منشورات جامعة حلب
كلية الهندسة التقنية

تنفيذ واستثمار وصيانة الشبكات العامة للمياه

الدكتورة

ندى التنجي

أستاذ مساعد في قسم تقانات الهندسة البيئية

لطلاب السنة الرابعة
قسم تقانات الهندسة البيئية

مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية
١٤٣٦هـ - ٢٠١٤م

الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
مقدمة	٩
الفصل الأول: مراحل تنفيذ المشاريع الهندسية	
1-1- مرحلة الدراسات الأولية	١٢
1-2- مرحلة التصميم	١٣
1-3- طرح الأعمال في المناقصة	١٨
الفصل الثاني: العقـود الهندسية	
2-1 مكونات العقد الهندسي	٢٣
2-2 نوع التعاقد وقيمة المشروع المتعاقد عليه	٣٠
2-3 أنواع المناقصات	٣١
2-4- الملحقات	٣٦
2-5 المواصفات الفنية للأعمال	٣٧
2-6 جداول الكميات والفئات في حال العقود المحددة الكميات أو ذات الكميات التقريبية	٣٧
2-7 التأخير في المشروعات	٣٧
2-8 نظام التحكيم في حالة إخلاء أحد الأطراف بالتعاقد	٣٨
الفصل الثالث: دور المهندس في تنفيذ مشاريع المياه والصرف الصحي والاستعداد للعمل قبل البدء في التنفيذ	
3-1 مرحلة الدراسة	٤١
3-2 مرحلة التنفيذ	٤٤

3-3 الاستعداد للعمل قبل البدء في التنفيذ ٤٥
4-3 الإنشاءات اللازمة للموقع ٤٨
5-3 نقاط يجب أخذها في الاعتبار قبل التنفيذ ٤٩
6-3 أقسام وثائق الأرشيف ٥٠
7-3 اعتبارات عامة ٥٥
8-3 مهام وواجبات جهاز التنفيذ ٥٦

الفصل الرابع: اختبارات الجودة للأنابيب الخاصة بشبكات المياه والصرف الصحي

1-4 مقدمة ٦٧
2-4 الأنابيب المستخدمة لنقل مياه الشرب ٦٧
3-4 أنواع الأنابيب المستخدمة في شبكات توزيع المياه ٦٩
4-4 الأنابيب المستخدمة لنقل الصرف الصحي ١١٣
5-4 الصمامات الخاصة بشبكات المياه والصرف ولوازمها ١٤٥
6-4 غرف الصمامات لخطوط المياه والدفع للصرف الصحي ١٤٨

الفصل الخامس: شحن واستلام الأنابيب وتخزينها

5-1 مقدمة ١٥١
5-2 شحن الأنابيب ١٥١
5-3 استلام الأنابيب ١٥٣
5-4 تنزيل الأنبوب ١٥٤
5-5 نقل الأنابيب ١٥٧
5-6 تخزين الأنابيب ١٥٨
5-7 فحص الأنابيب قبل التركيب ١٦٣
5-8 وضع الأنابيب في الخندق ١٦٤

الفصل السادس: الأعمال الترابية
حفر الأنابيب وتمديدها-الردم واختبار جودة التنفيذ

1-6 مقدمة ١٦٥

2-6 أعمال الحفر ١٦٧

3-6 تمديد الأنابيب ٢٠٢

4-6 أنواع الوصلات ٢٠٧

5-6 الانحراف المسموح عند تركيب الأنابيب ٢٢٣

6-6 الصبات البيتونية الداعمة على أنابيب شبكات المياه المضغوطة ٢٢٤

7-6 أعمال الردم و تغطية الأنابيب ٢٢٦

8-6 فحص الضغط للخط الرئيس ٢٣٢

9-6 التجارب المطلوبة على الخطوط المضغوطة ٢٣٣

10-6 اختبارات أنابيب شبكات الصرف الصحي بعد التنفيذ ٢٤٢

الفصل السابع: طرق حماية الأنابيب
درجات عدوانية التربة والمياه الأرضية

1-7 مقدمة ٢٤٧

2-7 التآكل في الأنابيب المعدنية (الفونت والصلب) ٢٤٧

3-7 التآكل في أنابيب الخرسانة ٢٤٨

4-7 المواد المستخدمة في أعمال عزل الأنابيب ٢٤٩

5-7 الاشتراطات الواجب توافرها في تنفيذ عزل الأنابيب ٢٤٩

6-7 طرق الحماية والعزل للأنابيب ٢٤٩

الفصل الثامن: الحمولات الخارجية على الأنابيب

1-8 مقدمة ٢٦١

2-8- تصنيف الأنابيب ٢٦١

3-8 الأحمال ومقاومة الأنابيب ٢٦٢
4-8– قدرة التحمل اللازمة للمواسير ٢٦٨
5-8 الحمولة الهيدروستاتيكية ٢٧٠
6-8 حساب الأحمال الخارجية الحية W_L ٢٧٠
7-8 التحقق من عمق الردم المسموح ٢٧١
8-8 التحقق من الانحراف ٢٧١

الفصل التاسع: صيانة شبكات المياه والصرف الصحي

1-9 مقدمة ٢٧٥
2-9 كتامة الشبكة ٢٧٥
3-9–تشكل عوائق ضمن شبكة المياه والصرف ٢٧٩
4-9– مشاكل أخرى في الشبكة ٢٨٣
5-9– تنظيف وصيانة الشبكة ٢٨٤
6-9 طرق إجراء التفتيش ٢٨٧

الفصل العاشر: إصلاح شبكات المياه والصرف الصحي

1-10 مقدمة ٣٣٧
2-10 اصلاح الأنابيب المتضررة في منطقة ما ٣٣٧
الملاحق ٣٥٥

مقدمة

إن مهمة الإشراف على التنفيذ هي من أخطر المهام التي يتوقف عليها نجاح أي مشروع ويرتبط بها تحقيق عائده الاقتصادي والاجتماعي. وكما يحتاج التصميم إلى مراجعة دقيقة ومتأنية. فإن التنفيذ يحتاج إلى إشراف فني دقيق ومدقق، طبقاً للأصول والأساليب الفنية الصحيحة.

تعد أنابيب مياه الشرب والصرف الصحي من المنشآت الرئيسة والهامة للمرافق العامة، حيث تتعرض هذه الأنابيب على اختلاف أنواعها إلى إجهادات وتأثيرات متنوعة سواء الناشئة من التربة المحيطة بها طبيعية كانت أم منقولة أو الناشئة من نوعية السوائل التي تنقلها سواء كانت منقولة تحت الضغط أم منقولة بالراحة.

وتختلف الأنابيب من حيث مادة صنعها من فخار مزجج أو بيتون عادي أو مسلح أو مسبق الاجهاد أو فونت أو فونت مرن أو بلاستيك أو من الألياف الزجاجية أو الإسبستوس الإسمنتي.

ولإنشاء خطوط هذه الأنابيب بكفاءة لمواجهة الظروف التي تحيط بها سواء أكانت من داخلها أم من خارجها لابد من وضع أسس للتصميم وشروط للتنفيذ لتحقيق الأهداف الفنية والاقتصادية من إنشائها.

ويتطلب الإشراف على تنفيذ شبكات الإمداد بمياه الشرب والصرف الصحي خبرة خاصة حيث تمد الشبكات في نوعيات مختلفة من التربة، وتستخدم فيها أنواع متعددة من الأنابيب. كما يتم التنفيذ أحياناً تحت منسوب المياه الجوفية مما يستلزم إلماماً كاملاً بالطرق الصحيحة لتخفيض هذا المنسوب، من دون الاضرار بالعمل نفسه أو بالمنشآت المجاورة. وقد تتقاطع خطوط الشبكة الجاري تنفيذها مع خطوط السكك الحديدية أو الاقنية والمصارف. وفي هذه الحال يجب اتخاذ

الاحتياطات اللازمة لضمان سلامة الخطوط الحديدية وأنابيب الشبكة على حد سواء.

ولا شك أن للإشراف على التنفيذ دوراً أساسياً في التخطيط، وتقديم الإرشادات الفنية الصحيحة لبعض الاعمال ذات الطبيعة الخاصة مثل إحلال أجزاء الشبكة التي تتقادم وتجديدها، أو التي تتعرض للهبوط المفاجئ، أو التي تعجز عن استيعاب التدفقات الواردة إليها، أو تتعرض لضغوط كبيرة، لسبب أو لآخر.

وغني عن البيان، أن جودة تنفيذ شبكات المياه هي على جانب عظيم من الأهمية، إذ إنه لا يسمح بأي تسرب للمياه، مهما كان محدوداً، من الشبكة أو إليها وإلا ضاع الهدف من إنشائها، فضلاً عما يترتب على ذلك من مشاكل، ويتم التحقق من الجودة عن طريق التجارب والاختبارات التي تجرى على الخطوط بعد تركيبها.

ومع أن المنطلق هو إعداد الدراسة بشكل دقيق يطابق المواصفات والمعايير الفنية المعتمدة، إلا أن دقة التنفيذ وجودة المواد تبقى أخيراً هي المعول عليه في نجاح المشروع.

وإحساساً منا بالأهمية القصوى للإشراف على التنفيذ، فقد جاء هذا الكتاب ليقدم الإرشادات اللازمة للتنفيذ الصحيح لأجزاء الشبكة المختلفة وعناصرها المتنوعة، وتتماشى كل الإرشادات والاحتياطات التي يتضمنها الكتاب و المقاييس الدولية لتصميم الأنابيب لشبكات مياه الشرب والصرف الصحي وتنفيذها.

ونأمل أن يكون هذا الكتاب، معيناً لمستخدميه من المهندسين والفنيين في مهمتهم الحيوية، ألا وهي الإشراف على تنفيذ شبكات مياه الشرب والصرف الصحي، ليكون التنفيذ على درجة عالية من الجودة، ومستو رفيع من الأداء، مما يضمن إتمام المشروعات في مواعيدها، ويتيح سهولة تشغيلها وصيانتها فيما بعد، لتحقيق الهدف النبيل وهو الحفاظ على صحة الإنسان وحماية البيئة في سوريا الحبيبة والله الموفق.

المؤلف

الفصل التاسع
صيانة شبكات المياه والصرف الصحي

1-9 مقدمة:

تتعرض شبكات المياه والصرف الصحي خلال عملها إلى العديد من المشاكل والأعطال تتمحور بكتامة الشبكة وتشكل الرواسب والانسدادات فيها وعوامل خارجية أخرى. لذلك من الضروري تحديد ومعرفة نوع وسبب حدوث الانسداد أو العطل لأن تحديد المشكلة التي حدثت يساعد على اتخاذ القرار الصحيح نحو علاجها فهناك فرق بين ما إذا كان العلاج يستلزم غسل الشبكة وإزالة الانسداد فقط أو أن العلاج الأمثل يستلزم تغيير واستبدال الخط وتتعدد أسباب حدوث الانسدادات في الشبكة كما تتفاوت الأخطار الناجمة عنه فإذا قام المواطن برفع غطاء غرفة التفتيش بالشارع وتركها مفتوحة فإنها فضلاً عن أنها مصدر خطر للمرور والمشاة إلا أنه يمكن أن تسقط فيها حجارة أو مخلفات تتسبب في حدوث انسداد بالشبكة أو بالمناطق الحرجة بها إضافة إلى ذلك فإن ربة المنزل قد تستخدم دورة المياه لإلقاء مخلفات الأطعمة والأوراق وذلك بسبب عدم توفر الوعي اللازم لدى الجماهير.

كذلك فإن المياه الزائدة الناتجة عن ترك بعض الصنابير مفتوحة أو تالفة تحتاج إلى إصلاح تزيد من كميات مياه الصرف هذا بالإضافة إلى كميات مياه الصرف الكبيرة من الورش والمحلات والمطاعم ومحطات التشحيم وغسيل السيارات والمستشفيات.... الخ

وتجدر الإشارة إلى أن بعض الانسدادات تحدث عفوياً بدون قصد أو نية مسبقة لذلك وهذا ما يسمى بالعوامل الطبيعية مثل جذور الأشجار والنباتات والكوارث الطبيعية أو الحوادث.

2-9 كتامة الشبكة:

عدم كتامة الشبكة وتسرب المياه منها ينتج عن:

- تأكل أنابيب الشبكة ووصلاتها.
- سوء تنفيذ الشبكة ووصلاتها.

- سوء نوعية الأنابيب والوصلات المستخدمة شكل (9-1).

شكل (9-1) نتائج عدم كتامة الأنابيب

9-2-1 تسرب المياه من الشبكة ورشح المياه الجوفية إلى الشبكة:

تحصل تسربات الشبكة أساساً من الأجزاء الآتية:

- وصلات الأنابيب.
- الأنابيب نفسها.
- تقاطعات الأنابيب.
- غرف التفتيش والمنشآت الملحقة بها.

9-2-2 أسباب تسرب المياه من الشبكة:

9-2-2-1 عدم مراعاة المواصفات والتعليمات والقواعد المتبعة:

9-2-2-1-1-1 استخدام مواد بناء وملحقات غير مناسبة:

1) عدم اختيار الأنابيب والوصلات ومواد إنشاء الوصلات ومواد بناء المنشآت الملحقة بما يتناسب مع نوعية التربة أو المياه الجوفية أو المياه التي تمر ضمن الشبكة وعدم أخذ تغير مواصفات العوامل المذكورة سابقاً مع الزمن.
2) انحلال المواد العازلة في الوصلات وضياعها في التربة.
3) استخدام مواد يمكن أن تؤثر سلباً على بعضها مثل استخدام زيوت أو سائل تنظيف لتسهيل تركيب الحلقات المطاطية في الوصلات تؤدي إلى جفافها وتشققها.
4) استخدم حلقات مطاطية طرية جداً لتسهيل عملية التركيب.
5) أقطار الأنابيب المستخدمة غير دقيقة بسبب سوء الصنع بحيث يحصل فراغات خلال عملية الوصل.
6) استخدام حلقات مطاطية ووصلات بقياسات غير مناسبة للأنابيب.
7) استخدام أنابيب بيتون غير مكتملة التصلب.

9-2-2-1-2 استخدام أنابيب متضررة أو بها عيوب صنع:

1) أنابيب بيتونية معششة أو مصنعة دون رج ودك جيد.
2) أنابيب بيتونية متشققة بشكل أكبر من الحدود المسموح بها من حيث أبعاد الشقوق وكثافتها.
3) عدم وجود تماسك كافي بين البيتون وحديد التسليح في أنابيب البيتون المسلح.
4) يوجد تباينات كبيرة في أقطار الأنابيب ناتج عن سوء الصنع.
5) استخدام أنابيب تضررت خلال عمليات التصنيع أو النقل أو التنزيل والتركيب.
6) استخدام أنابيب مخرشة أو تحوي على تشققات (معدنية أو بلاستيكية).

9-2-2-1-3 إنشاء الشبكة بشكل غير فني:

1) أخطاء في تركيب الوصلات:
   - تركيب الحلقة المطاطية بشكل خاطئ.
   - عدم تنظيف طرفي الأنبوبين قبل تنفيذ الوصلة.
   - تنفيذ الوصلات في ظروف الصقيع أو الحر الشديد.
   - عدم تطابق محاور الأنابيب خلال تنفيذ الوصلات واستخدام أدوات غير مناسبة لحشر الوصلات.
   - عدم تركيب الحلقات المطاطية في مكانها المناسب وعدم تدكيك الأنابيب في منطقة الوصلة بالشكل الكافي.
2) التقاطعات غير الفنية:
   - وصل أنبوب إلى أخر عن طريق ثقبه.
     - طريقة الوصل هذه تجعل من الصعب إنشاء وصلة كتيمة يمكن أن تدوم لفترة طويلة.
     - من الممكن أن يتضرر الأنبوب الذي تم ثقبه أو يتشقق بشكل غير ملحوظ في مكان الثقب.
   - اختراق الأنبوب من أنبوب شبكة أخرى بشكل غير فني شكل (9-2).

شكل (9-2) اختراق الأنبوب من أنبوب شبكة أخرى بشكل غير فني

4-1-2-2-9 أسباب أخرى لعدم الكتامة:

- تحرك الأنابيب.
- حت الأنابيب.
- التآكل.
- تغير المقطع.
- تكسر الأنابيب أو تشققها.

3-2-9- نتائج حدوث التسربات في الشبكة:

1) رشح المياه من الشبكة:

ساد الاعتقاد لفترة طويلة أن المواد الصلبة المحتواة في مياه الصرف تقوم مع الزمن بسد شقوق شبكة الصرف وتمنع استمرار الرشح. لكن تبين أن هذا الاعتقاد خاطئ. وأن من أهم المشاكل الناتجة عن الرشح:

- تلوث المياه الجوفية بمواد ومركبات ضارة.
- تأكل أنابيب الشبكات الأخرى.
- هروب التربة مما يتسبب بهبوط الأبنية المجاورة والشوارع.
- تحرك الأنابيب مما يتسبب بتشققها أو تشوه شكلها أو كسرها.

أما رشح الماء من شبكة مياه الشرب فتؤدي لفقدان المياه ضمن التربة وعدم كفايتها للمواطن.

شكل (9-3) هبوط التربة

2) دخول المياه الجوفية إلى الشبكة:

- ارتفاع كمية المياه ضمن شبكة الصرف مع ما يرافق ذلك.
- زيادة تلوث المصادر المائية.
- زيادة نفقات تشغيل وصيانة الشبكة (محطات الضخ بشكل خاص).
- زيادة الحمل على محطات المعالجة وبالتالي زيادة الكلفة.
- انخفاض منسوب المياه الجوفية وتأثر الأبنية والمنشآت المختلفة بذلك.
- هروب التربة ضمن الشبكة وتشكل فراغات ضمن التربة تؤدي إلى هبوط الأنابيب شكل (9-3).
- دخول الجذور ضمن الأنابيب.

9-3-تشكل عوائق ضمن شبكة المياه والصرف:

تقتصر العوائق في شبكات المياه على تجمع الترسبات في أسفل الخطوط الرئيسة وتعتمد كمية الترسبات هذه على جودة مصدر المياه، والمعالجة ونوعية الأنابيب، وفي معظم الحالات يتم إزالة هذه الترسبات على نحو كاف عن طريق تنظيف الخط دورياً.

تنتج العوائق ضمن شبكة الصرف عن وجود مواد أو أجسام صلبة ضمن الأنابيب تؤدي إلى تضيق المقطع وتعيق مرور الماء كلياً أو جزئياً.

9-3-1 أسباب تشكل العوائق:

معظم الرواسب التي توجد بالشبكة تكون إما زيوت أو شحوم أو قطع قماش أو قطع خشبية أو حجارة.... الخ، كما أنه قد توجد أشياء كبيرة داخل الخطوط ذات الأقطار الكبيرة والتي قد تتسبب في حدوث مشاكل أو انسدادات مثل قطع الإسفلت – الأسياخ

الحديدية – قطع الأخشاب – فروع الأشجار – الأسلاك الشائكة...الخ ويمكن تصنيفها كما يلي:

9-3-1-1 الرواسب الناتجة عن المواد الصلبة المحمولة مع مياه الصرف:

1) يترسب جزء من هذه المواد بفعل الثقالة نتيجة انخفاض سرعة الجريان عن السرعة الدنيا المسموحة.
2) تشكل عتبة ضمن الأنبوب.
3) إذا لم تزال العتبة تعرضت لتفاعلات كيميائية تؤدي إلى تصلبها.
4) تتشكل خلفها منطقة تجمع رواسب ويزداد حجمها تدريجياً.

9-3-1-2 أسباب تشكل الرواسب:

1) استخدام قطر أكبر من اللازم.
2) وجود غاز كبريتيد الهيدروجين الناتج من مياه الصرف الصحي والذي يسبب الصدأ والتآكل في الأنابيب.
3) ميل الشبكة أقل من المطلوب.
4) خشونة السطح الداخلي للأنابيب الناتج عن سوء تنفيذها يؤدي:
   - تعلق الشعر وبقايا الأقمشة.
   - تتكاثر عليها البكتيريا مشكلة طبقة مخاطية.
   - تشكل هذه الطبقة نواة تتجمع عليها المواد ويزداد حجمها تدريجياً.
5) سوء تنفيذ الوصلات يؤدي:
   - بروز كتل من المواد المستخدمة في إنشاء الوصلات على الوجه الداخلي للوصلة.
   - تتجمع المياه خلفها وتترسب المواد الصلبة.
   - تنشأ عتبات صلبة يزداد حجمها مع الزمن.
6) تغير ميل الأنبوب بعد التنفيذ وقد تتشكل ميول عكسية:
   - هروب أو انتفاخ التربة.
   - انضغاط التربة الناتج عن كثافة حركة المرور.
7) مشاكل الترسيب في أنابيب بداية الشبكة:
   - الغزارة قليلة.

