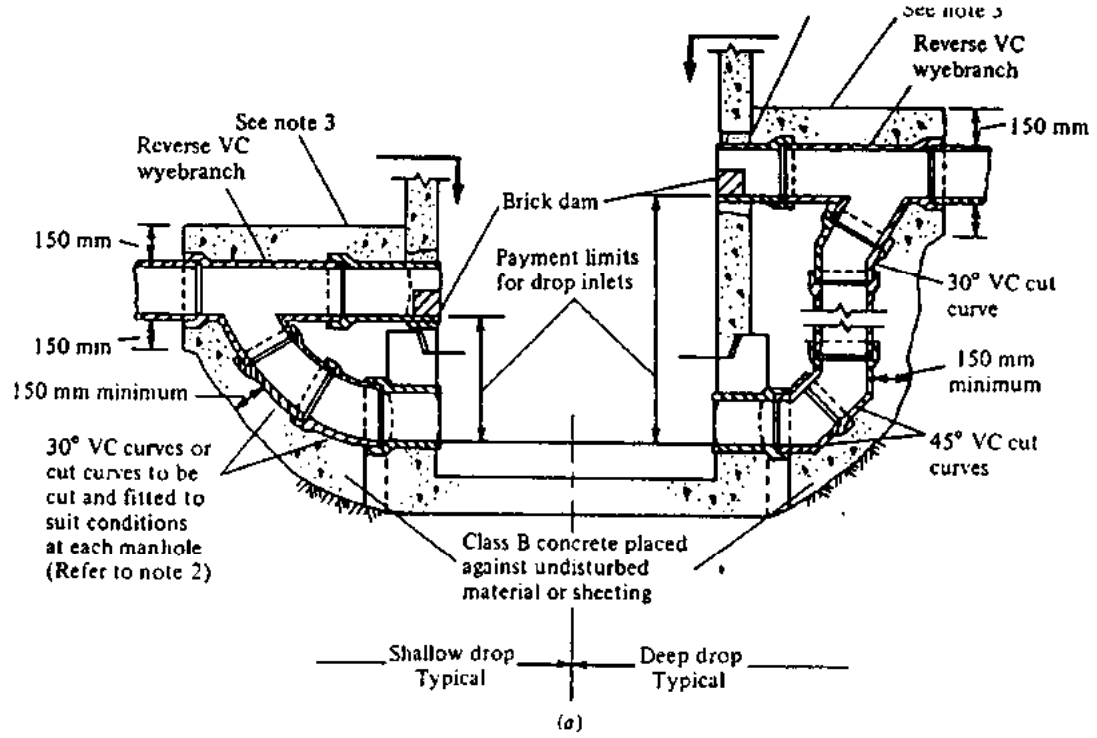
العلاقة بين قطر الماسورة والبعد بين غرف التفتيش

قطر الماسورة		المسافة بين غرفتى تفتيش لا تزيد عن	
بوصة	مم	قدم	متر
١٥	٣٨٠	٤٠٠	١٢٠
١٨ – ٣٠	٤٦٠ – ٧٦٠	٥٠٠	١٥٠
أكثر من ذلك	أكثر من ذلك	٦٠٠	١٨٠

عند استعمال الأجهزة الميكانيكية لتنظيف خطوط المواسير يمكن ترك مسافات أكبر بين المطابق تحدد بمعرفة الشركات المصنعة لمثل هذه المعدات الميكانيكية ويفضل عمل فتحات تنظيف فى نهاية الخطوط الفرعية التى يزيد طولها عن١٥٠ قدم–٤٦متر.

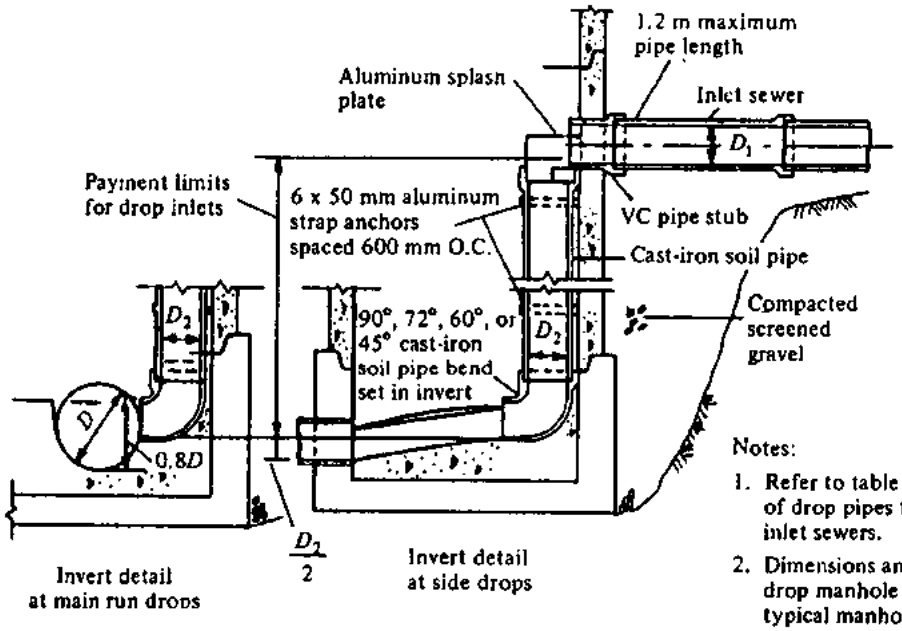
١٤-٥-٢ المطابق ذو الهدارات

تستخدم ماسورة للتساقط عند دخول ماسورة الصرف الصحى المطبق منسوب الخروج بمسافة أكبر من ٢٤ بوصة (٦١ سم) ويطلق على هذا المطبق حين ذلك المطبق ذو الهدار وفى حالة التساقط أقل من ٢٤ بوصة (٦١ سم) تخلق فى القاع ميول بحيث تمنع من تراكم وتحلل المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف الصحى وينفذ هدار المطبق من الخارج كما يمكن تنفيذه من الداخل وعند ذلك تترك المسافات اللازمة لاجراء عمليات النظافة والصيانة وكذلك نراعى وضع سلالم الهبوط فى المكان المناسب وكما هو موضح بالشكل رقم (١٠/١٤).



NOTES:

1. Drop pipe to be same diameter as sewer discharging into manhole for sewers up to and including 300 mm size.
2. Deeper drop may be constructed with straight pipe between wyebranch and curve.
3. Extend encasement to first joint beyond excavation for drop connection.
4. Dimensions and construction of drop manhole to be similar to typical manhole except as shown.



Pipe size table

Pipe sizes, mm	
Inlet sewer, D_1	Drop pipe, D_2
300	250
250	200
200	200
150	150
125	125

Notes:

1. Refer to table above for sizes of drop pipes to be used with inlet sewers.
2. Dimensions and construction of drop manhole to be similar to typical manhole except as shown.

شكل رقم (١٤-١٠) تفاصيل غرف التفتيش ذات الهدارات

١٤-٥-٣ القطر

أ- لا يقل القطر الداخلى لغرفة التفتيش عن ٤٨ بوصة (١.٢٠ متر).

ب- ويفضل زيادة هذا القطر عند استخدام مواسير ذات اقطار كبيرة.

ج- لا تقل فتحة النزول عن ٢٢ بوصة (٦٠ سم) وكما هو موضح بالشكل رقم (١١/١٤).

١٤-٥-٤ قناة الصرف

تخلق قناة الصرف داخل قاع المطبق بحيث يكون شكلها وميلها مشابة لماسورة تجميع مياه الصرف الصحى وكما هو موضح بالاشكال ارقام (١٢/١٤)، (١٣/١٤)، (١٤/١٤).

١٤-٥-٥ عدم نفاذية المياه

أ- تنشأ المطابق من الخرسانة سابقة الصب أو مصبوبة فى الموقع ويجب ان تكون غير منفذة للمياه.

ب- تركب وصلات مرنة على ماسورة الدخول وماسورة الخروج لكى تسمح بالحركة عند حدوث فرق الهبوط لغرفة التفتيش وكما هو موضح بالشكل (١١/١٤).

١٤-٥-٦ الكهرباء

تخضع جميع المعدات الكهربائية المركبة داخل غرف التفتيش للشروط الفنية القياسية لمثل هذه الأعمال.

١٤-٥-٧ السيفون المقلوب

أ- لا يقل عدد مواسير السيفون المقلوب عن ماسورتين.