- يستخدم القطر الأدنى المسموح.

8) شبكات الصرف المشترك إذا شكلت مياه الصرف المنزلي نسبة ضئيلة من المياه المطرية خصوصاً بعد جفاف طويل.

3-1-3-9 ترسب بعض الأملاح (الكلس و الحديد) في مياه الصرف على جدران الأنابيب بفعل التفاعلات الكيميائية والحيوية في المياه:

- يؤدي لتضيق المقطع لزمن طويل.
- يمكن أن يحصل التضيق بشكل سريع إن كانت المياه الصناعية تشكل نسبة كبيرة.

2-3-9 دخول مواد وكتل كبيرة الحجم يصعب نقلها مع المياه بسبب كبر وزنها:

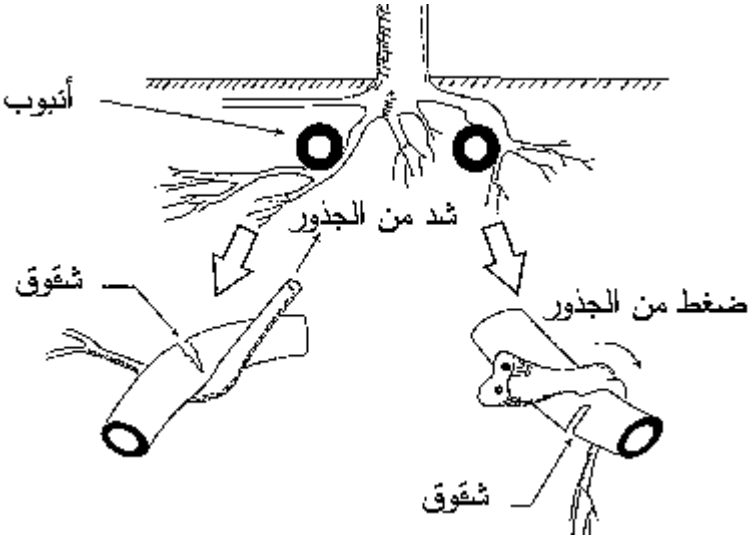
- بقايا المونة الإسمنتية والبيتون والحجارة الناتجة عن إنشاء الشبكة
- دخول مونة إسمنتية وحجارة وبقايا ناتجة عن إنشاء وترميم الأبنية المجاورة عن طريق غرف التفتيش والمصارف المطرية.
- رمي المواد كبيرة الحجم في بلاليع المطابخ أو ضمن المراحيض مثل العلب المعدنية وقطع الأخشاب وقشور وبقايا الخضار والفواكه وقطع الاقمشة.
- دخول مواد ناتجة عن رصف أو إصلاح الطرق عبر غرف التفتيش والمصارف المطرية
- التخلص من الفضلات الصلبة عن طريق رميها في غرف التفتيش والمصارف المطرية.
- يتشكل خلق الكتل منطقة يتجمع فيها الماء فترسب المواد الصلبة وتتصلب مع الزمن مشكلة عتبة يزداد حجمها تدريجياً.

3-3-9 دخول جذور الأشجار ضمن الشبكة:

التأثير السيئ لجذور الأشجار على أنابيب شبكة الصرف الصحي عند الوصلات حيث أن جذور النباتات والأشجار يمكنها الدخول إلى الأنابيب بالشبكة إما عن طريق الوصلات أو عن طريق شروخ شعرية بجسم الأنبوب شكل (9-4). تظهر في الأراضي غير الحاوية على رطوبة:

- منسوب المياه الجوفية منخفض بشكل لا يؤمن حاجة الأشجار في المياه.
- تتسرب المياه من الوصلات سيئة التنفيذ إلى التربة المحيطة.

- تتشكل منطقة عالية الرطوبة تجذب نهايات جذور الأشجار إليها.
- تدخل رؤوس الجذور الدقيقة جداً عبر شقوق الوصلات والأنابيب.
- تنمو ضمن الأنبوب إلى الحد الذي قد يؤدي إلى انسداد الأنبوب كلياً.
- تنمو عرضياً مؤدية إلى تحطم الأنبوب في منطقة الاختراق.
- يمكن أن تنتج إزاحة كاملة للأنبوب عن مكانه.
- يمكن تجنب هذه المشكلة عن طريق:
  - الاعتناء بتنفيذ وصلات الأنابيب وتأمين كتامتها بشكل جيد.
  - ترك مسافة كافية بين أنابيب الصرف ومناطق نمو الأشجار.



شكل (9-4) تأثير جذور الأشجار

9-3-4 انكسار الأنابيب نتيجة حركة المرور في الشارع:

- لم يؤخذ ذلك بالاعتبار عند التصميم وتحديد عمق الأنابيب.
- هبوط الأنابيب بسبب سوء التربة المستخدمة في الردم.
- تسرب المياه أو ارتفاع منسوب المياه الجوفية مما أدى إلى هبوط أو انتفاخ التربة.
- وجود أحجار وكتل كبيرة فوق أو تحت الأنابيب مباشرة.
- نمو كثيف للأشجار ضمن الشبكة أدى إلى كسر الأنابيب.

9-3-5 نتائج تراكم العوائق:

1) تضيق المقطع وتغير مواصفاته الهيدروليكية.

2) انسداد المقطع بشكل كامل. وفيض الشبكة ضمن الشوارع والأقبية أو عبر المفيضات.
3) زيادة كلفة صيانة وتشغيل الشبكة.
4) إنقاص كمية المياه التي تستوعبها الشبكة يؤدي إلى فيضان الشبكة بمرور غزارة أقل من التصميمية.
5) في الشبكات المشتركة تجرف مياه الأمطار خلال العواصف الغزيرة الرواسب المتجمعة خلال فترة الجفاف وتخرج عبر المفيضات مما يزيد تلوث مصادر المياه السطحية التي تصب فيها.
6) تنشأ في الرواسب ضمن الشبكات ظروف عمل لا هوائية

- تنتشر الروائح الكريهة عبر المصارف المطرية وفتحات غرف التفتيش.
- تتشكل حموض منها حمض الكبريت مما قد يؤدي لتآكل الأنابيب والمنشآت الملحقة.
- تتشكل غازات قابلة للاشتعال مثل الميتان قد تؤدي ضمن ظروف معينة إلى انفجار الشبكة.

7) تؤدي الرواسب بشكل عام إلى تخزين المياه ضمن أنابيب الشبكة فيزداد احتمال ترسبها عبر الأنابيب ويزداد احتمال تلوث المياه الجوفية.

4-9- مشاكل أخرى في الشبكة:

1. عدم استيعاب خطوط الشبكة للزيادة السكانية غير المتوقعة بالمنطقة.
2. عدم إنشاء خطوط الشبكة طبقاً للتصميم بسبب أخطاء في التنفيذ أو ضعف الإشراف على التنفيذ أو عدم كفاءة المتعهد.
3. وجود وصلات ضعيفة بين الأنابيب تتأثر بالاهتزازات الأرضية وضغط المرور وهبوط الأرض.
4. منسوب المياه الجوفية والذي قد يكون مرتفعاً والذي يتسبب في زيادة التدفقات أو انهيار الخطوط او الغرف أو الوصلات بين الأنابيب.
5. الإهمال وسوء التصرف من بعض المواطنين تجاه الشبكة حيث يعتبرها البعض الوعاء الذي يمكن التخلص فيه من المخلفات والمهملات مثل (الحجارة –الرمال–القمامة.... الخ). كما ان بعض متعهدي رصف الطرق قد يتسبب في إلقاء المخلفات الناتجة عن

الرصف القديم في غرف التفتيش ووجود أي مشكلة في هذه الغرف يؤدي إلى إعاقة جريان المياه ويسمح بالترسيب داخل الشبكة.

6. القيام بعمل توصيلة منزلية جديدة بوساطة الأفراد.
7. مشاكل ناتجة عن قدم الشبكة أو الإهمال في صيانتها الدورية مدة طويلة.
8. حدوث طوارئ بمواقع الشبكة (مثل الانهيارات – الزلازل – الحرائق – الانفجارات – الهبوط المفاجئ بالمنطقة).
9 عدم الاحتفاظ بشكاوي المواطنين في سجلات تتضمن تاريخ ومكان حدوث الانسداد وأسبابه مما يجعل خطة التطهير عديمة الفاعلية.
10. تصريف مياه تحتوي على تركيز عالٍ من الدهون والشحوم والمواد المعلقة إلى شبكة المجاري

9-5- تنظيف وصيانة الشبكة:

لكي تقوم خطوط شبكات المياه والصرف الصحي بوظيفتها بكفاءة عالية يجب تنظيفها بطريقة دورية من بعض الرواسب التي تتراكم ومن بعض المواد التي تعلق بجدار الأنبوب الداخلي حيث أن هذه الرواسب إن لم يتم إزالتها تقلل من قطاعات الأنابيب وتحد من قدرتها على حمل التدفق التصميمي المقدر لها ولإجراء صيانة جديدة لابد من معرفة مواقع الشبكة واتجاهات سير المخلفات السائلة فيها وكذلك توفير المعدات اللازمة لهذه الصيانة.

9-5-1 أهمية تطهير وصيانة الشبكات:

الهدف من تطهير وصيانة الشبكات هو منع حدوث طفح من الشبكة إلى الشوارع أو إلى داخل المنازل وهذا يعني الحفاظ على الشبكة نظيفة وتقليل فرص حدوث انسداد بها إلى الحد الأدنى وتتمثل أهداف التطهير والصيانة للشبكات فيما يأتي:

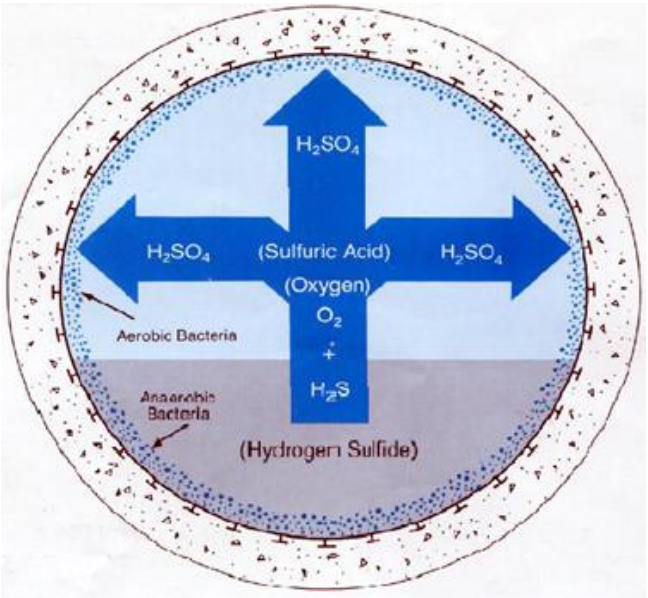
1. الحفاظ على استمرارية عمل الشبكة وضمان توصيل مياه الشرب إلى المنازل ومياه الصرف الصحي من المنازل إلى محطات الرفع ومحطات المعالجة.
2. منع حدوث أي رواسب بالشبكة أو أي طفوحات بالشوارع نتيجة الانسداد.
3. التفتيش على أجزاء الشبكة بصفة دورية.
4. تلقي شكاوي المواطنين وسرعة الاستجابة لها.

5. الحفاظ على الشبكة نفسها وإطالة عمرها الافتراضي.

6. المردود البيئي على الصحة العامة.

9-5-2 الأضرار البيئية الناجمة عن المشاكل في شبكة الصرف

- ينتج عن المشاكل في شبكات مياه الصرف أضرار فادحة، منها تخريب أساسات الطرقات والمباني وحدوث تصدعات بسبب تسربات مياه الصرف، أو تلوث المياه الجوفية، وقد تتلوث مياه شبكة الإمداد العامة عندما يكون في شبكة الإمداد عيوب ويطبق تقنين للمياه.
- إن تجمع الأوساخ والرواسب في أنابيب شبكة المجاري بسبب ضعف ميلها أو حصول هبوطات فيها، يمكن أن يؤدي في حال وجود شوارد الكبريتات إلى حصول تحلل لاهوائي ينتج عنه غاز كبريت الهيدروجين الذي سيسبب مع الوقت تآكل السطح العلوي للأنابيب البيتونية شكل (9-5).



شكل (9-5) تشكل غاز كبريت الهيدروجين الذي يسبب تآكل السطح العلوي للأنابيب البيتونية

9-5-3 الطرق المختلفة لصيانة شبكات المياه والصرف الصحي:

يمكن تقسيم أعمال الصيانة إلى قسمين:

صيانة وقائية وصيانة إصلاحية. وعموماً كلما ارتفعت نسبة الصيانة الوقائية انخفضت الحاجة للصيانة الإصلاحية.

إن التوازن بين هذين النوعين من الصيانة ضروري للمحافظة على الشبكات في تأدية عملها بالشكل المتكامل وبأقل تكلفة وإزعاج للمواطنين.

9-5-3-1 الصيانة الوقائية:

تتضمن الصيانة الوقائية برنامجاً للتفتيش على الشبكة بشكل دوري (مرة في السنة على الأقل إلى أربع مرات في المناطق التي تكون فيها انحدارات الأنابيب منخفضة) وتحليلاً للمعلومات بخصوص المناطق التي تكثر فيها الأعطال وتشمل هذه النوعية من الصيانة شطف دوري للأنابيب والغرف وتنظيفها وإجراء الإصلاحات اللازمة.

9-5-3-2 الصيانة الإصلاحية:

هي عبارة عن الصيانة الضرورية والمستعجلة استجابة لطلب أو شكوى أو أي عطل مفاجئ يتطلب المعالجة والإصلاح. بمعنى آخر هي عبارة عن إصلاح شيء ما يتعطل بشكل مفاجئ. ومن أمثلة ذلك اهتراء في أحد الأنابيب، انسداد في الأنابيب بسبب الترسبات المتراكمة، وفيضان المياه الصحية أو طفحها بسبب زيادة في التدفق أو ترسب مياه الأمطار.

9-5-4 أعمال التفتيش الدوري وطرق إجرائها:

قبل القيام بعمليات الصيانة والتفتيش لابد من توفر المعلومات الآتية:

1- مخطط تفصيلي للشبكة كما نفذت يحتوي على:
   - مواقع الأنابيب وأقطارها وميولها.
   - مواقع غرف التفتيش ومناسيبها.

2- معلومات وافية عن نوعية الأنابيب المستخدمة.

3- مواقع المنشآت الملحقة إن وجدت ومعلومات كاملة عنها
   - يوضع مخطط لأعمال الصيانة الدورية.
   - يتضمن مخطط زمني للأعمال الضرورية.

تشمل أعمال الصيانة:

1- تنظيف غرف التفتيش من الرواسب والمواد الصلبة المتوقفة ضمنها.
2- تنظيف البلاليع المطرية.

3- مكافحة الحشرات والقوارض برش المبيدات تحت إشراف تخصصي لعدم التسبب بالتلوث.

6-9 طرق إجراء التفتيش:

1-6-9 التفتيش بالنظر:

هذه الطريقة تنقسم إلى تفتيش سطحي وتفتيش داخلي للأنابيب.

إن التفتيش السطحي يتضمن النظر والكشف على أسطح الشوارع لتحديد الأماكن المنخفضة أو المغطاة بالماء وكذلك الشقوق الأرضية في مسار الأنابيب والأضرار الحاصلة في غرف التفتيش وأغطيتها.

أما التفتيش الداخلي للأنابيب الكبيرة فيتطلب السير في داخلها لتفقد حالتها وذلك في الفترات التي يكون التدفق فيها قليلاً. في هذه الحالة يجب الانتباه الشديد لأخذ احتياطات السلامة.

أما بالنسبة للأنابيب الصغيرة فيمكن تفتيشها بوساطة النظر من خلال الأنبوب بالاستعانة بمصباح يدوي وذلك أيضاً خلال أوقات التدفق الأدنى.

تتم عند إجراء عملية التفتيش على مسار الشبكة للتأكد من حسن أدائها يتم تسجيل الملاحظات التي يمكن مشاهدتها على سبيل المثال:

4- وجود هبوط واضح في الطريق فوق مسار شبكة مباشرة يدل على احتمال وجود تسرب ناتج عن كسر أدى إلى هبوط التربة تحت الطريق.

5- انطلاق رائحة قوية مزعجة من غرف التفتيش والبلاليع المطرية يدل على وجود رواسب في الأنابيب حول غرفة التفتيش أو البالوعة.

6- وجود تأكل واضح على جدران وأرضية غرفة التفتيش دليل على احتمال تعرض الأنابيب المجاورة أيضا للتأكل.

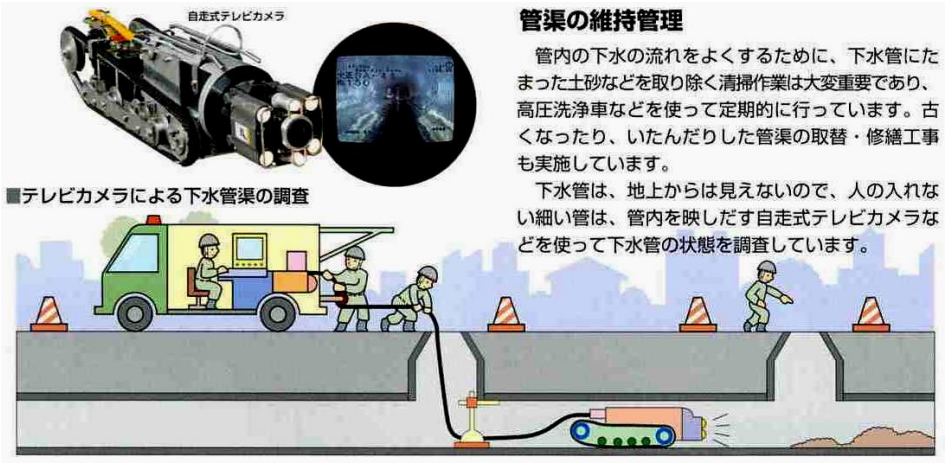
2-6-9 الفحص بوساطة الحقن بالدخان:

يمكن استعمال هذه الطريقة قبل المراقبة التلفزيونية وذلك بحقن الدخان داخل الأنابيب من خلال غرفة التفتيش بوساطة منفاخ خاص، يجري الفحص من خلال مراقبة أماكن تهريب الدخان وتدوينها ومن ثم يمكن إدخال الكاميرا التلفزيونية لتحديد الأعطال ثم إصلاحها.

3-6-9 المراقبة التلفزيونية:

الهدف من ذلك هو فحص هذه الخطوط بوساطة استخدام كاميرات تلفزيونية تعرض على شاشة خارجية أمام المشغل حالة الخطوط من الداخل ومعرفة ما هو مطلوب عمله لهذه الخطوط بعد أن تتم مشاهدتها على الشاشة.

إن طريقة التفتيش والمراقبة بوساطة الشبكات التلفزيونية المغلقة أحدث طريقة وأنجحها لتحديد طبيعة الأعطال والأضرار داخل الأنابيب شكل (9-6). ولزيادة الاحتفاظ بتقارير دائمة عن طبيعة هذه الأعطال والأضرار يمكن تسجيل الصورة على شريط فيديو.



شكل (9-6) المراقبة التلفزيونية

إن عملية الكشف على الخطوط وفحصها بوساطة استخدام الدوائر التلفزيونية المغلقة لخطوط الشبكة تمكنا من أن نرى ما لم يكن من الممكن رؤيته من قبل داخل الخطوط حيث يمكن أن نرى ماهي العيوب داخل الخطوط وحال هذه الخطوط وتحديد ما يجب عمله نحو استبدال أو إصلاح الخطوط في الموقع المحدد.

وإذا ما تم مقارنة الوضع قبل استخدام الدوائر التلفزيونية وبعدها نجد أن:

قبل استخدام الدوائر التلفزيونية لم يكن متاحاً معرفة سبب حدوث المشاكل المتكررة في الخطوط رغم عمل الصيانة اللازمة المستمرة وما يعنيه هذا من تكاليف. كذلك كان يتم إحلال وتجديد للخطوط واستبدالها من دون معرفة السبب أو موقع المشكلة في الخطوط، ينتج عن ذلك تكلفة كبيرة جداً.

ولكن بعد الاستخدام أصبح ممكناً تحديد موقع المشكلة بالضبط وحالتها وماهي المشكلة وما مدى الاحتياج لاستبدال جزء من الخط أو إجراء علاج لهذا الجزء ودراسة الحلول المختلفة المناسبة لحل المشكلة.