ب- يزود مدخل ومخرج المواسير ببوابات يمكن التحكم بها فى سرعة المياه.

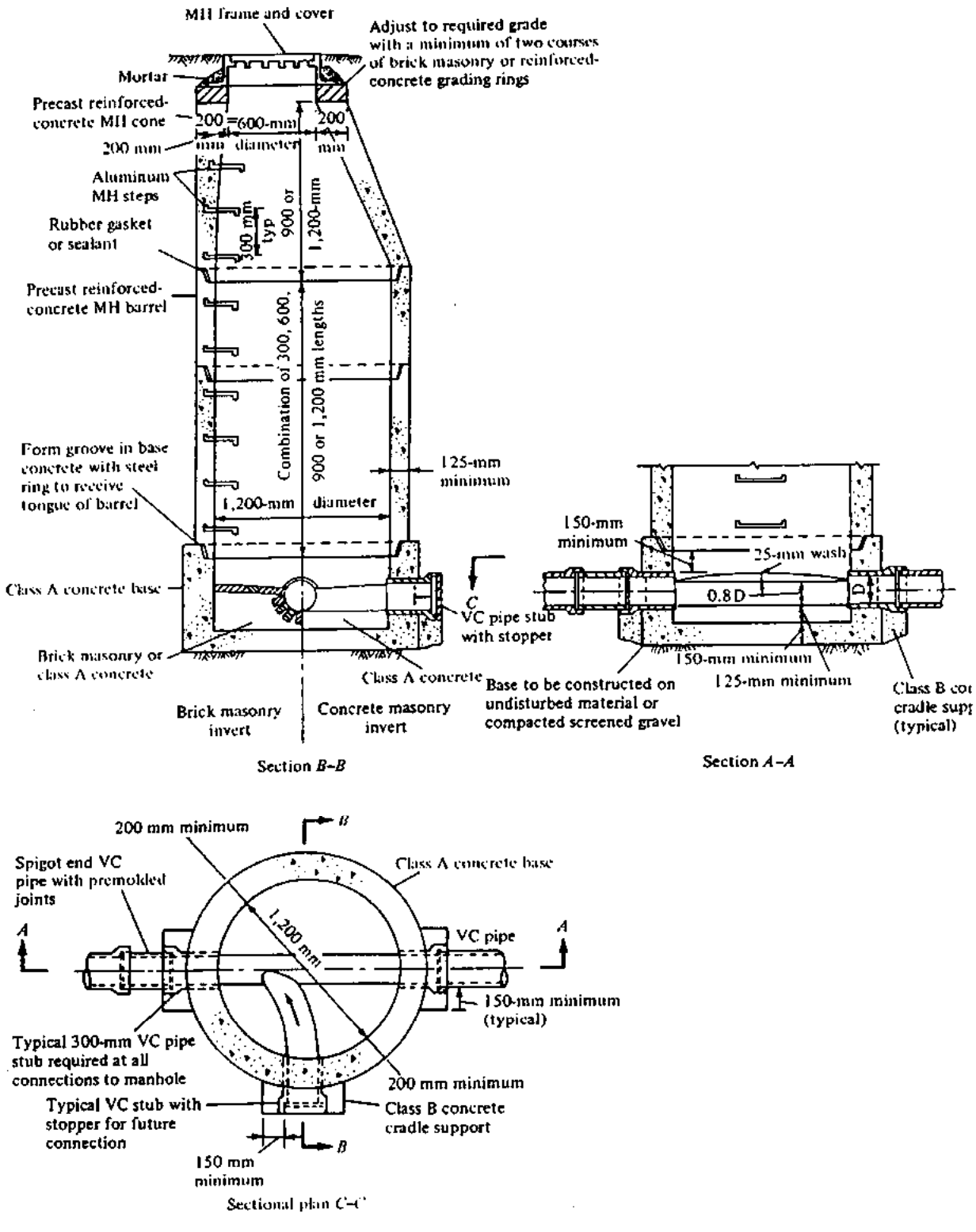
ج- لا يقل قطر الماسورة المستخدمة فى السيفون المقلوب عن ٦ بوصة (١٥٠مليمتر).

د- تنشأ غرفة للمدخل والمخرج ومزودة بجميع الأجهزة والمعدات اللازمة لاجراء عمليات النظافة والصيانة.

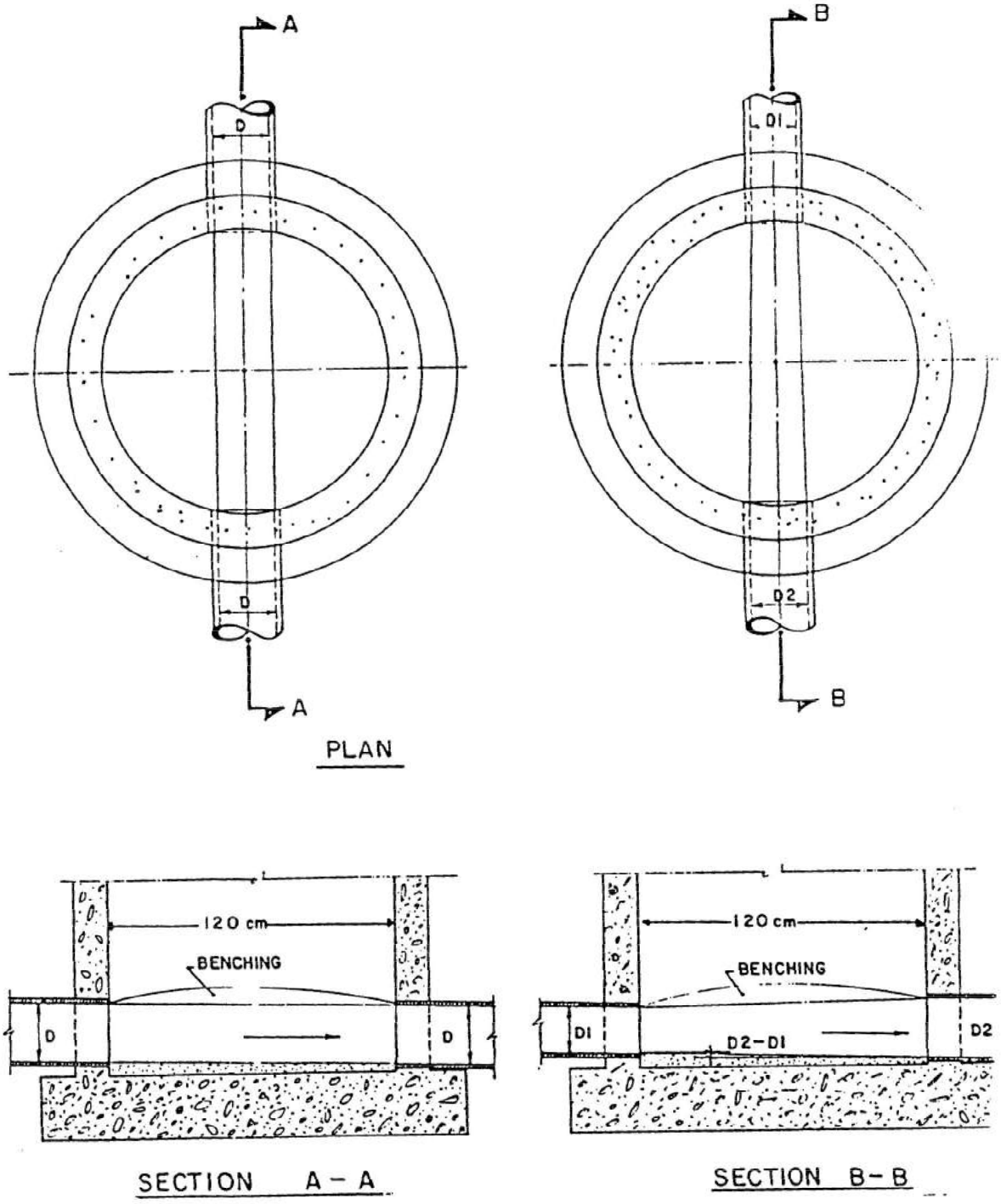
ه- تزود غرف المدخل والمخرج بالفتحات اللازمة للكشف مع تركيب درج سلالم حديدية للنزول مع إنشاء جميع أعمال الحماية اللازمة للعمال داخل هذه الغرف والمطابق.

و- تصمم السرعة داخل المواسير بحيث لا تقل عن ٣ قدم / ثانية (٠.٩٢متر/ث) عند التصرف المتوسط.