معظم الشركات والهيئات المسؤولة عن الصرف الصحي في العالم تستخدم الدوائر التلفزيونية المغلقة سواء لفحص خطوطها سواء كانت تملك هذه الأجهزة أم عن طريق مقاول أو شركات متخصصة خاصة لإجراء الفحص التلفزيوني لخطوط الشبكة.

إن حجم الشبكة وأطوالها وأقطارها ليس له تأثير على مدى أهمية استخدام الفحص التلفزيوني أو تكلفته حيث يتم الفحص فقط للمناطق التي توجد بها مشاكل أو طلب معرفة معلومات عن حالة الشبكة في هذه المنطقة أو هذا الخط بسبب تكرر حدوث مشاكل فيه.

إن نظام الدارة التلفزيونية المغلقة CCTV يحدد بشكل دقيق جداً حالة الخطوط (هبوطات، وجود كسور، انسداد الأنابيب بالفضلات أو بجذور الأشجار)، ويحدد موقع المشكلة وبعد الموقع عن أقرب غرفة تفتيش، ويوجد مراقب يشاهد الصور المنقولة على شاشة، كما في الشكل. ويمكن للكاميرا أن تتحرك داخل خط جاف على عربات ذات عجلات أو داخل خط فيه ماء بوساطة قارب صغير حامل للكاميرا يسمح لها بالبقاء فوق مستوى المياه، ويتم إنزال الكاميرا في غرفة التفتيش عند بداية الخط، ويمكن التحكم بحركة العربة نحو الأمام أو الخلف أو الوقوف مع وجود إنارة كاشفة أمام العدسة، إذ مع تحريك عدسات الكاميرا (بزاوية دوران تصل حتى 360 درجة) يمكن معاينة وفحص جميع الأجزاء الداخلية ومحيط مقطع الأنبوب. وقد يتم دفع العربة داخل الخط بوساطة قضيب تحكم مرن يصل طوله حتى 400 متر طولي، ملتف على دولاب، وأثناء تقدم الكاميرا المحمولة على العربة داخل الخط تبث صوراً واضحة عن حالة جدران الأنبوب وجريان الماء فيه.

ان استخدام الاجهزة الخاصة بالكشف التلفزيوني يتطلب وجود مشغلين متخصصين أكفاء في استخدام هذه الأجهزة ومعرفة طريقة التشغيل ومكونات الجهاز وأجزاءه المختلفة وكيفية عمله.

وصارت أنظمة الفحص التلفزيونية متوفرة بأشكال ومقاسات مختلفة، بعضها صغير يمكن أن يدفعه عامل واحد في الأنابيب الصغيرة قطر 100 مم، وبعضها الآخر

كبير ومتطور موجود داخل عربة مغلقة، تقدم تقارير خطية وأفلام تصوير لما شاهدته الكاميرا كما في الشكل (9-7).

شكل (9-7) أنوع مختلفة للكميرات التلفزيونية

ويمكن تلخيص هدف استخدام المراقبة التلفزيونية في النقاط الآتية:

1- فحص حال خط الصرف الصحي وتحديد موقع وجود أي مشاكل به سواء في وصلات الأنابيب أو حدوث هبوط فيها أو شروخ أو عدم استقامة للخطوط أو وجود عوائق داخل الخط مثل جذور الأشجار.

2- البحث عن أي انهيارات أو كسور حدثت لخط الصرف الصحي نتيجة للحفر بالشارع لأي خدمات أخرى مثل تمديد خطوط جديدة للهاتف أو الكهرباء أو صيانة الطريق.

3- التفتيش عن الوصلات المنزلية غير الشرعية أو وصلات المصانع وخلافه.

4- تحديد مواقع مياه الرشح ومصدرها وكميتها إلى داخل الخطوط.

5- فحص تأثير استخدام عمال الصيانة في إزالة الانسداد ومدى فعاليته وتقدير ذلك.

بعد الانتهاء من عملية الكشف التلفزيوني يمكن تحديد المطلوب عمله بالآتي:

1- إذا كانت الخطوط جديدة وجاري استلامها من المقاول فإنه يتم تكليفه بما يتم هو مطلوب لتلافي المشكلة.

2- معرفة وتحديد أي وصلات منزلية –غير شرعية – وفي هذه الحال يتم مطالبة المالك بالرسوم المقررة عن طريق الادارة المختصة.

3- تحديد أولوية أعمال الصيانة حسب برنامج الصيانة الشهري.

4- تحديد مواقع العيوب بالخطوط لإجراء الاصلاحات اللازمة أو استبدال الخطوط بالمنطقة المحددة أو علاج الخط.

5- معرفة نوع العوائق داخل الخط وموقعها لاستخدام نوع المعدة المناسبة لإزاله هذه العوائق ضمن برنامج الصيانة.

1-3-6-9 سجلات مواقع الخطوط وغرف التفتيش:

يؤدي عدم وجود سجلات لمواقع الابار والخطوط بشبكة الصرف الصحي إلى عدم وضوح وعدم فعالية برنامج الصيانة الدورية بالإضافة إلى عدم معرفة موقع شكوى الجمهور من وجود طفح في الشوارع أو انسداد بالشبكة ونتناول فيما يأتي كيفية التسجيل والترقيم.

1) التسجيل والترقيم:

يتم تسجيل البيانات والمعلومات التي يتم الحصول عليها من الطبيعة مرتبة وتنسق بحيث تكون بيانات كل وحدة مجمعة معاً ويتم هذا التسجيل داخل النماذج التي يتم اعدادها لهذا الغرض. أما بالنسبة للترقيم فيستلزم الأمر اختيار الرقم المناسب لكل منطقة وقطاع مختلفاً عن الآخر ولكن يجب أن يكون موحداً لكل القطاعات ويشمل الآتي:

- رقماً أو حرفاً للقطاع.
- رقماً أو حرفاً للإدارة.
- رقماً للصيانة.
- رقماً للحي (الموجودة فيه الشبكة).
- رقماً للشارع الرئيس (اخط الرئيسي).
- رقماً للشارع الفرعي الموجود فيه غرفة التفتيش.
- رقماً مسلسلاً لغرف التفتيش.

وهذا الترقيم يعتبر كرمز يسهل تسجيله وحفظه ويمكن إدخاله على الكمبيوتر بعد ذلك للحفظ. كما يمكن عمل قاعدة بيانات خاصة بخطوط وغرف الشبكة.

2) اعداد النماذج:

المطلوب هو اعداد نموذج فيه فراغات للمعلومات المطلوبة والتي يقوم فريق القياس بجمعها ويمكن اعداد نموذج مبسط كالاتي:

- التاريخ – اليوم – السنة – الساعة.
- اسم الفرقة التي قامت بالقياس أو المسؤول.
- الموقع – المنطقة – الحي.
- اسم الشارع أو (موقع الشارع بين شارع....وشارع.....)
- طول الشارع –طول الخط.
- قطر الخط.
- عدد غرف التفتيش في الشارع.
- أقطار الخطوط المتقاطعة مع هذا الخط التي تصب فيه وعددها.
- عمق الغرف من سطح الأرض.
- قطر الغرفة.
- بعد الغرفة عن أماكن ثابتة ومحددة.
- موقع العلامات على الشارع المميزة لموقع الغرفة.

هذا ويمكن إعداد عدة نماذج بدلاً من نموذج واحد وذلك بتقسيم النموذج السابق إلى عدة نماذج أحدها يختص بالبيانات العامة عن الخطوط ومواقعها، والآخر يوضح ما يخص غرف التفتيش.

3) المعدات والأدوات والعمالة:

يلاحظ أن هناك تقدم تكنولوجياً مستمراً في تطور أنواع المعدات وأجهزة الكشف التلفزيوني بغرض تسهيل الكشف وتقليل الكلفة.

a) المعدات والاجزاء اللازمة للتلفزيون:

هناك معدات وأجزاء رئيسة هي:

- كاميرا تصوير تلفزيوني.
- إضاءة للكاميرا.
- كابل كهرباء للتوصيل للفيديو.

- شاشة تلفزيون.
- وحدة تحكم في الفيديو والتلفزيون.
- مصدر كهرباء نقال.
- حامل للكاميرا.
- ونش لشد الكاميرا.
- ونش لإرجاع الكاميرا.
- جهاز قياس موقع الكاميرا.
- بكر توجيه لمسار الكاميرا بالخطوط.
- وسيلة اتصال بين الآبار (تلفون–لاسلكي).
- كابل لربط قاعدة الكاميرا بين الغرفتين.

هذا ويوجد بعض الأدوات ليست ضرورية ولكنها توفر الوقت وتعمل على حماية المعدات وهذه الأدوات هي:

- جهاز فيديو لتسجيل ما يعرض على الشاشة.
- مؤشر لقراءة المسافات على جهاز الفيديو.
- سيارة لحمل المعدات والأجهزة بها.
- كاميرا فورية لأخذ صور فورية من الشاشة.
- معدات الأمن الصناعي حول الغرف وأدواته.

b) العمالة:

في معظم الأحوال يكون عدد العمال المطلوبين ثلاثة واحد لتشغيل الاجهزة واثنان لوضع الكاميرا داخل الخطوط:

1– مشغل الأجهزة:

يعتبر قائد الفريق والذي سيقوم بمراقبة الشاشة وتشغيل الكاميرا وبدء التصوير والتحكم في سير الكاميرا داخل الخط. ويجب أن يكون لديه الخبرة الكافية السابقة في عمليات الفحص والكشف داخل الخطوط وكذلك تحديد ومعرفة الحالة داخل الخط ومعرفة عوائق أو أعطال الأجهزة.

2- اثنان لوضع الكاميرا داخل الخطوط:

يساعدوا في عملية فتح الغرف ووضع داخل الغرف وتشغيل الونش الخاص بكابل الكاميرا ومراقبة الونش في عمله في الدخول والخروج. كما يلاحظ أن يوجد شخص آخر عند الغرفة التالية لمراقبة وصول الكاميرا أو تشغيل الونش الخلفي. كما يتطلب الأمر وجود أشخاص معاونين في حالة استخدام وسائل الأمن الصناعي.

4) طريقة التشغيل:

إن استخدام دائرة التلفزيون المغلقة يكون بين غرفتين متتاليتين لأي خط من خطوط شبكة الصرف الصحي ويكون دائما من الغرفة العليا إلى الغرفة السفلى في اتجاه تيار جريان مياه الصرف الصحي وتحريك الكاميرا في هذا الاتجاه إلى الغرفة التالية فان أي رواسب موجودة بالخط لن تمنع تحرك الكاميرا.

في بعض الأحيان يمكن استخدام الكاميرا في الاتجاه العكسي خصوصاً في الشبكة الجديدة أو في حالات الشبكة ذات التدفقات القليلة.

وطريقة التشغيل بالتفصيل من اتباع تعليمات المورد للكاميرا التلفزيونية هي حسب النقاط التالية:

1. اتبع تعليمات الأمن الصناعي بالنسبة إلى المرور وبالنسبة إلى فتح الغرف والدخول إليها.
2. تمرير سلك كابل بين الغرفتين بوساطة أحد المعدات المستخدمة لتنظيف الخط لربط الكاميرا من الجهتين من الغرفتين.
3. تركيب ونش لسحب الكابل على الغرفتين للشد والسحب.
4. إعداد وتركيب طريقة الاتصال بين المشغلين عند كل غرفة سواء كانت جهاز تلفون داخلي أو استخدام جهاز لاسلكي أو إشارات بينهم ويتم اختيار وسيلة الاتصال قبل التشغيل والتأكد من عملها.
5. تشغيل مصدر الكهرباء ويتم اختيار 220 فولط وتردد 50 هرتز مع التأكد من ذلك من عداد التشغيل للمولد الكهربائي ويتم التحكم فيه بوساطة المفاتيح الخاصة به.

6. بعد تشغيل مصدر الكهرباء يتم توصيل الكابلات للتغذية بالكهرباء للكاميرا وكذلك لمصدر الضوء المثبت أعلى الكاميرا والشاشة والفيديو واختبار وصول الكهرباء لهم والتحقق من ذلك بفتح مفتاح التشغيل لكل منهم.
7. يقوم فريق العمل بضبط حامل الكاميرا لكي يكون مناسباً للخط الذي سيتم الكشف عليه وكلك ضبط العدسات الخاصة بالكاميرا ليكون وضع الكاميرا في منتصف محور الأنبوب أو أقرب ما يكون لها وعند بدء دخولها إلى داخل الأنبوب يتم ربط الكابل الأمامي والخلفي.
8. يتم إزالة غطاء فتحة الكاميرا الأمامي (غطاء العدسة) ويراعى عملية الحماية اللازمة للعدسة حيث ان بعض العدسات حساسة من السيليكون والتي قد تتأثر من أشعة الشمس المباشرة او الضوء الباهر ويجب حماية العدسة من هذه الأشعة المباشرة.
9. يتم توصيل كابل الكاميرا قبل بدء الحركة وكابل الشاشة والفيديو وفتح المفاتيح الخاصة بذلك وتأكد أن العدادات الخاصة تقرأ صفر.
10. بعد ظهور الصورة على الشاشة يلزم عمل تعديل بالعدسة لضبطها للتحكم في المسافات حسب قطر الأنبوب (بعض الكاميرات بها عدسات توجيه اتوماتيكية للمسافات يتم التحكم به بوساطة مفتاح يتم تشغيله بعد دخول الكاميرا الخط) بعض الكاميرات لها عدسات مختلفة بزوايا متعددة من 33 درجة، 52 درجة، 64 درجة، 90 درجة (يراعى قراءة التعليمات الخاصة بالعدسة).
11. تأكد من أن الإضاءة فوق الكاميرا تعمل جيدا بل وضعها داخل الخط وتأكد من جميع التوصيلات وألا يكون هناك أي سلك ظاهر (غير مغلف). بعد اختبار الاضاءة يتم قفل الاضاءة مباشرة حتى لا يتولد عنها حرارة لان مصباح الاضاءة ترتفع درجة حرارته سريعاً
12. يتم وضع الكاميرا داخل الغرفة والتي سيبدأ من عندها الفحص التلفزيوني للخط مع مراعاة عدم شد الكابلات المتصلة بها.
13. يتم تجهيز الونش في الغرفة الأخرى والكابل المربوط به الكاميرا في الجهة الأخرى ويراعى أن يمر الكابل على البكر الموجود بالغرفتين حتى لا تسبب حافة الغرفة في قطع الكابل في أي وقت.

14. يقوم أحد العاملين بالنزول إلى الغرفة الأولى بعد أخذ كافة احتياطات الأمن الصناعي من اختبار الغازات والملابس الواقية وخلافه وذلك بغرض إدخال الكاميرا داخل الخط. في بعض الحالات يمكن أن يتم إدخال الكاميرا داخل الخط بدون نزول أي شخص إلى الغرفة وذلك عن طريق كوع انزلاق خاص لهذا الغرض.
15. يقوم العامل داخل الغرفة بإدخال الكاميرا داخل الخط والتأكد مرة ثانية من أن جميع الكابلات متصلة بالكاميرا وكذلك كبل الإضاءة كما يقوم بنزع غطاء العدسة ويعطي إشارة إلى المشغل بأعلى الغرفة لإرخاء الكبل المتصل بالكاميرا كما يعطي إشارة إلى المشغل الآخر بالغرفة التالية ببدء سحب الكاميرا بالكبل المركب بالونش لمسافة قصيرة ثم يعطي له الإشارة بالتوقف حتى تكون كل الكابلات مشدودة ومركبة بشكل جيد وتكون الكاميرا داخل بداية الخط.

عند هذه اللحظة يقوم المشغل الرئيسي للكاميرا والتلفزيون ببدء التشغيل مع مراعاة عدم لمس الأسلاك والكاميرا إلا بعد فصل التيار كما لا يتم التشغيل إلا بعد خروج العامل من داخل الغرفة إلى الخارج.

16. بعد خروج العامل من الغرفة يقوم المشغل عند جهاز التحكم بالتشغيل وضبط الجهاز والشاشة وتسجيل ويرى ما إذا كانت الصورة التي أمامه ظاهرة ومقبولة قبل بدء تحريك الكاميرا داخل الخط. إذا ما كان كل شيء مضبوطاً يعطي إشارة للعاملين الموجودين معه بان كل شيء جاهز لبدء الحركة وبدء التصوير.
17. يلاحظ المشغل قراءة العدادات الخاصة بقياس المسافة من بداية الغرفة الأولى وضبط العدادات وتسجيل القراءة للمسافة (يمكن تركيب عدادات خاصة لقياس المسافات داخل الغرفة أيضاً) وتؤخذ القراءة ويبلغ بها مشغل الكاميرا لتسجيلها.
18. تعطي إشارة الى المشغل بالغرفة التالية لبدء سحب الكاميرا (يتم الاتفاق على اشارات معينة بينهم لهذا الغرض مثل (استمر في السحب – اسحب ببطء – قف – سيتم السحب بالعكس لمسافة محددة – سيتم السحب بالكامل للخلف).
19. هناك قاعدتان هامتان جدا يجب مراعاتهما أثناء التشغيل:

- أثناء حركة الكاميرا داخل الخط يجب على المشغل عدم التوقف عن مراقبة الشاشة والتصوير داخل الخط لأنه في حال وجود أي عوائق تؤثر على الكاميرا

يجب التوقف حتى لا تتسبب في حدوث أعطال أو أضرار للكاميرا. وكذلك يجب التوقف تماماً في حال فقد رؤية الصورة على الشاشة وفي حالة عدم إمكانية رجوع الصورة مرة أخرى يجب سحب الكاميرا من الخط.

- في حال فقد الاتصال مع المشغل الذي يسحب الكاميرا يجب التوقف فورا وإعطاء إشارة بصوت عالي إلى هذا المشغل للتوقف.

20. في حال ما إذا شعر المشغل الذي يسحب الكاميرا بأن هناك صعوبة في السحب يجب التوقف وإخطار المشغل على الكاميرا وذلك لكي يتأكد من سلامة التركيب فيتم سحب الكاميرا في الاتجاه العكسي لمسافة بسيطة لكي يتم معرفة السبب الذي يعرقل عملية السحب وإذا وجد أن هناك أي سبب يجب تجنبه يجب سحب الكاميرا للخلف وإخراجها من الخط وإذا كان الخط مكسور بالكامل ولن تستطيع الكاميرا المرور يحدد الموقع وتسحب الكاميرا.

في حالة قطع الكابل الذي يمسك الكاميرا وعدم إمكانية خروجها من الخط يلزم الحفر على الخط وإخراج الكاميرا.

21. يجب تركيب عداد عند الغرفة الأولى لقراءة المسافات (يحدد مسافة تحرك الحبل) وهذا العداد مهم جداً حيث يجب أن يمر الكابل من خلاله طول الوقت ويراعى أو يؤخذ في الاعتبار المسافات التي سيتم إرجاع الكاميرا فيها إلى الخلف.

22. يتم تسجيل كل البيانات داخل النماذج المعدة لهذا الغرض.

5) التسجيل:

إن أعمال الكشف التلفزيوني على خطوط الشبكة يجب أن تسجل والمشغل على جهاز الكشف يقوم بتحديد ما هو مطلوب تسجيله أو تصويره ويجب ان تتوقف عملية الكشف أثناء قيام المشغل بعملية التسجيل لأنه سوف يكون مشغول بالكتابة ولن ينظر الى الشاشة.

هذا ويتم تصميم النموذج حسب الحاجة لإدخال المعلومات والتي قد تشمل على سبيل المثال: اسم الإدارة–التاريخ–الموقع–رقم غرفة التفتيش–نوع وقطر الأنبوب–رقم الخط ورقم الغرفة–اسم المشغل وأي معلومات أخرى تكون مفيدة.

1. المعلومات الاخرى والملاحظات التي يراعى تسجيلها أثناء التصوير☹تم وضع رموز داخل الاقواس للاختصار).
   - مواقع وجود رواسب (ب)
   - وجود تجمعات شحوم أو زيت(ش)
   - وجود شروخ في الخط(خ)
   - تسرب مياه إلى داخل الخط وكميتها (م)
   - وجود عيوب في الميول بالخط (ل)
   - وجود عيوب بوصلات الأنابيب (ص)
   - كسور بالخط أو انهيار جزئي (ك)
   - وجود جذور أشجار (ذ)

وهكذا إن استخدام الرمز يسهل عملية التسجيل ويراعى أن يكتب رقم بجوار كل رمز يدل على المسافة وموقع ومكان الملاحظة على الخط.