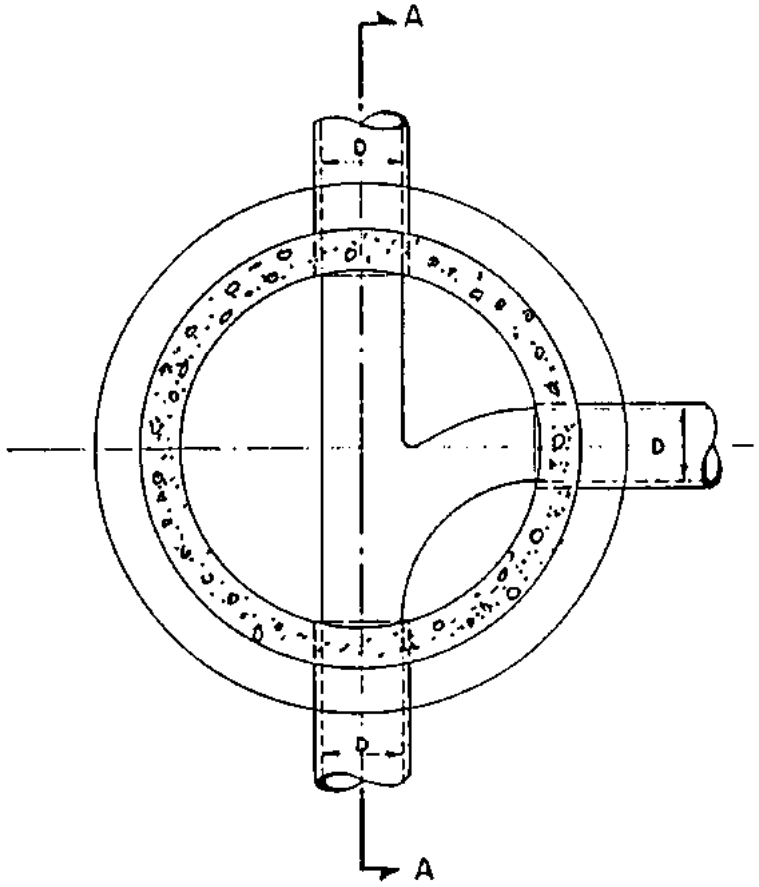
ز- تأكد من أن التخطيط الراسى للمواسير يسمح لهما بإجراء عمليات النظافة والصيانة.



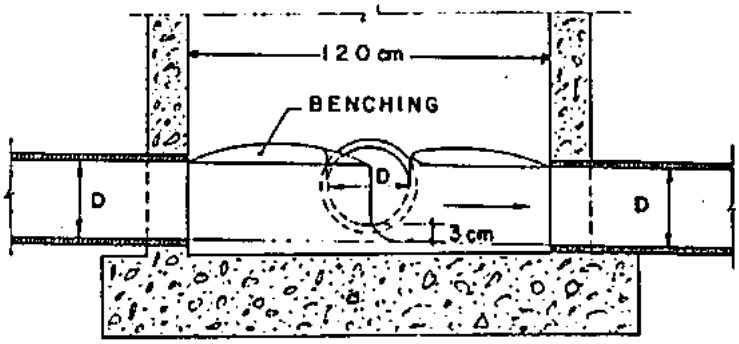
شكل رقم (١٤-١١) تفاصيل إنشائية لغرف التفتيش