2. يمكن استخدام كاميرا تصوير عادية لأخذ صورة محددة للمناطق المهمة والتي تستخدم لتدعيم النموذج وهذه المناطق هي مثلاً منطقة وجود الجذور، عدم استقامة منطقة بها كسور بالخط وهكذا. عند أخذ هذه الصور الفورية يلزم كتابة ملحوظة على ظهر الصورة عن الموقع والتاريخ وما هو ملاحظ بها.
3. يمكن استخدام فيديو للتسجيل على شرائط لكل التصوير التلفزيوني كما ان بعض الاجهزة يمكن ان تسجل في نفس الوقت صوت المشغل لوصف حال الخطوط سواء وجود أي عيوب أو خلافه وتسجيل الصوت يكون مهم في حالات استرجاع الشريط في المكتب لكن وجود نظام الكتابة على الشاشة للمسافة والتاريخ يغني عن استخدام صوت المشغل في بعض الأحيان.

في بعض الاحيان يكون تسجيل الصوت غير جيد بسبب المرور وأصوات السيارات أو أي أصوات أخرى تشوش على صوت المشغل في هذه الحال يمكن للمشغل إعادة استرجاع الشريط وتسجيل الصوت عليه مرة أخرى في مكان هادئ بوساطة كابل الصوت فقط.

يوجد بجهاز الفيديو مفتاح اختيار لثلاث وظائف هي: اختيار عرض فقط دون تسجيل أو عرض وتسجيل في نفس الوقت أو إعادة العرض بعد إرجاع الشريط فورياً. وهذا يعني ان المشغل إذا ما وجد شيئاً مهماً يمكن له ايقاف الكاميرا واختيار التسجيل واخذ الميكروفون وابداء الملحوظة اللازمة مع تحريك الكاميرا وبعد تسجيل الملحوظة يرجع مفتاح الاختيار الى إعادة العرض للتأكد من صحة الكلام مع العرض ثم يغير مفتاح الاختيار بعد ذلك الى العرض فقط ويستمر في عملية الكشف.

6) إعداد النماذج:

ان تصميم النموذج يعتمد على الاحتياجات للمعلومات المطلوب معرفتها والتي يقوم فريق القياس بجمعها عند تصوير الخطوط تلفزيونياً والنموذج المعتاد استخدامه في مثل هذه الحالات هو الموضح في الشكل الآتي:

التاريخ–اليوم–السنة–الساعة.

1. اسم الفرقة التي قامت بالقياس أو المسؤول.

نموذج الكشف التلفزيوني							
التاريخ:							
اسم القطاع:				اسم القائم بالفحص:			
اسم الادارة:				اسم وموقع الخط:			
اسم المنطقة:				اسم وموقع غرفة التفتيش الاولى:			
اسم الشارع:				اسم وموقع غرفة التفتيش الثانية:			
ترقيم	**الموقع**	**الحالة**	**ملاحظات**	**ترقيم**	**الموقع**	**الحالة**	**ملاحظات**
ملاحظات عامة ونتيجة الفحص:							

2. الموقع – المنطقة – الحي
3. اسم الشارع أو موقع الشارع.
4. طول الشارع – طول الخط.
5. قطر الخط.6. عدد غرف التفتيش.
7. أقطار الخطوط المتقاطعة مع هذا الخط والتي تصب فيه وعددها.
8. عمق الغرف عن سطح الأرض.
9. قطر الغرفة.
10. بعد الغرفة عن أماكن ثابتة ومحددة.
11. موقع العلامات على الشارع المميزة لموقع الغرفة.

7) الاحتياطات:

هناك بعض الاحتياطات التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند القيام بأعمال الكشف بوساطة الدوائر التلفزيونية المغلقة فإن المشغل الأساسي والعاملين معه يجب أن يتفهموا معا الطريقة التي سيتبعونها في الكشف وكذلك احتمال وجود بعض المخاطر أو العوائق لعملية الكشف داخل الخطوط والتي منها:

1. احتمال وجود عدم استقامة أفقية في الخط.
2. احتمال وجود عدم استقامة شاقولية في الخط.
3. احتمال زيادة منسوب المياه لتغطي أكثر من نصف العدسة بالكاميرا وعدم رؤية العوائق.
4. احتمال عدم وضوح الرؤية وعدم وضوح الصورة نتيجة وجود زيوت أو شحوم على العدسة.
5. احتمال وجود جذور أشجار متشعبة كثيرة داخل الخط أو وجود أجزاء من أنبوب مكسور.
6. احتمال انقلاب الكاميرا.
7. احتمال عدم وضوح واهتزاز الصورة فجأة ووجود غباش على الكاميرا.
8. احتمال وجود ظلام بسبب وجود رواسب على الإضاءة فوق الكاميرا.
9. احتمال حدوث بعض الانفجارات بسبب سخونة مصباح الإضاءة وتأثيره في الغازات.

10. احتمال أن تكون أنابيب الصرف الصحي مملوءة.

ماذا نفعل في كل من الحالات العشرة السابق ذكرها؟ هذا ما سوف نوضحه في الصفحات القادمة وكيفية تجنب هذه العوائق والتغلب عليها

1. الحالة الأولى عندما تكون الأنابيب غير مستقيمة أفقياً: وتحدث عندما تكون وصلات الأنابيب متحركة إلى اليمين أو اليسار وفي هذه الحالة يدرس المشغل إمكانية مرور الكاميرا من عدمه وإذا كان هناك شك في عدم إمكانية مرورها فيمكن تحريك كابل الشد إلى اليمين واليسار حسب الوضع وذلك بتوجيه المشغل الموجود عند كابل الشد لتحريك الكابل والضغط عليه حتى يمكن تحريك الكاميرا إلى اليمين و إلى اليسار وإذا ما وجد مقاومة في التحريك إلى الأمام لا يحاول زيادة الضغط على المايل أكثر من اللازم ويجب في هذه الحال عدم الشد مرة ثانية ويتم سحب الكاميرا من الغرفة التي تم إدخالها منها ويكتب في النموذج عدم إمكانية مرور الكاميرا عند المسافة المحددة.
2. في حالة الأنابيب غير المستقيمة رأسياً يوجد حالتان:
   a) أن يكون الأنبوب مكسور والأنبوب الأمامي منخفض إلى أسفل.
   b) أن يكون الأنبوب الخلفي منخفض إلى أسفل.

   وكل حالة لها طريقة عند مرور الكاميرا بها:

- عندما يرى المشغل أن هناك انخفاضاً في الأنبوب الأمامي إلى أسفل يتم تحذير المشغل الذي يسحب كبل الكاميرا، يقلل سرعة السحب إلى أبطأ ما يكون وبخبرة المشغل يعرف ما إذا كان الانخفاض بسيطاً ويمكن للكاميرا المرور أم لا. وإذا كان هناك شك وشعر المشغل الذي يسحب أن هناك انخفاض في مستوى الكبل الساحب للكاميرا فجأة فيجب وقف عملية الشد للكاميرا ويتم تسجيل ذلك في النموذج المعد لذلك ويتم إخراج الكاميرا. وإذا ما مرت الكاميرا بهذه النقطة فلا يفكر المشغل في إرجاعها مرة أخرى وإذا ما وجد جزء آخر بالشكل نفسه ولا يمكن المرور منه والفشل في استرجاع الكاميرا مرة أخرى فيلزم الحفر على الخط وإصلاحه.
- في الحالة الثانية عندما تكون الأنبوب الخلفية منخفضة ولاحظ المشغل ذلك فيجب أخطار المشغل المسؤول عن شد الكاميرا وبخبرة المشغل سيعرف إمكانية مرورها أم

سيقرر سحب وإرجاع الكاميرا وعدم الاستمرار في الكشف ويراعى هز الكبل عدة مرات لئلا تتأثر الكاميرا بأي عائق بحروف نهاية مسدودة.

3. في حالة زيادة مياه الصرف الصحي لتغطى أكثر من نصف عدسة الكاميرا والتي لا يمكن منها رؤية أي عوائق في الأنبوب يتم اخطار المشغل على خط السحب فيتم التوقف وتؤخذ الاجراءات اللازمة لتقليل كمية مياه الصرف الصحي بالخط وذلك بعمل سدة مؤقتة حتى يمكن معاينة وفحص الخط بالكامل أو أن يؤجل الكشف لوقت آخر تكون كمية المياه في الخط قليلة (الليل مثلا) أو تستخدم بدالة في حالة التصرفات الكبيرة المستمرة (الخطوط الرئيسية)

4. عندما تكون الصورة غير واضحة نتيجة تراكم رواسب من شحوم أو زيوت على عدسة الكاميرا فهناك طرق لمحاولة إزالة هذه التراكمات:

a) إذا كانت المسافة من نقطة إنزال الكاميرا إلى هذا المكان تزيد عن ٢٠ متر فيمكن للمشغل سحب الكاميرا للخلف مسافة حتى تغمرها المياه والانتظار دقيقة ثم شدها للأمام مرة أخرى وتعاد هذه العملية عدة مرات حتى يتم إزالة هذه التراكمات. الفكرة في ذلك هو عمل موجات داخل المياه تزيل العوائق والتراكمات من أمام العدسة في النهاية ابدأ من نقطة التوقف.

b) يمكن إضافة مياه سواء من حنفية حريق أو خرطوم مياه نظيفة في الغرف السابقة وذلك بغرض زيادة كمية المياه النظيفة التي يمكن أن تغسل العدسة وتزيل الرواسب وتتبع نفس العملية السابقة بسحب الكاميرا للأمام والخلف.

c) إذا كانت الغرفة التالية ليست بعيدة فيمكن شد الكاميرا لها وإزالة هذه التراكمات ثم إرجاعها مرة أخرى إلى التي كانت عندها لاستكمال الفحص.

5. في حال وجود جذور أشجار متشعبة كثيرة داخل الخط أو أجزاء من أنابيب مكسورة فيراعى المشغل أو لا مدى إمكانية مرور الكاميرا من دون حدوث أضرار لها أو أنه يلزم سحب الكاميرا وعدم تكملة هذا الجزء وتقدير ذلك يرجع إلى خبرة المشغل ويجب في مثل هذه الحالات اتباع القاعدة الآتية:

"في حال وجود مخاطرة أو مجازفة في مرور الكاميرا داخل الخط واحتمال وقوف الكاميرا وعدم إمكانية إخراجها إلا بالحفر على الخط فيجب التوقف تماما وسحب الكاميرا

للخلف وعدم المجازفة وتكون أجهزة الكشف بالدوائر التليفزيونية قد أدت المطلوب منها عند هذا الحد".

6. عند احتمال حدوث انقلاب في الكاميرا وظهور الصورة مقلوبة على الشاشة أمام المشغل فإن تحريك الكاميرا للأمام والخلف عدة مرات سيجعلها تعود إلى الوضع العادي مرة أخرى والسبب في ذلك الانقلاب ربما يكون بعض الوصلات في الأنابيب أو وجود عائق أو رواسب مفاجئة في الخط. إذا لم تعود الكاميرا إلى وضعها الطبيعي فعلى المشغل ان يقوم بسحب وإخراج الكاميرا من أقرب نقطة.
7. عدم وضوح الصورة فجأة ووجود غباشة عليها قد يكون بسبب ارتفاع في درجة حرارة المياه نتيجة صرف مياه ساخنة أو مياه صناعية أو نتيجة بعض التفاعلات الكيميائية ينتج عنها بخار الماء يسبب عدم وضوح الرؤية وفي هذه الحال عند اكتشافها يتم تسخين أو تدفئة الكاميرا قبل دخولها إلى الخط.
8. احتمال وجود ظلام بسبب تراكم الرواسب على الاضاءة فوق الكاميرا فيجب عدم السماح بحدوث ذلك ويتم رفع الاضاءة وحمايتها من تلامس المياه لها ويمكن سحب الكاميرا لغرض تنظيف لمبة الاضاءة واعادتها مرة أخرى للعمل داخل الخط (لاحظ سخونة اللمبة نتيجة الحرارة المنبعثة عن الاضاءة وإذا ما كانت المياه الباردة تتلامس معها قد تتسبب في انفجار اللمبة واحتراقها)
9. احتمال حدوث بعض الانفجارات بسبب سخونة اللمبة وكذلك وجود غازات يجب أن تتم عملية الكشف عن وجود الغازات بصفة مستمرة ولا تستخدم الكاميرات في حالة ما تبين إن نسبة الغازات القابلة للانفجار مرتفعة عن المعدل.
10. في حالة ما إذا كانت أنابيب الصرف الصحي مملوءة واحتمال أن تغمر المياه الكاميرا فيلزم اتخاذ وسيلة لتجنب ذلك إما بعمل سدات في الخط وأما بتأجيل الكشف لحين انخفاض المنسوب في الليل أو أي طريقة أخرى.

بعد استكمال عملية الفحص والكشف التليفزيوني على الخط ماذا نفعل؟

1. عند وصول الكاميرا إلى نهاية الخط يجب على المشغل تنبيه العامل على الونش لسحب الكاميرا ببطء شديد وحذر وعند بدء ظهور الجزء المربوط بالكاميرا فيتوقف السحب وتكون المسافة في حدود 50 سم ويتم توضيح ذلك بالنموذج ثم يتم انهاء

التشغيل بغلق كل المفاتيح الخاصة بتشغيل الكاميرا والاضاءة. يجب التأكد من غلق كل المفاتيح قبل محاولة لمس الكاميرا وإخراجها من الغرفة ويجب ترك لمبة الاضاءة فترة حتى تبرد.

2. الخاص بالمسافة وقياس المسافة على الطبيعة (يجب ألا يزيد الفرق عن واحد بالمائة)، إذا ما زاد الخطأ في قراءة المسافات عن واحد بالمائة فيمكن أخذ هذه النسبة وإضافتها لكل القراءات حتى يتم توزيع الخطأ على المسافات كلها.
3. بعد التأكد من تنفيذ الخطوتين السابقتين تسحب الكاميرا الى الغرفة ثم يتم اخذ احتياطات الامن الصناعي حتى يتمكن أحد العاملين من النزول الى الغرفة لإحضار الكاميرا مع ملاحظة درجة حرارة لمبة الاضاءة من الخارج (لا تلمس اللمبة نفسها). يتم تغطية عدسة الكاميرا بالغطاء الخاص بها حتى لا تتعرض لأشعة الشمس والتي قد تؤثر عليها وفك الكابلات المتصلة بها وبعد ذلك يمكن سحب الكابلات إلى الخلف كلها مرة أخرى واحد بعد الآخر مع ملاحظة تغطية طرف الكابل في كل حال. يجب تنظيف كل المعدات (الكاميرا والعدسة والكابلات وأسلاك الونش وخلافه) كما يجب لف وضغط الكابلات حتى يمكن استخدامها بسهولة مرة أخرى.

يبين الشكل (9-8) مراحل استخدام الكاميرا لفحص الشبكات.

Site Location −1

Installation Truck −2

.See Snake push Camera was used −4

.Installation Crew in action −3

.Small Air-Compressor with Air Plug −6

The CCTV Camera's Monitor −5

The Installation Sewer Plug −8

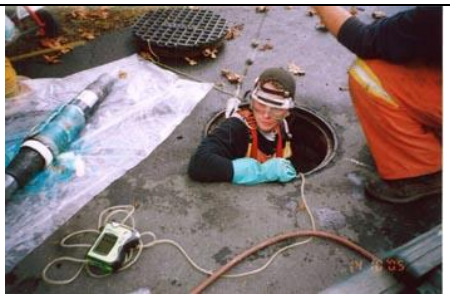
Testing the gas level −7

See Snake CCTV Insertion −10

See Snake CCTV preparation −9

Sleeve Prepa ration −11

.Sleeve Grouting with Copper Sulfate −12



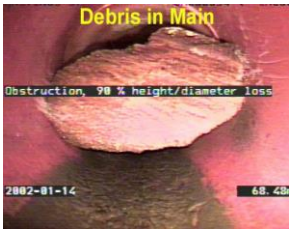
.Installation Preparation −13

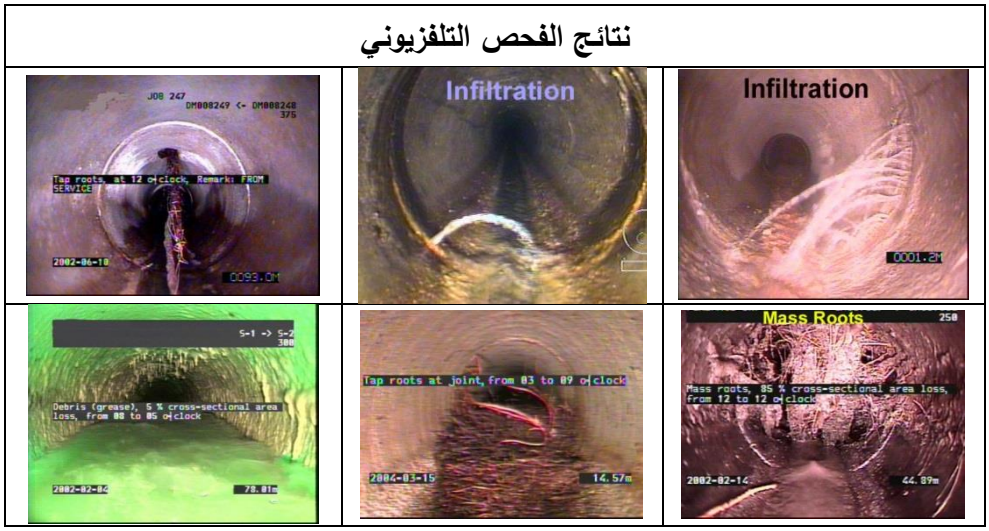
..Lowering the Sleeve to the Manhole −14

الشكل (9-8) مراحل استخدام الكاميرا لفحص الشبكات

كما تبين الأشكال (9-10) نتائج الفحص التلفزيوني لحالات مختلفة من الأضرار.

نتائج الفحص التلفزيوني





الشكل (9-10) نتائج الفحص التلفزيوني لحالات مختلفة من الأضرار

9-7 تنظيف الشبكة:

بعد دراسة أهم أسباب الانسداد لأنابيب شبكة الصرف الصحي يجب وضع طرق تنظيف تلائم كل نوع من أنواع الانسداد. لكيلا نتعرض لأي مشكلة تكّون عائق لعملية التنظيف. ويجب معرفة طبيعة المنطقة أو الشارع الذي يوجد تحته الأنبوب الذي تعرض للانسداد لمعرفة الوقت اللازم للقيام بعملية التنظيف. فمثلاً قد يكون الشارع محور رئيسي في المنطقة وفيه ازدحام للسيارات. فيجب معرفة الوقت اللازم الذي يجب تنظيف شبكة الأنابيب فيه.

9-7-1 أهداف تنظيف الشبكة:

- التخلص من الرواسب ضمن أعمال صيانة دورية.
- إزالة الانسدادات التي قد تنتج ضمن الشبكة.
- يمكن أن يشكل تنظيف الشبكة جزءا من عمل متكامل يقصد منه ترميم أجزاء معينة من الشبكة.
- يتم خلال التنظيف تحطيم العتبات التي تشكل الرواسب ومن ثم تحريكها إلى أقرب غرفة تفتيش بهدف إخراجها من الشبكة.

9-7-2 العوامل المؤثرة على كلفة التنظيف:

تتعلق كلفة التنظيف ب:

- بنوع وحجم العوائق المتشكلة.

- درجة التنظيف المطلوبة.
- طريقة التنظيف المختارة.

3-7-9 الأمور الواجب مراعاتها عند اختيار طريقة التنظيف:

- إمكانية دخول الشبكة.
- عمق الأنابيب.
- شكل وأبعاد مقطع الأنبوب المراد تنظيفه.
- نوع مادة الأنبوب وحالته الإنشائية.
- حالة الطقس.
- كثافة حركة المرور في الشارع الحاوي على الأنبوب المراد تنظيفه.

8-9 تحديد الحلول للانسدادات واختيار المعدات المناسبة للتنظيف:

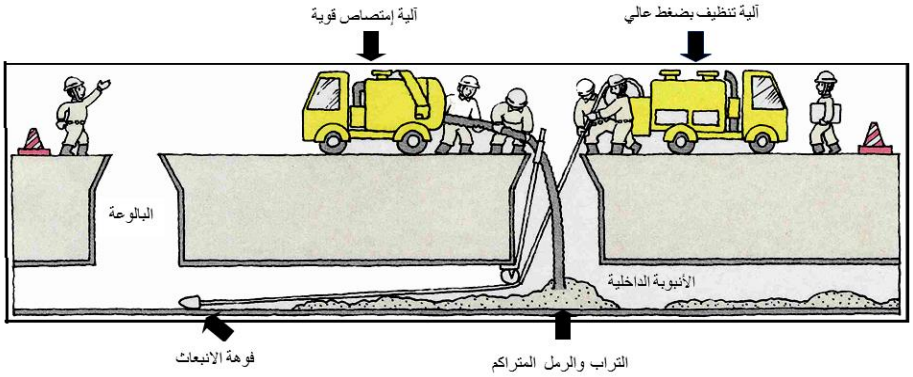
ما هو الحل لانسداد وطفح مياه الصرف الصحي بالشبكة وما هي المعدات المناسبة التي تستخدم؟

يتمثل الحل في اختيار المعدة والطريقة المناسبة التي سوف تستخدم لفتح الانسداد وتنظيف الخط ونستعرض فيما يلي أنواع الطرق والمعدات المستخدمة ومزايا كل نوع وحدود استخداماته وهذه الأنواع هي:

1-8-9 الغسيل والتنظيف:

1-1-8-9 الغسيل باستعمال خرطوم المياه:

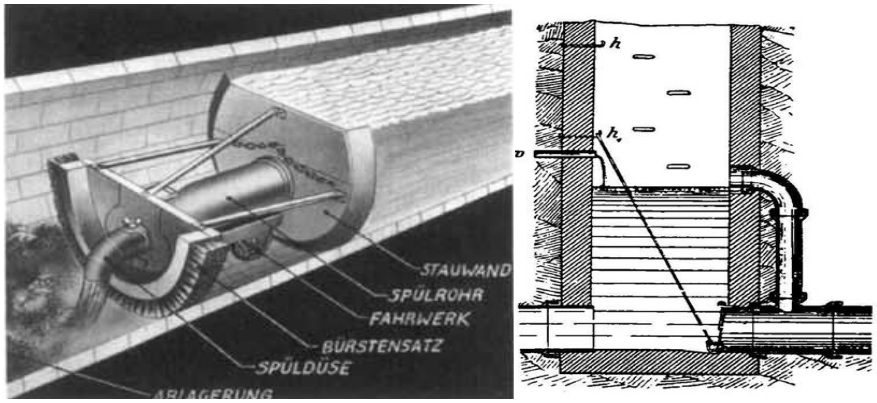
المعدات: الشكل (9-11) خزان مياه بمضخة دفع للمياه– خراطيم



الشكل (9-11) مكونات وآلية عمل آلة الغسيل

يتم اتباع الخطوات التالية عند تنظيف الشبكة بالغسيل الشكل (9-12):

- يتم سد بداية الأنبوب المراد تنظيفه عن طريق غرفة التفتيش في بداية الأنبوب
- ثم تملأ مياه الصرف الأنبوب السابق وترتفع ضمن غرفة التفتيش ويمكن استخدام مياه نظيفة لهذا الغرض
- تزال السدة بشكل مفاجئ فتتشكل موجة مياه تجرف أمامها الرواسب والعوائق التي لم تتصلب بعد وتنقلها معها عبر الشبكة
- يمكن أيضاً استخدام صفائح معدنية تقوم بتشكيل السدة المطلوبة وتجرفها المياه المتجمعة معها دافعة الرواسب أمامها ويخرج تيار مياه أمامها يساعد في إثارة الرواسب وتحريكها.



الشكل (9-12) تنظيف الشبكة بالغسيل

ويتعلق مردود الطريقة هذه بعدة عوامل أهمها:

– نوع وكمية العوائق.

– ارتفاع وكمية المياه المخزنة.
– ميل الأنبوب.

المحاسن:

تستخدم لإزالة المواد العضوية وتوليد ضغط مياه لدفع وغسل الرواسب البسيطة في الخطوط. **المساوئ:**

تشكل منطقة تخزين للمياه خلف السدادة قد تمتد لمسافات طويلة ضمن الشبكة وهذا قد يؤدي إلى تشكيل رواسب إضافية أو خروج المياه من المفيضات.

حدود الاستعمال:

تجعل الرواسب تتحرك من نقطة إلى أخرى ولكنها ليست طريقة أساسية لعملية إزالة الانسدادات.

2-1-8-9 خنـزيـرة الأنابيب:

تعريفها: هي معدة هندسية (ذات تصميم هندسي) يوافق الأنبوب الذي ستسري خلاله .. حيث يجب أن يكون قطرها الخارجي أصغر من قطر الأنبوب الداخلي بقليل. تنتقل داخل الأنابيب.

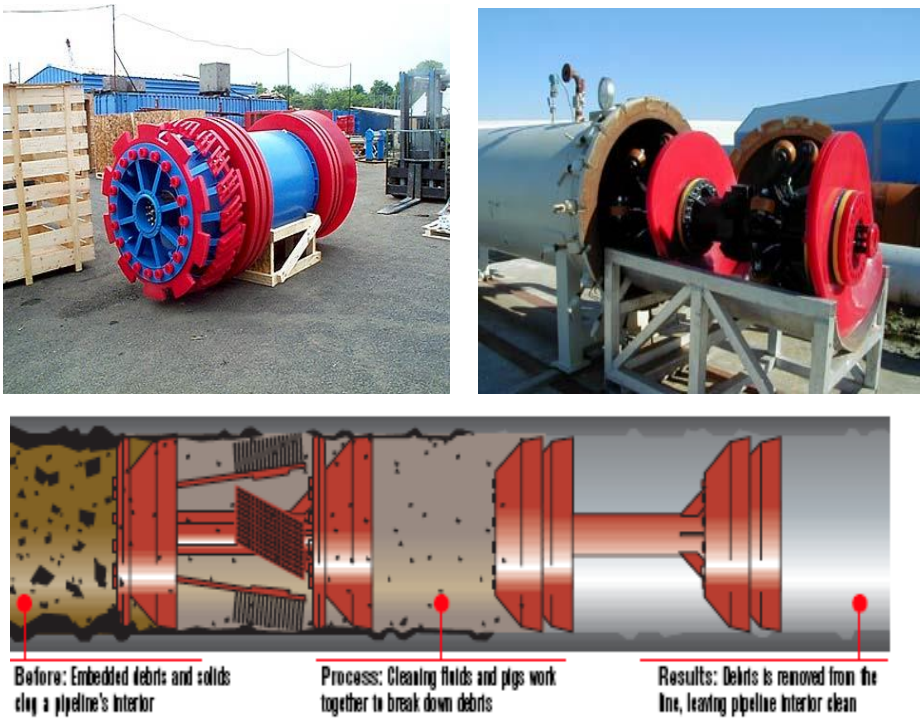
حيث يتم إدخال هذه المعدة – غالباً - في الأنابيب التي تنقل السوائل وخاصة السوائل التي فيها مواد قابلة للترسب.

ويتم إدخالها من طرف الأنبوب الأول حتى تصل إلى طرفه الثاني.

كيفية انتقالها: تنتقل هذه المعدة بوساطة ضغط وتدفق جريان السوائل في الأنابيب. إذن تعتمد سرعتها على سرعة تدفق السوائل داخل الأنابيب ما لم يتم التحكم بها لاسلكياً.

وظيفتها: تعمل خنزيرة الأنابيب على

- التنظيف : تنظيف الأنابيب من العوالق والترسبات الشكل (9-13).
- الفحص الداخلي: فحص السطوح الداخلية للأنابيب.. من التآكل الكيميائي أو التآكل الميكانيكي، ولابد وأن تكون مجهزة إما بـ كاميرا، ماسح ضوئي، فيديو .. أو جميع الأجهزة السابقة. حيث تقوم بتصوير حي ومسجل لرحلتها داخل الأنبوب، كما تلتقط الصور أوتوماتيكياً عند وجود التآكل والترسبات.



الشكل (9-13) تنظيف الشبكة بخنزيرة الأنابيب

ملاحظة

- الخنزيرة التي تستعمل في التنظيف فقط تصنع من المطاط.. الشكل (9-14)

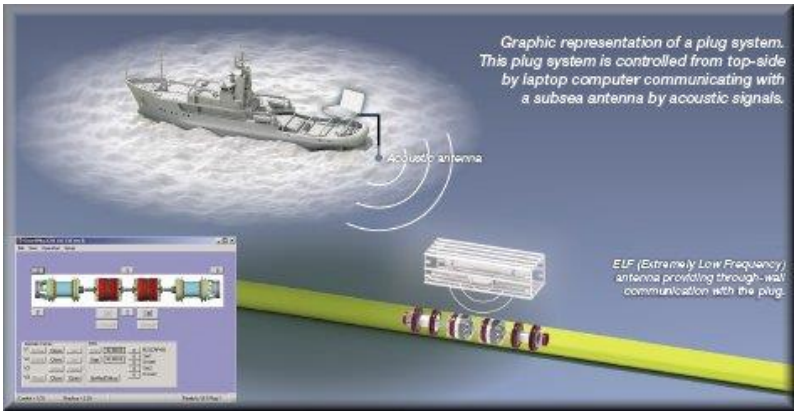
الشكل (9-14) خنزيرة الأنابيب المطاطية

- يتم تصنيع هذه المعدة بأقطار مختلفة .. ويعتمد ذلك على قطر الأنبوب الذي ستجري بداخله الخنزيرة المستخدمة في الفحص الداخلي، الشكل (9-15) خروج الرواسب مع خروج الخنزيرة.

الشكل (9-15) خروج الرواسب

- بعض هذه المعدات يتم التحكم بها أوتوماتيكيا بوساطة الموجات اللاسلكية.

مثال: إذا ما كانت تجري في أنبوب تحت سطح ماء البحر .. يتم التحكم بها من على سطح مركب أو سفينة، الشكل (9-16).



الشكل (9-16) التحكم بالخنزيرة لاسلكياً

يتم إدخال الخنزيرة باستخدام:

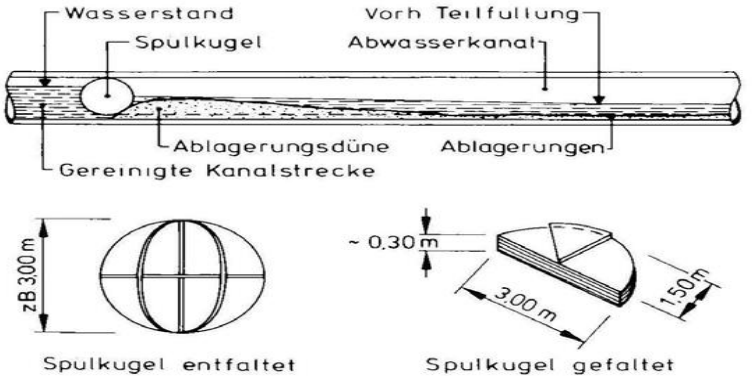
- اليد .. فقط.
- باستخدام أدوات تنظيف.
- باستخدام تجهيزات خاصة.

الشكل (9-17) طرق إدخال الخنزيرة

3-1-8-9 الغسيل والتنظيف باستخدام كرة معدنية

يمكن أن يتم الغسيل بإدخال كرة معدنية مصنعة من صفائح معدنية دائرية متراكبة ضمن الشبكة الشكل (9-18) وتتم عملية التنظيف كما يلي:

- تختزن المياه خلف الكرة.
- تدفعها المياه المتجمعة ضمن الأنبوب مسببة خلخلة الرواسب وتحريكها.
- يوضع في نهاية الأنبوب المراد تنظيفه جهاز خاص لالتقاط الكرة وإخراجها.
- توضع الكرة في بداية الأنبوب التالي وهكذا.
- يمكن ربط الكرة بكابل وتركها تتدحرج من بداية الأنبوب حتى نهايته.
- تسحب الكرة باستخدام الكابل لإخراجها من نفس غرفة التفتيش.
- هذه الحركة تؤدي لخلخلة إضافية للرواسب.



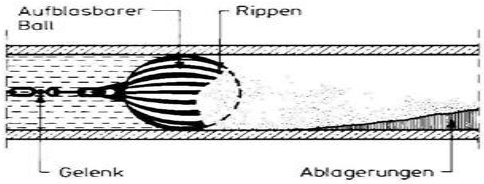
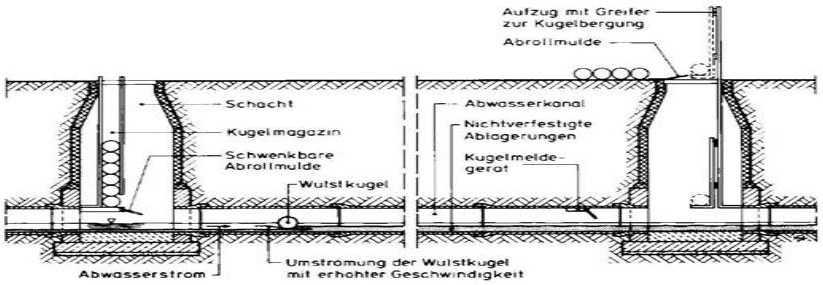


Bild 6-4
Seilgeführte Spülkugel [6-15]



الشكل (9-18) التنظيف بالكرة

9-1-8-4 العمالة اليدوية

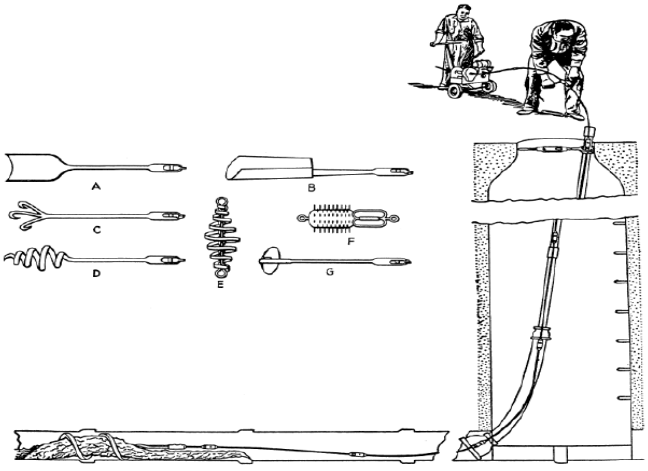
تستخدم هذه الطرق للأنابيب ذات الأقطار الكبيرة والتي يمكن أن يدخل إليها العمال للتنظيف بالطرق اليدوية عن طريق معدات يدوية خاصة لهذه العمليات.

حيث يقوم العمال بقطع جذور الأشجار من الأنابيب وكسر وإزالة الرواسب المتصلبة وفي هذه الطرق لا بد من الحذر الشديد والتقييد بشروط السلامة على عمال التنظيف للوقاية من التلوث كونهم بتماس مباشر مع مياه الصرف. ومن هذه الشروط الواجب إتباعها للسلامة:

- جزمات مطاطية.
- كفوف مطاطية.
- التأكد من عدم وجود غازات سامة مثل CO_2 - H2S ومن تركيز الأوكسجين قبل الدخول إلى أنابيب الشبكة الشكل (9-19).

وتستخدم هذه الطريقة أدوات خاصة لتكسير الرواسب المتصلبة وتحريكها ثم إخراجها خارج الشبكة، تدخل الأدوات من غرفة التفتيش وتجر أو تدفع لتخرج من غرفة التفتيش التالية وتوجد أشكال مختلفة من الأدوات تناسب نوع المقطع وقطره وشكل الرواسب الموجودة الشكل (9-19).

الشكل (9-19) العمالة اليدوية



الشكل (9-20) أدوات التنظيف اليدوي

2-8-9 السيارة النافوري(منظف المجاري ذو السرعة العالية):

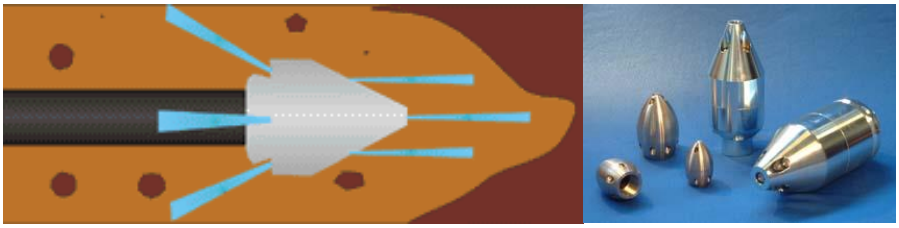
تقوم معدات التسليك النافوري بدفع المياه بسرعة تدفق عالية تؤدي إلى تنظيف خط المجاري وهي وسيلة سريعة الإعداد وسهلة التشغيل ولها قدرة كافية على التنظيف بفاعلية.

وينحصر المطلوب فقط بإدخال نصلة أو رأس مخصص ومركب في أول خرطوم المياه إلى داخل الأنبوب المطلوب تسليكه لمسافة متر واحد في عكس اتجاه التيار وتستخدم السيارة النافوري لتحريك ودفع وإزالة الرواسب من طين ورمل وحجر وشحم من داخل الأنابيب من داخل الأنابيب التي لا يزيد قطرها عن 300 م.

تتكون وحدة التسليك من خزان المياه وعادة تكون سعته حوالي 6 متراً مكعباً ومضخة مياه ضغط مرتفع وتدفق لا يقل عن 170 ليتر/دقيقة ويتم تجهيز السيارة ببكرة تدار هيدوليكياً يمكنها أن تستوعب خرطوم يصل طوله إلى 150-300 متر ويتم تركيب نصلات التسليك في نهايته وتتواجد النصلات بأشكال وأبعاد تناسب قطر الأنبوب وشكل المقطع ونوع العوائق الموجودة ضمنه الشكل (9-21).

الشكل (9-21) السيارة النافوري

خروج المياه بضغط عال يدفع رأس الخرطوم المتصل به ضمن أنبوب الصرف بقوة مؤدياً إلى تحطيم العوائق الموجودة أمامه والنصلات برؤوسها الدوارة تقوم بحركة لولبية خلال تقدمها تخلق السرعات العالية التي تتدفق بها المياه لتقوم بعملية التسليك الشكل (9-22).



الشكل (9-22) أشكال النصلات

وعند دفع النصلة في خط المجاري في اتجاه عكس التيار يتم دفع المياه بسرعة تدفق عالية من خلال ثقوب النافورات الخلفية الموزعة على مؤخرة النصلة على زوايا من 15 إلى 35 درجة على محور النصلة بحيث يكون اتجاه الثقوب الخلفية مع التيار.

وللثقوب الخلفية وظيفة مزدوجة حيث أنها أساساً تؤدي إلى دفع النصلة لتتقدم داخل المجاري في عكس اتجاه التيار ثم عند سحب الخرطوم مع النصلة تقوم بعملية التنظيف بالتيار السريع والقوي للمياه المندفعة من خلال ثقوب النافورات الخلفية كاسحة أمامها جميع المخلفات نحو غرفة التفتيش التي يتم التشغيل منها. تركب في غرفة التفتيش التالية مضخة سحب تقوم بضخ المياه مع المواد التي تحملها إلى سيارة صهريج تنقلها إلى مكان التخلص منها (محطة المعالجة على الأغلب).

طريقة التشغيل:

1) يتم ملئ خزان المياه أولاً ثم توضع السيارة على غرفة التفتيش المطلوب التسليك منها في عكس اتجاه جريان مياه الصرف الصحي بحيث تكون بكرة لف الخرطوم فوق غرفة التفتيش المفتوحة مباشرة ويتم تركيب الرأس المناسب بنهاية الخرطوم.
2) يتم ادارة المحرك وتشغيل مضخة الضغط العالي.
3) يتم إنزال الخرطوم مع الرأس داخل غرفة التفتيش مع التوجيه في عكس اتجاه التيار وذلك عن طريق استخدام صمام ادارة البكرة إلى أن يستقر الخرطوم داخل الأنبوب لمسافة متر من غرفة التفتيش مع ترك زيادة مناسبة من الخرطوم داخل غرفة التفتيش الشكل (9-23).
4) يتم فتح سكر الامداد بالمياه وتشغيل مضخة مياه الضغط العالي إلى ضغط التشغيل المحدد مما يؤدي إلى سرعة تدفق كافية للمياه تدفع النصلة خلال الأنبوب وخلال المحاولة الاولى يجب عدم السماح لخرطوم النافوري بالتقدم لمسافة أكبر من 15 م

داخل الخط وعند تباطؤه أو توقف الخرطوم عن التقدم فيتم سحب الخرطوم ببطء ولفه على البكرة إلى أن يصل النافوري لجدار غرفة التفتيش وبملاحظة كمية الرواسب التي جذبها النافوري عند سحبه يمكن معرفة مقدار كل من المسافة والسرعة المطلوبتين لدفع النافوري في عكس اتجاه الجريان.

5) يتم تكرار العملية السابقة أكثر من مرة حتى يتم الوصول إلى غرفة التفتيش التالية في عكس اتجاه التيار ويتم التأكد من نظافة الأنبوب بين غرفتي التفتيش عندما لا تظهر أي مواد مجروفة في غرفة التفتيش الذي يعمل النافوري منها.

6) عندما تتراكم المواد المجروفة داخل غرفة التفتيش والمحجوزة خلف مصيدة الرمال يتم ايقاف مضخة مياه الضغط العالي وسحب الخرطوم من داخل غرفة التفتيش ورفع المخلفات إلى خارج غرفة التفتيش باستخدام سيارة الكباش أو التطهير اليدوي.