شكل رقم (١٤-١٢) تفاصيل قناة التصريف داخل غرفة التفتيش

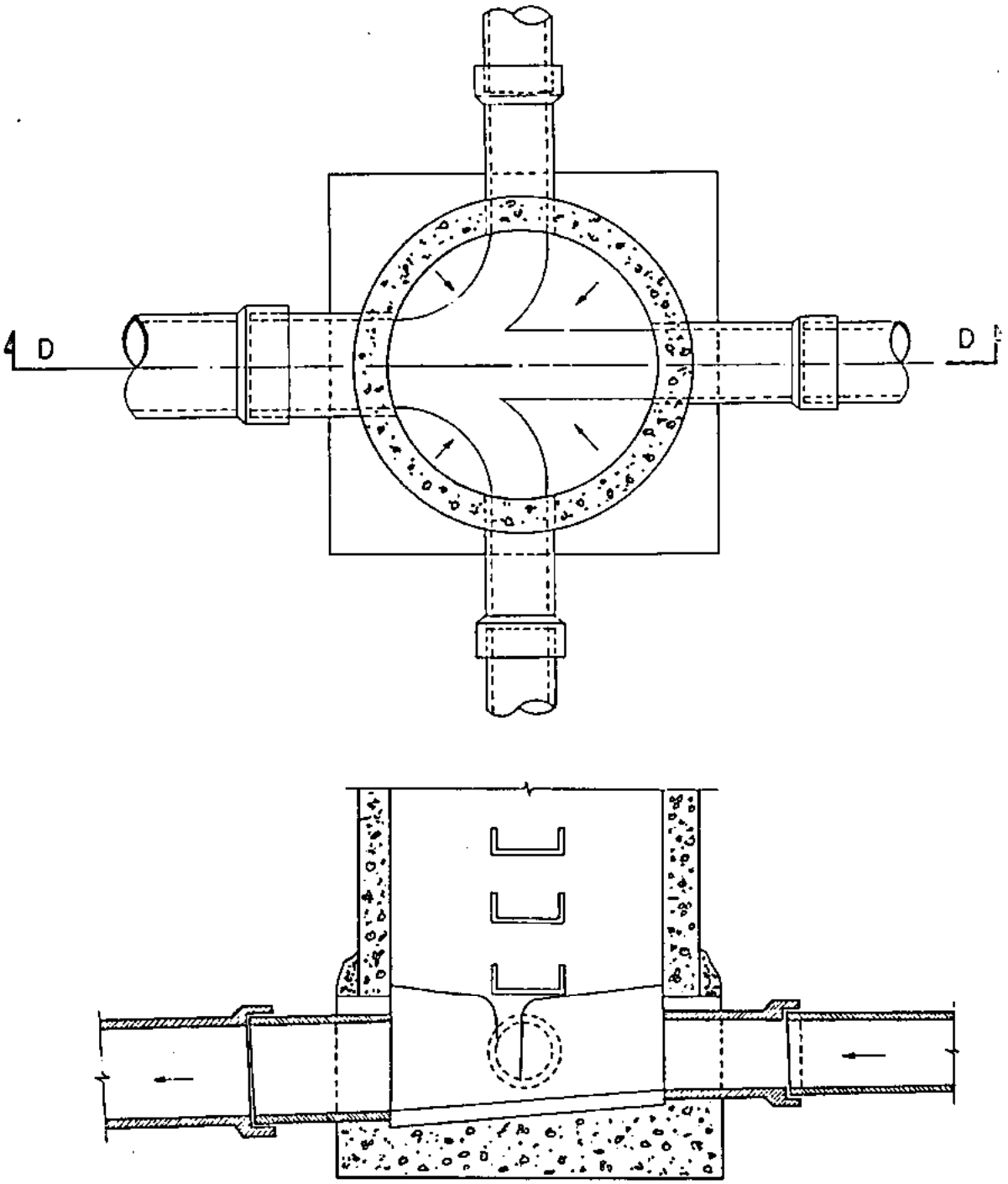


PLAN



SECTION A-A

شكل رقم (١٤-١٣) تفاصيل قناة التصريف داخل غرفة التفتيش



شكل رقم (١٤-١٤) تفاصيل قناة التصريف داخل غرفة التفتيش

١٤-٧ علاقة مواسير تجميع مياه الصرف الصحى والمجارى المائية المتقاطعة معها

١٤-٧-١ تقاطع شبكات الصرف الصحى مع الوديان

١٤-٧-١ عمق الغطاء

عندما تعترض ماسورة الصرف الصحى لمجرى مائى يلزم وجود غطاء فوق ظهر الماسورة واسفل منسوب القاع الطبيعى للمجرى المائى وهذا الغطاء يكفى لحماية الماسورة كما يجب أن يخضع للشروط التالية:

أ- لا يقل عمق الغطاء عن ١ قدم (٠.٣٠ متر) إذا نفذت الماسورة على القاع الصخرى.

ب- لا يقل عمق الغطاء عن ٣ قدم (٠.٩ متر) إذا نفذت الماسورة على الانواع الاخرى من التربة ويفضل استخدام عمق الغطاء اكبر من ٣ قدم (٠.٩ متر) من معظم المجارى المائية.