الشكل (9-23) تقدم النصلة ضمن الأنبوب

برنامج الصيانة الدورية للمجاري باستخدام السيارة النافوري:

تمكن السرعة العالية للتطهير باستخدام المياه ذات الضغط العالي من القيام بعمل برنامج للصيانة الدورية لشبكة المجاري للحصول على أعلى كفاءة للأنابيب ولتقليل انسدادها.

وتبدأ عملية التطهير في نهاية الأفرع الرئيسية ويتم إزالة الرواسب فور تجميعها في غرفة التفتيش بوساطة التطهير اليدوي أو باستخدام الكباش الهيدروليكي.

ويتم استعمال نصلة ذات ثقوب خلفية مائلة 15 درجة على محور النصلة وذات ثقب أمامي في تطهير الخطوط التي يكون الترسيب بها خفيفاً حيث أنها تعطي قوة دفع كبيرة وسرعة كبيرة أما إذا كان الترسيب كبيراً فيتم استعمال نصلة ذات ثقوب خلفية مائلة 35 درجة على محور النصلة وذات ثقب أمامي.

تسليك الانسدادات:

في حال وجود انسداد في الخط يتم إنزال الخرطوم في المطبق ويبدأ التسليك إلى أعلى في عكس اتجاه التيار مع استعمال نصلة ذات ثقوب خلفية مائلة 15 أو 35 درجة وثقب أمامي.

قبل البدء في أعمال التسليك يجب التأكد من أن خط المجاري في اتجاه الجريان يتمكن من استيعاب الزيادة المتوقعة في كمية المياه المستخدمة في عملية التسليك بالإضافة إلى الكمية المحتجزة خلف السد والتي سوف تمر في الخط بعد ازالة السد.

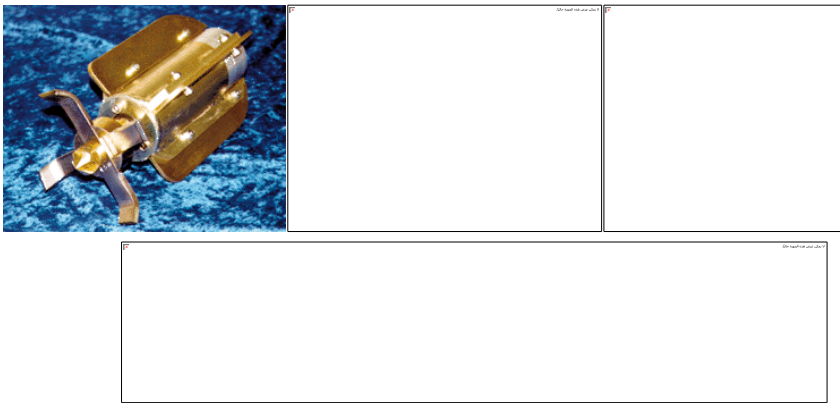
تطهير خطوط المجاري ذات الرواسب الكبيرة:

من الافضل في حال خطوط المجاري الكبيرة التي يترسب بها كمية كبيرة من الرواسب إجراء عملية التطهير على عدة مراحل.

في البداية يتم إدخال النصلة إلى مسافة تقدر بحوالي 10-15 م يتم سحب النصلة ببطء حتى غرفة التفتيش يتم إدخال النصلة حوالي 20-30 م وهكذا حتى نصل إلى غرفة التفتيش التالية في عكس اتجاه التيار وعندما تتوقف النصلة عن دفع الرواسب الى غرفة التفتيش يصبح الخط نظيفاً وتم تطهيره.

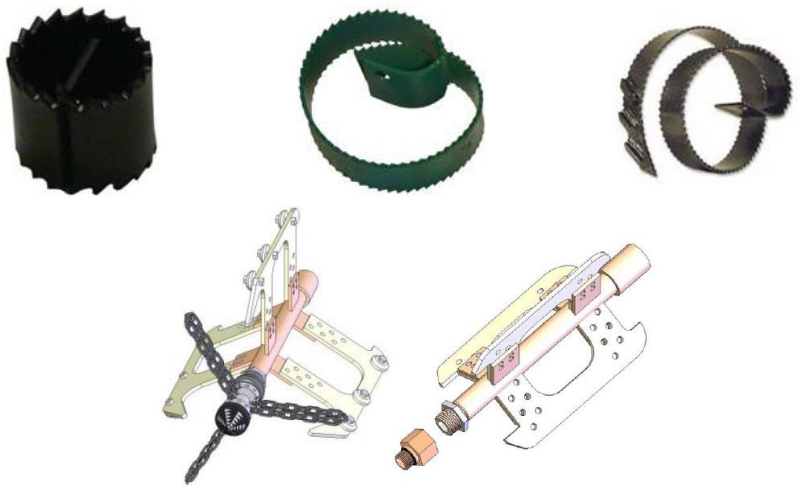
أنواع النصلات:

1. نصلة 15 درجة ذات خمس ثقوب خلفية وثقب أمامي وتستخدم في حالة رواسب خفيفة.
2. نصلة 35 درجة ذات خمس ثقوب خلفية وثقوب أمامية وتستخدم في حالة رواسب ثقيلة متراكمة أو مواد دهنية ورمال.
3. نصلة 45 درجة ذات ستة ثقوب خلفية فقط وتستخدم عندما تكون الرواسب متوسطة وفي حالة وجود مواد بترولية من شحوم وزيوت ومواد دهنية متجمعة وتحتوي.
4. نصلات لقطع جذور الأشجار الشكل (9-24).



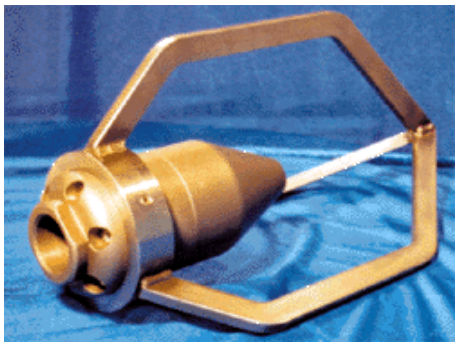
الشكل (9-24) نصلات قطع الأشجار

5. نصلات خارقة لمواد صلبة الشكل (9-25).



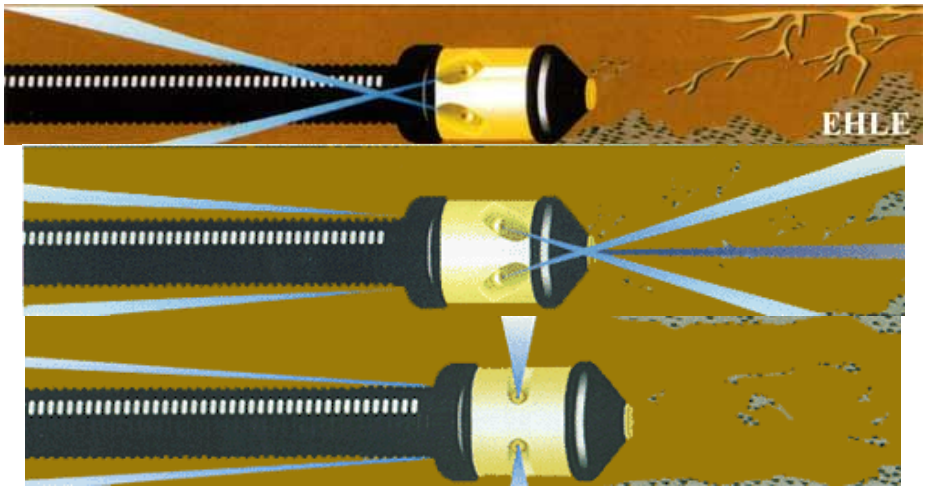
الشكل (9-25) نصلات خارقة لمواد صلبة

6. نصلات تستخدم في حالة رواسب متراكمة من الرمال الشكل (9-26).



الشكل (9-26)

7. نصلات دوامية ذات مقدرة مضاعفة للتنظيف الشكل (9-27)



الشكل (9-27) نصلات دوامية

المحاسن:

ذات كفاءة في تنظيف الخطوط الصغيرة ذات الميول البسيطة أو ذات كميات رواسب بسيطة وتزيل الشحوم والرمال والبحص وهي ذات تأثير في تكسير المواد الصلبة الموجودة بالخطوط وغسل الخطوط وغرف التفتيش من أي شوائب أو رواسب.

المساوئ:

من مساوئ هذه الطريقة إمكانية إيذاء الأنبوب والتسبب بتشققه أو كسره بسبب استخدام النصلات إذا استعملت بطريقة خاطئة من قبل طاقم عمال غير مدرب مع استعمال رأس تنظيف وضغط غير مناسبين لنوع الأنبوب والرواسب.

حدود الاستخدام:

ذات تأثير محدود في الخطوط ذات الأقطار الكبيرة الأكبر من 600٠مم.

3-8-9 سيارة الشفط:

تعمل على تنظيف الأنابيب وتطهيرها من الرواسب والمخلفات وتعمل بالفاكيوم الشكل (9-28).

الشكل (9-28) سيارة الشفط

وهذا يعني التخلص من الفضلات مباشرة وشفطها إلى خزان الرواسب ومن ثم يتم نقل هذه الرواسب إلى أماكن التخلص منها.

الشكل (9-29) خزان سيارة الشفط

4-8-9 السيارة المزدوجة:

تم تصميم هذه المعدة لتعمل كسيارة نافوري لإزالة الرواسب والرمال من داخل خطوط الصرف الصحي وإزالة السدود وفي نفس الوقت تعمل على شفطها إلى خزان الرواسب دون الحاجة إلى استخدام العمالة اليدوية مع انجاز الأعمال بسرعة فائقة تفوق العمل بالسيارة النافوري والعمالة بأربع مرات الشكل (9-30).

ولذلك يجب أن يتم تشغيل وصيانة هذه المعدة بعناية فائقة لضمان أطول عمر ممكن لها وزيادة كفاءة التشغيل والحصول على الاستفادة القصوى في إنجاز أعمال التطهير.

الشكل (9-30) السيارة المزدوجة

1-8 مكونات السيارة:

1. هيكل السيارة.
2. نظام تفريغ الهواء.

3. خزان الرواسب.
4. خرطوم السحب.
5. نظام الضغط العالي للمياه.
6. خزانات مياه.
7. نظام بكرة خرطوم الضغط العالي.
8. الملحقات.

2-8 نظرية تشغيل السيارة المزدوجة:

تجهز هذه السيارة بمضخة مياه ذات ضغط عالي لتفتت العوائق والسدود وغسيل جدران الأنبوب من الداخل وجرف هذه المخلفات والرمال والمواد الغريبة لغرفة التفتيش التالية لتقوم وحدة الشفط بسحبها ونقلها خلال أنابيب ألومونيوم قطر 200مم الى داخل خزان الرواسب بوساطة إزاحة الهواء وتفريغ الخزان دون الحاجة إلى نزول العاملين لتطهيرها يدوياً.

وتتميز السيارة بوجود مضخة مياه ذات ضغط عالي لها القدرة على توليد مطرقة ترددية تستطيع اختراق الرواسب وتوجيه خرطوم المياه مع الفونيه أو النصلة إلى السدود والعوائق داخل الشبكة حيث يؤدي الضغط وكمية التدفقات إلى تكسيرها وتفتيتها ومن ثم دفعها في اتجاه خرطوم سحب الرواسب.

ويعتمد سحب الرواسب على نظام نقل الهواء ويعني ذلك أن هذا النظام قادر على دفع كمية من الهواء من خلال مكوناته وأن سرعة وحجم كمية هذا الهواء هي التي تحدد كمية الرواسب المسحوبة إلى خزان الرواسب. والنوع المستخدم في هذا النظام هو ضاغط الهواء الطارد المركزي ويقوم هذا النظام بالدوران حول محوره مسبباً شفط الهواء داخله وطرده إلى الخارج ويعتمد التصميم السليم لهذا النظام على توجيه الهواء الداخل لمركز المروحة أي في منتصفها ثم يتخلل بعد ذلك الريش ويخرج من محيطها الخارجي وتسبب حركة إزاحة الهواء خارج غلاف المروحة إلى دخول الهواء من منتصفها وذلك من خلال موجهات مائلة وتسبب الحركة الدورانية لهذه المروحة في توليد الهواء واندفاعه خارج المنطقة ويتميز نظام المراوح بإمكانية التعامل مع الرواسب من المخلفات الخفيفة كأوراق الشجر والحصى حتى المخلفات الثقيلة من المواد المترسبة و الحجارة والرمال.

بدء التشغيل:

لبدء عملية التشغيل نتبع الخطوات التالية:

1- ملئ خزانات المياه وذلك من مصدر المياه لضمان نقاوتها متل حنفية الحريق وذلك بفتح الحنفية لطرد جزء من المياه لضمان نقاوتها ثم تركيب الخرطوم الخاص بالمليء وفتح حنفية الحريق حتى يتم المليء ثم غلقها ورفع الخرطوم.

2- يتم وضع السيارة في المكان المناسب لغرفة التفتيش ليكون الخرطوم في فتحة الغرفة بحيث يكون دخول الخرطوم للأنبوب عكس جريان المياه.

3- التأكد من تعشيق فرامل اليد.

4- يتم تعشيق المضخة الهيدروليكية لتشغيل نظام الهيدروليكي لإمكانية تحريك بكرة الخرطوم وكذلك تحريك العمود الحامل لأنابيب الشفط.

5- يتم تعشيق السرعة المناسبة لتشغيل الفاكيوم.

6- يتم فتح غرفة التفتيش المقابل للغرفة المراد العمل فيه.

7- يتم تركيب كوع من البلاستيك لحماية خرطوم الضغط العالي ثم يتم تنزيل خرطوم مياه الضغط العالي الى غرفة التفتيش ووضعه على مسافة متر قبل تشغيل المياه وذلك بعد تركيب الفونيه أو النصلة المناسبة.

8- يتم تركيب أنابيب الشفط ووضعها بغرفة التفتيش بعد التأكد من الوصلات.

9- يتم فتح مياه الضغط العالي للنافورى والدخول الى الغرفة السابقة مسافة ١٠ متر ثم إدارة البكرة لسحب الخرطوم لإزاحة الرواسب.

10- يتم تشغيل الضاغط لسحب الرواسب لخزان الرواسب.

11- يتم تشغيل مضخة طرد المياه الزائدة الى غرفة التفتيش.

12- تتكرر عملية الدخول الى الأنبوب لمسافة أكبر وحتى تصل الى غرفة التفتيش التي تليها.

13- يتم إزاحة الرواسب الى غرفة التفتيش وسحبها عن طريق أنبوب السحب الى خزان الرواسب حتى تصبح المياه الموجودة بالأنبوب نقية بدون رواسب.

14- يتم غسيل مضخة الضغط العالي ومضخة الشفط ويتم لف الخرطوم على البكرة ورفع أنابيب الشفط وذلك بعد تنظيف الأنابيب والخرطوم قبل رفعها.

15- يتم فصل دورة الهيدروليك والسحب والتوجه الى المقلب العمومي للتخلص من الرواسب.

16- يتم تشغيل الدورة الهيدروليكية وفتح باب خزان الرواسب وكذلك رفعه لقلب الرواسب.
17- يتم تشغيل مسدس الغسيل وغسل خزان الرواسب بعد التخلص من الرواسب وغسيل السيارة.
18- يتم إعادة السيارة الى مكانها في المرآب.

احتياطات الأمان عند التشغيل:

لإجراء عملية التشغيل بسهولة ويسر وبدون أي مضاعفات أو أضرار يجب اتباع الاحتياطات الآتية:

- عدم النزول تحت السيارة عندما يكون المحرك في حالة عمل.
- عدم ارتداء ملابس فضفاضة أثناء العمل حتى لا تسحبها مضخة السحب وتؤدي الى وفاة العامل.
- يجب عدم تشغيل مضخة الشفط إلا بعد إنزال الأنابيب.
- يجب عدم وضع أي أجزاء من الجسم تحت أنابيب الشفط.

5-8-9 التسليك الميكانيكي:

إن وحدات التسليك الميكانيكية ضرورية لإجراء عمليات تنظيف الأنابيب وتطهيرها من الرواسب والمخلفات وهي الاهم في تطهير الأنابيب ذات الاقطار المتوسطة والكبيرة رغم وجود سيارات النافوري التي تعمل بالضغط ووحدات الشفط التي تعمل بالفاكيوم وماكينات التسليك بالخيزران الصلب أو الكابل المزدوج وغيرها من المعدات التي تستخدم في تطهير الشبكات ذات الأقطار الكبيرة.

وتعتبر وحدات التسليك ذات الجردل أحد المعدات الآمنة الاستخدام التي تحمي العاملين من الامراض نظراً لعدم ملامسة العاملين للمخلفات الشكل (9-31).

الاهداف:

الاهداف التي نسعى اليها هي كيفية حل مشكلة الترسبات في أنابيب الصرف الصحي وإزالة الاختناقات والسدود بوساطة ماكينة التسليك الميكانيكي ذات الجردل وتحقيق أعلى كفاءة لعملية تطهير الأنابيب والمحافظة على الشبكة وإعادتها الى أقصى معدل من الكفاءة لاستيعاب التدفقات من دون الاضرار بخطوط الصرف مع مراعاة جانب الامان حيث يجب اتباع اجراءات الأمان والسلامة كافة.

الشكل (9-31) التسليك الميكانيكي

الاستخدام:

يمكن لماكينة التسليك الميكانيكي القيام بأكثر من استخدام لتطهير الشبكات على النحو الآتي:

1. تطهير الأنابيب من الرواسب والرمال العالقة بالأنبوب من الداخل.
2. إزالة أي مواد رغوية أو شحوم تؤثر في كفاءة الشبكة.
3. إزالة بعض جذور الأشجار الخفيفة.
4. إزالة الطين والأحجار واستخراجها من خطوط الصرف الصحي.
5. إزالة المخلفات الصناعية المترسبة.
6. تعمل ماكينة التسليك الميكانيكي في الأقطار الكبيرة (المجمعات) بكفاءة متميزة.
7. تتمكن ماكينة التسليك الميكانيكي من اجراء عمليات التطهير في وجود المياه سواء داخل الأنبوب أو في غرف التفتيش.
8. تعمل في تطهير الأنابيب من قطر ١٧مم فأكثر.

وتتميز ماكينة التسليك الميكانيكي بما يأتي:

1- قدرتها على العمل في الشبكات في حال ارتفاع منسوب المياه.

2- قدرتها على إزالة الرواسب والتكلسات الموجودة بباطن الأنبوب من الداخل مهما كانت أنواعها.

3- تدرج أقطار الجرادل المستخدمة بما يساعد على إتمام عملية التطهير تدريجيا وبكفاءة.
4- قدرتها على العمل في المخلفات الصناعية.
5- استمرار عمل الشبكة في أثناء التطهير.

ومن عيوبها:

1- تستغرق وقتا أطول نسبيا من أنواع التطهير الأخرى.
2- تشغل حيزاً بمنتصف الشارع أو بمواقع وجود غرف التفتيش بما يمثل أحياناً مشكلة للمرور.
3- تحتاج إلى أطقم حراسة عليها إضافة إلى أطقم التشغيل.
4- تحتاج إلى وسيلة إضافية لرفع الرواسب من موقع العمل وإلى المقالب العمومية الشكل (32-9).

الشكل (9-32)

ملاحظة: يشترط استخدام جردل بقطر لا يزيد عن ثلاثة أرباع قطر الأنبوب المطلوب تطهيره.

تنبيه:

يراعى عدم استخدام ماكينة التسليك في الأنابيب البلاستيكية ال GRP لاحتمال تعريضها للشروخ.

التشغيل الأمثل:

يحتاج التشغيل الامثل لأي معدة ميكانيكية لبعض الاعتبارات منها ما هو متعلق بالأمن والسلامة المهنية للعاملين وللمعدة ومنها ما هو متعلق ببدء التشغيل ذاته وأخيراً ما يتعلق بعملية التشغيل.

اعتبارات الامن والسلامة:

يجب تأمين الوحدة والعاملين والمواطنين قبل التشغيل ونورد فيما يأتي اعتبارات الامن والسلامة لكل منهم والمهمات المطلوبة:

- **المخاريط المرورية:**

وذلك لتحويل الكثافة المرورية بعيداً عن الماكينة إذ يؤدي وضع الماكينة في الميادين الرئيسة والشوارع إلى اختناقات وحوادث وتلف بالماكينة الشكل (9-33).