ج- فى المجارى المائية المبطنة يقاس عمق الغطاء من فوق ظهر الماسورة وحتى أسفل مواد التبطين للمجرى.

د- استخدم اورنيك المستقبل للمجرى المائى عند قياس عمق الغطاء المطلوب.

ه- فى حالة توفر عمق الغطاء الكافى تدرس كل حالة منفردة وتتخذ جميع الاحتياطات مع إنشاء الأعمال الصناعية اللازمة لحماية الماسورة.

١٤-٧-٢ تجاور شبكات الصرف الصحى مع الوديان

خطوط مواسير الصرف الصحى التى تنشا فى الاتجاه الطولى للمجارى المائية (بجوار المجارى المائية) لابد وأن تقع خارج الاورنيك المستقبلى كما يجب اخذ جميع الاحتياطات اللازمة لمنع حدوث اى تلوث للمجرى المائى اثناء وبعد فترة الانشاء.

١٤-٧-٣ المنشآت

المصبات او أعمدة التحميل للمواسير أو المطابق أو فتحات التفتيش أو منشآت البوابات أو أى منشآت أخرى تتطلبها شبكات مواسير الصرف الصحى تنفذ فى مواقع لا تسبب اى اختناق فى سريان مياه المجارى المائية الطبيعية انهار او ترع (مصارف زراعية) او مياه الفيضانات (مجارى وديان أو مخرات سيول).

١٤-٧-٤ التخطيط

أ- تتقاطع خطوط مواسير الصرف الصحى مع المجارى المائية عموديا.

ب- يستخدم الميل الثابت اثناء اعتراض خطوط مواسير الصرف الصحى للمجارى المائية.

ج- يراعى بقدر الامكان عند تخطيط شبكات الصرف الصحى تقليل عدد مرات اعتراض المجارى المائية.

١٤-٧-٥ إنشاء خطوط الصرف الصحى المتقاطعة مع الوديان ومخرات السيول

١٤-٧-٥-١ المواد

أ- تستخدم مواسير خطوط الصرف الصحى المتقاطعة مع المجارى المائية من الحديد الزهر أو الزهر الممطول وتكون وصلاتها أوتوماتيكية غير منفذة للمياه ويجب المحافظة على الميل واستقامة التخطيط.

ب- تستخدم مواد الردم مثل كسر الصخور والزلط النظيف والخرسانة التى لا تسبب بعد الردم اى هبوط حول خطوط المواسير.

١٤-٧-٥-٢ المقاومة للتحت

يجب أن تكون جميع مواد الانشاء مقاومة للتحت كما يجب ان تكون المواسير ووصلاتها غير منفذة للمياه.

١٤-٨ التقاطع الهوائى

عندما تتقاطع خط مواسير تجميع مياه الصرف للمجارى المائية أو لمخرات السيول أو للمناطق المنخفضة وهو ما يطلق عليه التقاطع الهوائى فيجب مراعاة ما يلى:

أ- المواسير ووصلاتها غير منفذة للمياه.

ب- استخدام سرعات اكبر للمياه داخل المواسير وذلك بزيادة الميل.

ج- استخدام وصلات مرنة عند بداية الخط المكشوف وعند نهايته.

د- منسوب الراسم السفلى من خارج ماسورة الصرف الصحى أعلى من منسوب المياه لفيضان المجارى المائية وأعلى من منسوب الفيضان التكرارى لكل ٥٠ سنة لمخرات السيول والمناطق المنخفضة.

ه- يجب حماية الأعمدة الحاملة لخط المواسير.

١٤-٩ حماية خطوط التغذية لمياه الشرب من خطوط شبكات الصرف الصحى

أرجع إلى المواصفات القياسية وأسس التصميم لمواسير مياه الشرب.

١٤-٩-١ التقاطع خطوط الصرف الصحى مع خطوط التغذية لمياه الشرب

أ- لا يوجد إطلاقا أى اتصال مباشر أو غير مباشر بين مواسير مياه الشرب ومواسير مياه الصرف الصحى سواء كانت هذه الشبكات أهلية أو حكومية.