الشكل (9-33) المخريط المرورية

- **كشافات التحذير:**

يتم استخدام كشافات التحذير إذا استدعى الأمر تشغيل الماكينات ليلاً (عادة تعمل الماكينات في الورديات الصباحية فقط) وذلك لمنع تعرض الماكينة أو العاملين عليها أو المواطنين لأية أضرار أو حوادث.

- **سلك شبك تغطية غرف التفتيش المفتوحة:**

يستدعي عمل الماكينة وجود غرف التفتيش مفتوحة في أثناء التشغيل لذا يتم تغطية غرف التفتيش سواء أسفل الجرار أو القلاب بأغطية شبك مصممة لهذا الغرض بحيث تسمح هذه الاغطية بمرور الحبل الصلب أو الجردل الحامل للرواسب منها وتمنع سقوط المخلفات أو الاحجار الى قاع غرفة التفتيش كما تقي المارة أو الاطفال من احتمال السقوط داخل غرفة التفتيش.

- **حواجز غرف التفتيش:**

الهدف منها هو نفسه الهدف من وضع سلك تغطية غرف التفتيش المفتوحة وتعمل في أثناء فتح غرف التفتيش وتشغيل الماكينة وتمنع المواطنين من الاقتراب من فتحة غرفة التفتيش.

أما ما يتعلق بحماية العاملين في أثناء العمل فلابد من ارتداء مهمات الأمن والسلامة وهي حذاء برقبة وقفاز مطاطي وأفارول وخوذة كما يجب توفير أمان لتأمين نزول العاملين داخل غرفة التفتيش في أثناء العمل.

تنبيه هام:

يحذر إلقاء مخلفات التطهير على الارصفة ويستخدم لذلك إما مقطورة صغيرة الحجم وإما قلاباً لاستقبال الرواسب.

اعتبارات بدء التشغيل:

بعد تأمين الوحدة والعاملين بوساطة اعتبارات الامن الصناعي السابق التنويه عنها ولبدء التشغيل يتم اتباع الخطوات الأتية:

1. فتح غرفة التفتيش على التفريعة المراد تطهيرها.
2. إجراء عملية التوصيل بين غرفتي التفتيش بوساطة الحبل أو السيارة النافوري.
3. وضع الماكينتين فوق الغرف واستبدال الحبل بسلك الجرار.
4. ربط الجردل بحبل بكل من الجرار في الناحية الخلفية والقلاب في الناحية الامامية.
5. وضع القلاب في اتجاه جريان المياه حتى لا يحدث اصطدام بين المياه والرواسب الموجودة بالجردل وبالتالي تفريغها بالخط عدم إتلاف وصلات الأنابيب.

اعتبارات التشغيل:

1. تشغيل الوحدة واختبار كمية الرواسب في الأنبوب بوساطة تركيب جردل صغير وسحبه لمسافة قصيرة ثم تكرار العملية مع زيادة المسافة في كل مرة حتى يتم وصول الجردل إلى الناحية الاخرى ويتم استبداله بجردل أكبر حتى تنتهي عملية التطهير.
2. يراعى دائماً طول السلك أو الحبل ليتناسب و المسافة بين غرفتي التفتيش بوساطة علامة على الحبل.
3. يراعى أن يكون هناك اتصال بين مشغلي الوحدة سواء عن طريق لاسلكي أو استخدام إشارات الرؤية المباشرة لتسهيل عملية التطهير دون خسائر.

4. لا يفضل لحام الجردل من الجوانب حتى تعطى حرية للمفصلات للتحرك في القفل والفتح.

6-8-9 التسليك بالكابل:

تعتبر ماكينة التسليك بالكابل أحد أنواع وحدات التسليك الميكانيكية المستخدمة على نطاق واسع في تسليك سدود الصرف الصحي بجميع أنواعها نظراً لخفة وزنها وسهولة تشغيلها وقدرتها على إزالة السدود أيا كان نوعها بسهولة ويسر الشكل (9-34).

كما أنها تتميز بقدرتها على العمل في منسوب مياه مرتفع ولا يحتاج تشغيلها إلا لعامل واحد من السهل تدريبه على استخدامها والحصول على كفاءة معقولة خلال بضع ساعات فقط من التدريب.

الشكل (9-34) التسليك بالكابل

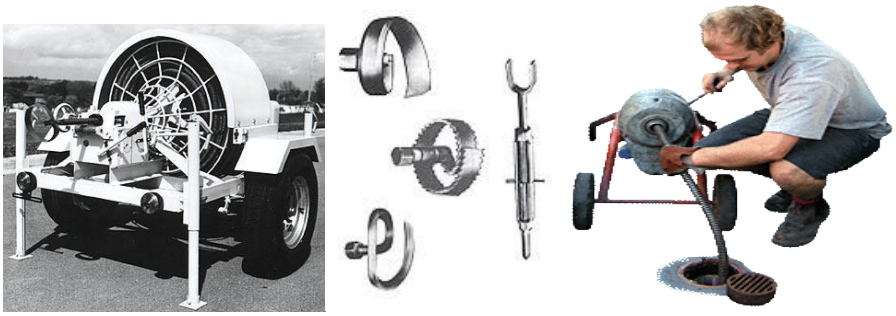
وتوجد أنواع عديدة ومختلفة تعمل بالفكرة نفسها وتحقيق الهدف نفسه ونستعرض من هذه الأنواع الطرازين الأكثر انتشاراً في العالم وهما:

1- ماكينة التسليك الهيدروليكي بالكابل المزدوج وتعمل بمحرك هيدروليكي للحصول على سرعات كبيرة.

- تعمل بكابل مزدوج ذي تغذية ذاتية للأمام والخلف –من دون سحبها أو دفعها يدوياً–في ازالة السدود من التفريعات بأقطار 100-450 مم وطول 200م.
- ماكينة التسليك بالكابل المزدوج هي الوحيدة التي تتعامل مع جميع أنواع العوائق والسدود مثل العوائق الخرسانية وجذور الأشجار والتكلسات على محيط الأنبوب والسدود العادية الناتجة من سوء استخدام الشبكة
- تتميز بسهولة نقلها وتجهيزها للعمل بسرعة فائقة

2- ماكينة التسليك بالكابلات المزدوجة وتعمل بصندوق ذي أربع سرعات أمامية وواحدة خلفية.

- تستخدم في تنظيف التفريعات بأقطار 100-355 مم.
- تستخدم في ازالة السدود الصعبة (رمال –شحوم–زيوت–أتربة).
- تستخدم في تكسير الزوائد الخرسانية بين وصلات الأنابيب.
- يمكنها قطع جذور الأشجار الشكل (9-35).



الشكل (9-35) معدات التسليك بالكابل

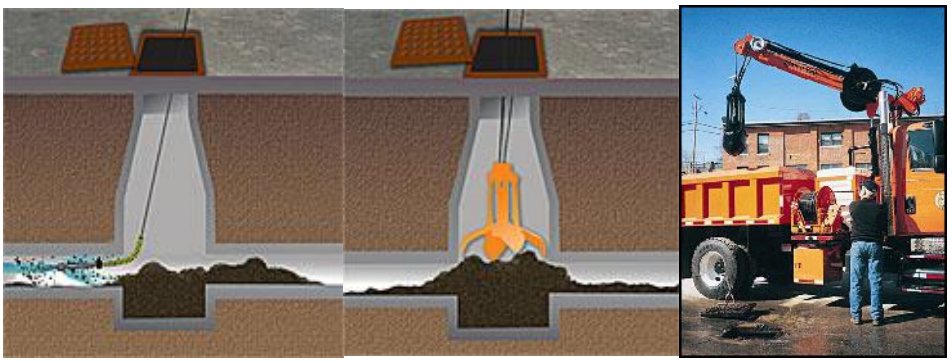
6-8-9 السيارة الكباش:

وتعد من أهم تجهيزات تنظيف غرف التفتيش وأحواض الترسيب، حيث يتم إزالة الرواسب من غرف التفتيش بالوسائل اليدوية التي تتم باستخدام نقل الرواسب كالجاروف والكريك والجردل ومن الضروري تأمين الأفراد عند نزولهم في غرف التفتيش بلبس الملابس الواقية واستخدام حزام الأمان المتصل به حبل الأمان الذي يتم مسكه يدوياً بوساطة العامل الموجود أعلى غرفة التفتيش.

ومن الواجب اختبار غرفة التفتيش بخصوص وجود الغازات السامة والقابلة للاشتعال أو لنقص الأكسجين باستمرار وبشكل دوري طالما يوجد عامل داخل غرفة التفتيش إضافة إلى وجوب توفير التهوية المناسبة داخل الغرفة الشكل (9-36).

الشكل (9-36) السيارة الكباش

من الوسائل التي تستخدم حالياً بنجاح في إزالة الرواسب من غرف التفتيش وفيها يستخدم جردل بأذرع كلابة تعمل هيدروليكياً ويتم إنزال الجردل داخل الغرفة المراد تطهيرها بوساطة كابل صلب وبحيث تقفل أذرع الجردل حول الرواسب وتمسك بها ثم يعاد رفع الكباش إلى خارج الغرفة حيث تفرغ الرواسب في صندوق السيارة القلاب و يتم نقلها بعد ذلك إلى المقلب العمومي الشكل (9-37).



الشكل (9-37) ألية عمل السيارة الكباش

مجالات استخدام الكباش:

١- 1- إزالة الرواسب من غرف التفتيش وأحواض الترسيب.

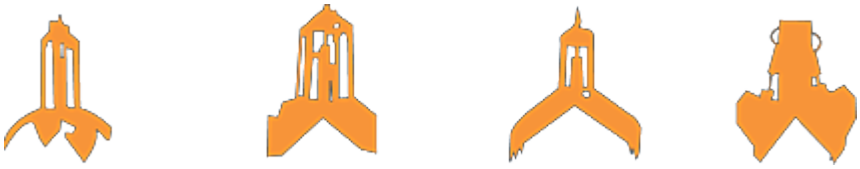
٢- 2- مزود بشاكوش لتكسير الإسفلت والأحجار ويمكن استخدام جردل الكباش في أعمال الحفر ورفع التربة.

٣- 3- يمكن استخدامه كونش لرفع الأحمال.

٤- 4- مزود بمضخة هيدروليكية يمكن استخدامها في عمليات نزح المياه.

٥- 5- مزود بمنشار هيدروليكي ومثقاب هيدروليكي.

وتختلف أشكال الجردل الشكل (9-38) كما يلي:



الشكل (9-38) أشكال الجردل

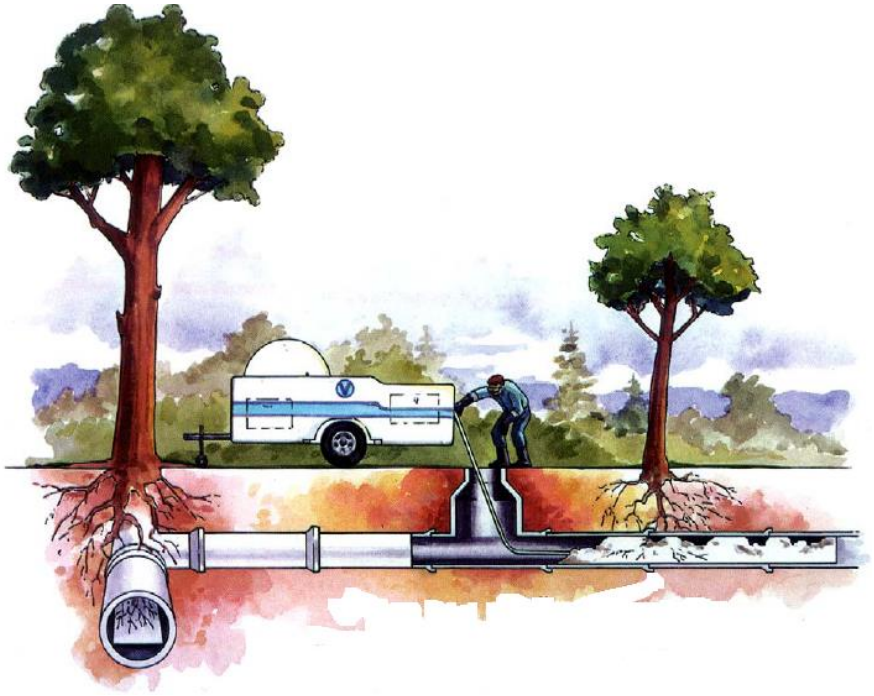
9-8-7 التسليك الكيميائي:

من الممكن استعمال المواد الكيميائية لتسليك مياه الصرف الصحي باستعمال مواد كيميائية لغرض

- القضاء على جذور الأشجار ومنع المزيد من الضرر على أنبوب المجاري.
- إعاقة إعادة نمو الجذور ما يقارب ثلاثة اعوام.
- إضافة البكتيريا لتسريع توقف الدهون مثل الانزيمات، هيدروكسيد، حارقات الشكل (9-39).

وعلى الرغم من استعمال هذه المواد تنمو الأشجار فوق الارض وعلى مسافة قصيرة جداً خارج الأنابيب المتضررة دون أذى.

من مساوئ هذه الطريقة أنها أكثر كلفة من الطرق السابقة.



الشكل (9-39) التسليك الكيميائي

بعد استعراض أنواع المعدات نعرض فيما يلي الجدول الذي يوضح المشاكل والحلول المقترحة ويمكن استخدام الجدول في اختيار الطريقة والمعدة المناسبة للحل.

ويتضح من استعراض الجدول أهمية استخدام الوسائل الميكانيكية في التنظيف وأهمها:

- وحدات التسليك الميكانيكي.
- وحدات الخيزران الآلي أو التسليك بالكابلات.

المشكلة	السبب	طريقة الحل والمعدات	ملاحظات
حدوث انسداد وطفح من غرف التفتيش	تراكم زيوت وشحوم جذور أشجار ورواسب	خيزران يدوي–خيزران آلي–نافوري	الترتيب حسب الأولوية في الاستخدام
شحوم وزيوت متراكمة	المطاعم – المغاسل – الأفران – محطات التشحيم	نافوري–تسليك ميكانيكي–مواد كيميائية – مواد بكتيرية	لها فعالية في الخطوط بقطر 450مم فأكثر
وجود جذور أشجار	وجود أشجار وزراعات	مواد كيميائية– خيزران	لها فعالية طويلة المدى

	فوق وحول الخطوط	آلي–نافوري–تسليك ميكانيكي	يساعد على تقطيع الجذور فقط وهو حل مؤقت.
رمال ورواسب	تساقط رمال وأتربة ومخلفات أخرى	نافوري–ماكينات التسليك	–الخطوط أقل من 380مم في الخطوط ذات الأقطار الكبيرة
روائح وانبعاث غاز كبريتيد الهيدروجين	قلة سرعة المياه أو وجود غرف بهدارات	نافوري– غسيل–فتحات التهوية	–حل سريع للنظافة –للخطوط الكبيرة –للخطوط الصغيرة –الأغطية الخرسانية
الفحص الدوري والصيانة الوقائية	لغرض أعمال الصيانة الوقائية واكتشاف أي مشاكل	1–الدوائر التلفزيونية 2–اختبار الهواء والمياه 3–اختبار الدخان 4–اختبار الصبغات 5–اختبار الضوء 6–الفحص الموضعي بالنظر	–أفضل طريقة للكشف –يظهر تسرب مياه الرشح –يظهر التسربات –للكشف عن الوصلات غير الشرعية –لاستقامة الخطوط

الفصل الثالث
دور المهندس في تنفيذ مشاريع المياه والصرف الصحي
والاستعداد للعمل قبل البدء في التنفيذ

يبدأ دور المهندس من لحظة استلامه لوحات وجسات وأسعار المشروع وكذلك الشروط والمواصفات المطلوب تنفيذ الأعمال من خلالها لذلك يجب عليه أن يبدأ بالآتي:

3-1 مرحلة الدراسة وتشمل:

- الزيارة الميدانية لموقع العمل.
- دراسة كل المستندات الموجودة والخاصة بالمشروع.
- عمل الدراسات الميدانية لموقع العمل.

1-1-3 الزيارة الميدانية:

- والمقصود بهذه الزيارة هو دراسة الموقع دراسة متأنية فاحصة لتحديد ملائمة الشوارع لتنفيذ الأعمال وحالة المنازل والمباني الموجودة وتحملها لأعمال الحفر ونزح المياه بجوارها وكذلك تحديد أنسب المواقع الذي يصلح لاتخاذه كإدارة ومخازن وورشة للمشروع.
- عمل رسومات تنفيذيه لتحديد مدى تطابق المناسيب والأطوال بالطبيعة مع المناسيب والأطوال بلوحات المشروع واعتماد الرسومات الجديدة من المشرف حيث ستكون هي أساس الحصر في المستخلص.
- عمل جسات جديده للتأكد من الجسات المسلمة من المقاول وعند وجود أي اختلاف يجب اعتماد الجسات الجديدة من مهندس الاشراف.

2-1-3 دراسة مستندات المشروع:

1-2-1-3 دراسة اللوحات:

- وذلك لتعديلها طبقاً للرسومات التنفيذية المعتمدة وتحديد حجم الأعمال المطلوبة ومن معدلات تنفيذ الأعمال يتم تحديد حجم العمالة والمعدات المطلوبة لتنفيذ الأعمال في الأوقات المحددة.
- مراجعه الأقطار وملائمتها مع وجودها في الخط أو الشبكة.
- وجود صمامات الهواء في الأماكن العالية ووجود صمام حاجز أسفلها.
- وجود صمامات الغسيل في الأماكن المنخفضة ووجود صمام حاجز على الخط بعدها.
- صمامات الاغلاق عند التفريعات.
- صمامات تخفيض الضغط على التفريعات.
- مراجعه نماذج غرف الصمامات (وصلات الفك والتركيب – وصلات الحائط – الوصلات المرنة).
- وجود بلاطات متحركة بسقف الغرفة للصمامات الكبيرة (اقطار أكبر من فتحه الغطاء)
- وضع البرنامج الزمنى لتنفيذ الأعمال.
- وضع خطة عمل المعدات بالمشروع.
- عمل الهيكل التنظيمي للمشروع وتحديد واجبات ومهمات كل فرد.

3-1-2-2 دراسة الأسعار:

المقصود بدراسة الأسعار هو تحليل كل بند لمعرفة:

- أسعار الخامات بالدراسة للشراء في حدودها وكذلك تحديد كمية الخامات المطلوبة.
- أسعار التنفيذ بالدراسة لتحديد أسعار المقاولين الفرعيين.
- نسبة المصاريف الإدارية ومقارنتها بأجور الهيكل التنظيمي.
- عمل برنامج للتدفقات النقدية للمشروع.
- دراسة نسبة الربح المتوقعة للمشروع.

3-1-2-3 دراسة الجسات:

مقارنتها بالجسات المنفذة بالموقع ومن هذه الجسات يتم الآتي:

1) معرفة نوع طبقات الأرض حتى منسوب التأسيس.

2) معرفة منسوب المياه الجوفية.

- من معرفة نوع طبقات الأرض وكذلك أعماق الخطوط باللوحات يتم تحديد الطريقة المناسبة لسند جوانب الحفر.
- من معرفة نوع طبقات الأرض ومنسوب المياه الجوفية ومنسوب التأسيس يتم تحديد الطريقة المناسبة لنزح المياه الجوفية.
- عدوانيه التربة والمياه الجوفية.
- (يتم تحديد طريقة سند جوانب الحفر وكذلك طريقة نزح المياه عن طريق أحد المكاتب المتخصصة واعتماد تلك الطرق من الإدارة المشرفة وذلك قبل البدء في التنفيذ).