ب- لا يسمح اطلاقا بمرور اى مياه ملوثة داخل خطوط مياه الشرب. لذلك لا يسمح بمرور او اتصال مواسير مياه الشرب داخل المطابق أو غرف التفتيش للصرف الصحى.

١٤-٩-٢ العلاقة بين خطوط الصرف الصحى ومنشآت التغذية بمياه الشرب

أ- يجب التقيد بجميع الشروط التى تنظم العلاقة بين مواسير الصرف الصحى ومنشآت ومصادر وأعمال التغذية بمياه الشرب ويجب التقيد بالمسافة اللازمة تركها بين الآبار وشبكات الصرف الصحى أو اى منشآت أو خزانات لأعمال التنقية لمياه الشرب.

١٤-٩-٣ العلاقة بين خطوط الصرف الصحى وخطوط المياه

١٤-٩-٣-١ العزل الافقى

أ- يجب ان تبتعد مواسير الصرف الصحى عن مواسير مياه الشرب المنفذة أو المقترح تنفيذها مستقبلا فى الاتجاه الافقى مسافة لا تقل عن ١٠ قدم (٣ متر) وهذه المسافة مقاسة بين القطر الخارجى لكلتا الماسورتين.

ب- وفى حالة تعذر ما سبق ذكره يسمح بوجود انحراف مع التأكد من أن كل ماسورة موجودة فى خندق مستقل عن الآخر كما يجب ان يكون منسوب الراسم السفلى لماسورة المياه أعلا من الراسم العلوى من خارج ماسورة الصرف الصحى بمسافة لا تقل عن ١٨ بوصة (٤٦ سم).

١٤-٩-٣-٢ التقاطع بين خطوط الصرف الصحى وخطوط المياه

أ- لا تقل المسافة الرئيسية عند تقاطع خطوط الصرف الصحى مع خطوط المياه عن ١٨ بوصة (٤٦ سم) كما يجب ملاحظة أن تبتعد وصلة ماسورة الصرف بقدر الامكان عن مكان التقاطع.

ب- لا يفضل مرور ماسورة المياه أسفل ماسورة الصرف الصحى وفى حالة الضرورة القصوى يجب عمل الاحتياطات اللازمة لمنع حدوث أى تسرب أو تلوث لشبكات مياه الشرب.

١٤-٩-٣-٣ حالات خاصة

عند حدوث تقاطع كما سبق ذكره بالبند السابق وبغرض الحصول على كافة الضمانات يجب معاملة ماسورة الصرف الصحى (بالانحدار الطبيعى) كماسورة مياه (تحت ضغط) اى بإجراء تجارب الضغط اللازم للتأكد من عدم نفاذية ماسورة الصرف الصحى وذلك قبل الردم عليها.

النظم الهندسية لتجميع مياه الصرف الصحى

يتكون هذا الكتاب من ثلاثة عشر فصلاً.. الأول يتكلم عن الأثار البيئية لإنشاء أنظمة تجميع مياه الصرف الصحى. أما الثانى فهو يبين الدراســـات الأساسيـــة اللازمة لتخطيط وتصميم لنظم تجميع مياه الصرف الصحى, و الثالث يشرح طرق تخطيط شبكات تجميع مياه الصرف الصحى. كما أن الرابع يوضح التصرفات المتغيرة للمياه الملوثة من المصادر المختلفة. ثم الخامس يقنن التصميم الهيدروليكى لخطوط مواسير شبكات الإنحدار لتجميـع الميـاه الملوثـة. والسادس يوضح أنواع مواسير شبكات تجميع مياه الصرف الصحى. كذلك السابع يتكلم عن المنشآت الهندسية لشبكات الانحدار لتجميع المياه الملوثة. والثامن يشرح كيفيـة إنـشاء الأساسات لمواسير الأنحدار لتجميع مياه الصرف الصحي. والتاسع يبين الدراسات الميدانية اللازمة قبل البدء فى التنفيذ. والعاشر يوصف أعمال الحفـــر وتحـــريك التربـــة. والحادى عشر يبين طرق تخفيض منسوب المياه الجوفية. أما الثانىعشر فهو يشرح مجمعات الصرف الصحي. و أخيراً الثالث عشر يقنن الإختبارات الهيدروليكية لإستلام خطوط مواسير الإنحدار لتجميع مياه الصرف الصحى. وقد ذيل الكتاب بأسماء المراجع.