4-2-1-3 دراسة الشروط والمواصفات:

- مواصفات الأنابيب وأنها مطابقه لظروف العمل بالموقع.
- مواصفات القطع الخاصة والوصلات المرنة.
- مواصفات الصمامات ووصلات الفك والتركيب.
- يتم مراجعه المواصفات الخاصة بالمشروع مع المواصفات الخاصة بالمقاول ومراجعة الادارة في حاله وجود أي اختلاف.
- مراجعه اعمال الاختبار بالمصنع بالنسبة للأنابيب والصمامات.
- يتم من هذه الدراسة معرفة التزامات كل من المالك والمهندس المشرف والمقاول (التصاريح – المقايسات – تكسير الأسفلت – إعادة الرصف –تغير أسعار الخامات – زيادة الأجور ... وخلافه).
- يتم معرفة وتحديد أي أعمال جديده تطلب بوساطة المالك أو المهندس المشرف وتكون خارج الشروط والمواصفات إذ يتم المطالبة بتكاليف تلك الأعمال.
- يتم تحديد الشروط والمواصفات التي سيتم تحميلها للمقاولين الفرعيين.
- (إجراءات الأمن الصناعي – المسئولية المدنية والجنائية لأي حوادث... وخلافه)

3-1-3 الدراسات الميدانية للموقع:

المقصود من هذه الدراسات هو تحديد المرافق الموجودة بمسار المشروع وذلك لتفادى اتلافها أثناء التنفيذ وكذلك تحديد أفضل مسار لتنفيذ الخطوط الجديدة، ويتم ذلك بالطرق الآتية:

1) إرسال لوحات المشروع للجهات المختلفة (كهرباء – تليفونات – مياه – صرف صحي...) لتوقيع المرافق عليها.
2) الحصول على لوحات بالمرافق للتأكد من صحة لوحات المرافق الموجودة.
3) عمل جسات عرضيه بالموقع للتأكد من صحة لوحات المرافق الموجودة.
4) ضرورة تواجد مندوب لكل هيئه بالمواقع أثناء التنفيذ.
5) استلام النقط المساحية الثابتة (الروبيرات) من المشرف والتأكد من صحتها وعمل نقاط مساحية مساعدة على طول المشروع وعمل رسومات توضيحية تقريبية لها واعتماد تلك الرسومات من المشرف.
6) يتم بعد ذلك عمل المعاينات اللازمة للمباني والمنازل الموجودة بمسار المشروع وتحديد حالتها عن طريق الحي أو مجلس المدينة وبواسطة أحد المكاتب الاستشارية المتخصصة مع تصوير أي تشققات أو شروخ بها بصور مثبتة التاريخ وعمل تقرير فني واعتماد الصور والتقرير من الحي أو مجلس المدينة قبل بدء العمل وكذلك يجب التأكد من عدم وجود قرار إزالة أو تنكيس لأي مبنى.
7) متابعة حركة الهبوط بالمنازل أثناء التنفيذ لتحديد أي هبوط يحدث نتيجة أعمال الحفر أو نزح المياه وتوقف الأعمال فوراً عند حدوث هذا الهبوط ويؤخذ رأي المشرف فيما سيتم عمله وتتم المتابعة بتثبيت نقط ثابته بواجهة المباني المقابلة للحفر وقراءة هذه النقط طوال تنفيذ المشروع للتأكد من عدم وجود أي هبوط بالمباني.

2-3 مرحلة التنفيذ:

يجب على المهندس وضع النظام الذي يضمن:

1) جودة استلام الخامات وعمل الاختبارات اللازمة عليها قبل توريدها.
2) جودة توثيق طرق العمل المختلفة وحل المشاكل وتوثيق هذه المشاكل لعرضها على مهندسي ومشرفي المشروع أثناء الاجتماعات الدورية لتفادى الوقوع في نفس الخطأ عدة مرات.

3) جودة متابعة حركة المخزن (وارد – صادر) وذلك لتفادى تشوين خامات أكثر من اللازم وكذلك عدم صرف خامات للمقاول أكثر من المطلوب.
4) جودة متابعة المواقع وما يتم بها من أعمال مع حصرها وتسجيلها بدفاتر معتمدة من المشرف.
5) تسجيل ما يتم تغييره في التنفيذ (أطوال وأقطار وأعماق الخطوط أو غرف التفتيش) عن اللوحات واعتماده من المشرف.
6) جودة تنفيذ الأعمال طبقاً للشروط والمواصفات.
7) تسجيل ما يتم تنفيذه من أعمال جديده واعتماده وتحليل أسعاره واعتمادها من المشرف المالك.
8) عمل لوحات بما يتم تنفيذه من أعمال مع تقدم تنفيذ الأعمال واعتمادها من المشرف.
9) مطابقة المستخلصات الشهرية للمقاولين مع مستخلص المالك.
10) مطابقة ما يتم توريده من خامات مع رصيد المخزن وما تم صرفه للمقاولين.
11) متابعة حركة المعدات وحالتها والنسبة المئوية لأعطالها وتحديد مدى الاستفادة منها في العمل.
12) متابعة الأفراد بالموقع ومدى التزامهم بتطبيق الشروط والمواصفات ومعرفة المستوى العلمي والخبرات لدى كل فرد وذلك لتحديد مسئوليات كل منهم في ضوء هذه المعرفة.
13) جودة متابعة المكاتبات (صادر – وارد) لجميع الجهات والهيئات التي يتعامل معها المشروع (إدارة الفرع – إدارات الشركة – المقاول الاستشاري – المحافظة – الحي – المرافق المختلفة – الشرطة ... وخلافه).
14) ضمان استمرارية هذا النظام حتى يتم الانتهاء من المشروع وتسليمه ابتدائياً وعمل الختامي والتسليم النهائي والحصول على جميع المستحقات (بنود عقد – بنود جديده – مطالبات – فروق أسعار ... وخلافه).

3-3 الاستعداد للعمل قبل البدء في التنفيذ:

قبل البدا في تنفيذ أي مشروع، يجب القيام بعمل الدراسات اللازمة والمفيدة التالية، إضافة إلى ضرورة إنشاء الخدمات والمرافق المؤقتة التي تخدم المشروع. عند اكتمال هذه الدراسات والإنشاءات يمكن – في هذه الحال – بدأ العمل بدون أي معوقات أو تعطل.

1-3-3 الدراسات المطلوبة قبل البدأ في العمل:

1) الدراسات الجيوتكنيكيه:

تختص هذه الدراسة فما يلي:

- ملاحظة منسوب مياه الرشح قبل وأثناء العمل، وذلك عن طريق عمل آبار ملاحظة (بيزومترات) بالموقع–شكل (3-1)، يكون نظام آبار الملاحظة كما يلي هو مبين بالجدول (3-1):

جدول (3-1) يبين المسافة بين آبار الملاحظة تبعاً لمنسوب الحفر

منسوب الحفر بالنسبة لمنسوب المياه الأرضية (متر)	أقصى مسافة بين آبار الملاحظة (متر)
0.5 متر أعلى من منسوب المياه	250 متر
1.5 متر أخفض من منسوب المياه	100 متر
1.5-4 متر أخفض من منسوب المياه	50 متر
أكثر من 4 متر أخفض من منسوب المياه	25 متر

- تحديد الأسلوب الأمثل لنزح مياه الرشح الأرضية، يقدم المقاول تصوراته لنزح مياه الرشح والتصميمات اللازمة لمهندس الاشراف للدراسة والاعتماد قبل البدء في التنفيذ.
- تحديد الأسلوب الأمثل في صلب جوانب الحفر، ويقدم المقاول تصوراته والتصميمات اللازمة لعملية الصلب لمهندس الاشراف للدراسة والاعتماد قبل البدء في التنفيذ.
- عمل جسات تأكيديه لمراجعة ما جاء بالتصميمات – إذا لزم الأمر.

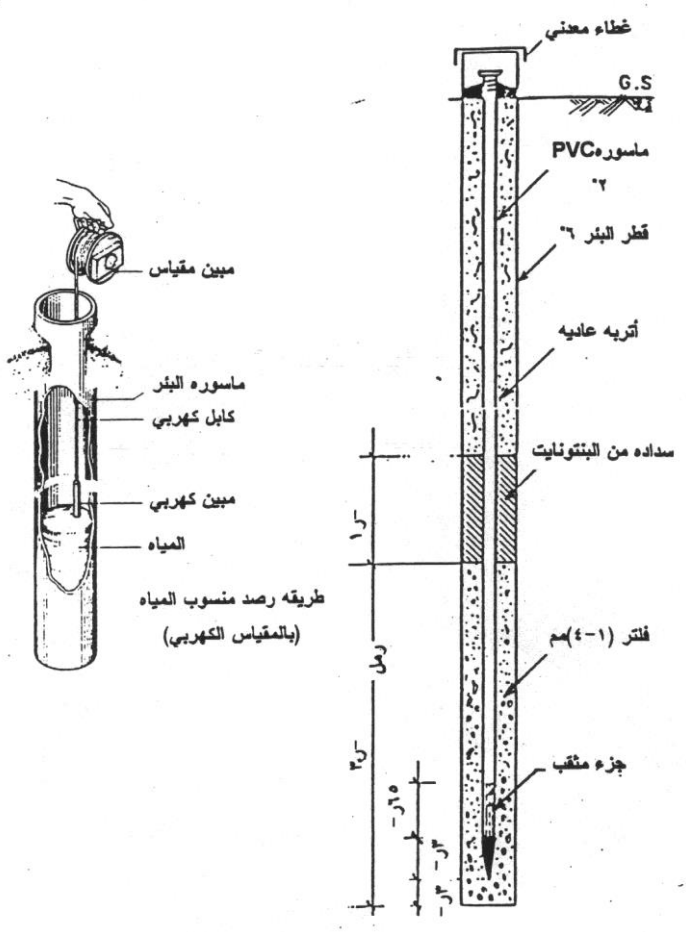
2) عمل دراسات مساحه للمباني الخارجية المحيطة بالمشروع والتي يمكن أن تتأثر بسبب التنفيذ:

تتأثر المباني الخارجية المجاورة من جراء تنفيذ المشروع في الأحوال التالية:

- نزح مياه الرشح بالقرب من هذه المباني.

2-3-3 عمل أبحاث عن المرافق الموجودة تحت الأرض:

هذه المرافق مثل الأنابيب أو الكابلات الموجودة تحت الأرض، تكون هذه الأبحاث ذات أهمية قصوى خاصة عند تنفيذ مشروعات خطوط الأنابيب، يمكن الحصول على هذه البيانات من مركز المعلومات للمحافظة، والذي يقدم الرسومات الكاملة للمرافق المنشأة تحت الأرض من كابلات وأنابيب، ومواقعها بدقه، ويوصى بتنفيذ جسات عرضيه استكشافيه على مسار الخطوط كل 150-200 متر وبعمق 2.5 متر لتأكيد هذه البيانات.



شكل (3-1) تفاصيل بئر الملاحظة مع بيان طريقة قياس منسوب المياه

3-3-3 نقل الروبير المساحي إلى موقع العمل:

يتم نقل الروبير المساحي من أي روبير مساحي معتمد من هيئة المساحة إلى موقع العمل، كما يفضل عمل روبيرات محلية دقيقة في جميع جهات موقع العمل مع تثبيتها بالخرسانة ووضعها في أماكن آمنة لخدمة التنفيذ، يقوم المشرف بمراجعة هذه الروبيرات واعتمادها قبل البدء في التنفيذ.

3-3-4 تصميم الخلطات الخرسانية المطلوبة:

في المشروعات الكبرى، يتم طلب توريد معملاً للمواد والاختبارات لضبط جودة الأعمال المنفذة مع وجود مهندس مواد متخصص ومتفرغ لضمان جودة الأعمال والخامات، يقدم المقاول تصميماً للخلطات الخرسانية التي ستستخدم في المشروع للاعتماد من المشرف قبل البدء في التنفيذ.

3-3-5 تقديم البرنامج الزمنى للتنفيذ:

يقدم المقاول برنامجاً زمنياً لمراحل التنفيذ متمشياً مع الفترة المحددة لانتهاء العمل، ويجب مناقشته مع المشرف والحصول على موافقته قبل التنفيذ.

3-3-6 تقديم برنامج التدفقات النقدية المطلوبة من المالك:

يقدم المقاول – وبناء على البرنامج الزمنى السابق تقديمه – برنامجاً للتدفقات النقدية المطلوبة من المالك حتى يكون على علم بذلك وأن يكون على علم لتدبير هذه المبالغ.

3-3-7 تقديم أسماء المهندسين القائمين بالتنفيذ:

تقدم السيرة الذاتية للمهندسين، يجب أن يكون المهندسون على معرفة كاملة بطبيعة العمل وأن يكونوا على خبرة كافية، ويجب الحصول على موافقة المهندس المشرف على ذلك.

3-3-8 تقديم أسماء الموردين:

تقدم للمشرف قائمه بأسماء الموردين الذين سيقومون بتوريد الخامات أو السلع اللازمة للمشروع (مصانع – محاجر – موردين.) يجب الحصول على موافقة الادارة قبل عمل أي تعاقد معهم، وللمهندس المشرف الحق في زيارة أي مصنع للاضطلاع على مدى جودة منتجاته وكفاءته وقدرته على التنفيذ.

3-3-9 تقديم أسماء المقاولين الفرعيين:

تقدم للمشرف أسماء المقاولين الفرعيين الذين سيعملون مع المقاول الاساسي بالمشروع بالإضافة إلى سابقة أعمالهم، يجب الحصول على موافقة المشرف عليهم قبل التنفيذ.

4-3 الإنشاءات اللازمة للموقع:

1) عمل مكاتب ومقر لمهندس التنفيذ وكذلك عمل مكاتب للعاملين بالمشروع، مناسبة من حيث الخدمات والمساحة، تزود هذه المكاتب بالأثاث اللازم وخطوط التليفون والفاكس والمياه والكهرباء.
2) عمل المخازن المناسبة وبالمساحة الكافية، لتخزين الخامات تكون هناك أرضيات وسقف لحماية هذه الخامات من الشمس والمطر، ويزود كذلك بالممرات الكافية ولا تدخل المخزن أي مواد بدون علم وموافقة المشرف وتستبعد المواد التي لم تحصل على هذه الموافقة.
3) يزود موقع العمل (الموقع – المخزن –المكاتب) بنظام لمقاومة الحريق من أجهزة إطفاء، بالإضافة إلى ضرورة وجود فرقة للأمن الصناعي مع مشرف مؤهل ومدرب يوافق عليه المشرف.
4) يختار موقع الخلاطة الخرسانية ومواقع الرافعات في أماكن مناسبه لا تعوق سير العمل، مع توفير الطرق اللازمة لسير المعدات أو السيارات.

5-3 نقاط يجب أخذها في الاعتبار قبل التنفيذ:

1) استلام نسخة من محضر استلام للموقع خالياً من أية معوقات بتوقيع المقاول ومعتمد من الجهة المالكة.
2) إعداد لوحة تخطيطية للموقع موضحاً عليها أماكن المخازن والمعدات وخلافه طبقاً لمراحل تنفيذ المشروع ومكان مكاتب مهندس الشركة والمهندس المشرف واستراحة العمال بحيث لا تعيق سير تنفيذ أي مرحلة من مراحل العمل وحتى لا تضطر الشركة الى وقف تنفيذ العمل وتعطيله لفك ونقل هذا المنشأ المؤقت.
3) يلتزم المهندس بالإشراف على قيام المقاول بإحاطة الموقع بسياج واقي وذلك في حالة تواجد موقع المشروع في منطقة تجمع سكاني يستلزم معه الامر اقامة مثل ذلك السياج.

4) عمل محضر تسليم للروبير الرئيس (النقطة المساحية الثابتة BENCH MARK) للشركة المنفذة وتثبيته طوال مدة تنفيذ الاعمال وذلك لتنفيذ جميع المناسيب المطلوبة منه طبقاً للمناسيب المبينة بالرسومات التنفيذية.

5) تسليم الشركة المنفذة الرسومات التنفيذية والبرنامج الزمنى بعد اعتماده رسمياً.

6) تلتزم الشركة المنفذة بتقديم طلب لاعتماد جهازها التنفيذي الخاص بالمشروع (مدير المشروع – مهندس التنفيذ –المساح – المراقب – حاسب الكميات –.....الخ) مصحوباً بالسير الذاتية لهم وشهادات المؤهلات الدراسية وشهادات الخبرة وذلك قبل البدء في التنفيذ.

7) الإشراف على اللوحة التعريفية التي توضع على حدود الموقع مبيناً عليها بيانات المشروع.

6-3 أقسام وثائق الأرشيف

ان الارشيف وتنظيمه جزء هام في تنظيم الحصول على المعلومات عن المشروعات التي تم تنفيذها او الجاري تنفيذها، إن التعامل مع المكاتبات بجميع أنواعها على انها مستندات ذات اهمية خاصة وان لم تكن ذات درجة سرية إذ أن غياب أحد المستندات أو العبث بها وتصويبه بغير الطريقة القانونية قد يكون له تأثير مالي أو قانوني كبير.

وتوضح هذه التعليمات الوثائق المستخدمة في أعمال الإشراف على التنفيذ ويراعى ان يتم تقسيم ارشيف المهندس المشرف طبقا للأقسام الموضحة كما يلي:

1) **بيان المعدات والعمالة الثابتة على امتداد مدة تنفيذ المشروع:**

وهو بيان يوضح عدد ونوعية المعدات المستخدمة في الأعمال المختلفة أثناء التنفيذ وبالتالي فان عددها يتدرج في الازدياد عند بداية المشروع ويتماشى تزايده أو تناقصه حسب بنود الأعمال على أن يكون تنفيذ الأعمال مطابقا ًومسايراً للبرنامج الزمني والذي يرتبط به حجم العمالة الثابتة لدى الشركة المنفذة مع عدم السماح بدخول او خروج أي معدة للمشروع بدون التنسيق مع المشرف على المشروع.

2) **لوحة تخطيط الموقع:**

ويوقع عليها أماكن التوريدات والتشوينات وأماكن خلاطات الخرسانة وانتقالات المعدات طبقاً لمراحل تنفيذ المشروع ويوقع عليها مكان مكاتب مهندسي الشركة ومكاتب المهندسين المشرفين واستراحة العمال ومكان المنشآت المخطط تنفيذها وأي بيانات أخرى لازمة مع مراعاة عدم تواجد أي منشآت مؤقتة في مكان منشأ مخطط تنفيذه حتى لا تضطر الشركة المنفذة لفكه أو نقله اثناء تنفيذ المشروع مما يتسبب في تكلفة وجهد اضافيين.

3) **خطة التوريدات والتشوينات:**

وهي خطة تقدم من قبل الشركة عند اعتماد البرنامج الزمنى للمشروع توضح خطة التشوينات والتوريدات للمواد المختلفة للمشروع ومدى ملاحقة التوريدات لتنفيذ بنود الأعمال ومراعاة سرعة مخاطبة الشركة لتنفيذ خطة التوريدات مع عدم ورود أي توريدات للموقع بدون علم جهاز الاشراف الاستشاري.

4) **التنسيق مع الجهات المجاورة للمشروع:**

وهى عبارة عن محاضر يتم تحريرها بين طاقم الاشراف وأي جهات مجاورة لنطاق عمل المشروع في حالة وجود أي عناصر مشتركة (أسوار – مياه – صرف صحى – طرق –.... الخ) حتى يسير العمل دون أي معوقات مفاجئة.

5) **دفتر الحصر النموذجي:**

ويتم اعداده عن طريق الشركة المنفذة خلال الفترة بين صدور خطاب الترسية حتى بدء العمل وذلك بمعرفة المهندس المشرف على ان تتم مراجعته واعتماده وعرضه على الجهة المالكة وذلك للوقوف على صحة الكميات المدرجة بجداول الكميات والفئات ومقارنتها بالحصر المبدئي من اللوحات وعمل اللازم نحو اعتماد هذه الكميات سواء بالتخفيض او الزيادة والتعديل بموجب اخطار رسمي من الجهة المالكة.

6) **دفتر الحصر الفعلي:**

ويدرج فيه اجماليات لكل بند على ان يشار فيه الى رقم الصفحة في دفتر الحصر النموذجي ويوقع بعد حصر كل مستخلص من مندوب المقاول والمهندس المشرف

والهدف منه متابعة حصر الأعمال ومطابقته للأعمال المنفذة على الطبيعة ويتم التوقيع عليه بانتظام مع إجراءات كل مستخلص.

7) **دفتر الحصر الختامي:**

ويتم إعداده بعد اعتماد جميع المذكرات الخاصة بالمشروع كأعمال إضافية (مثيلة – مستجدة – غير مثيلة – ملغاة) ويتم التوقيع عليه من المقاول والشركة والجهة المالكة ويتم صرف المستخلص الختامي بناءً عليه.

8) **محتويات غرفة العينات:**

وهو ملف يقسم إلى صفحات حسب نوع العينات الموجودة ويوضح تفاصيل العينة المعتمدة (تاريخ تقديم العينة للاعتماد – خطاب الاعتماد – منشأ العينة – تاريخ بدء التوريد – تسلسل التوريد).

9) **تقرير الكفاءة الفنية للمشروع:**

وهو عبارة عن ملف لجميع بيانات المشروع ومعدلاته أولاً بأول حسب البيانات المستجدة ويشتمل على:

- بيان بأسماء الجهاز التنفيذي للشركة المنفذة.
- مكونات المشروع والتعديلات التي طرأت عليه.
- الموقف المالي للمشروع.
- الموقف التنفيذي بالتفصيل للمشروع ومدى مطابقته لنسبة النجاح الجزئية (المنفذ الى المخطط) أو نسبة النجاح الكلية (المنفذ إلى الإجمالي).
- المشاكل والمصاعب التي واجهها المشروع ومقترحات الحلول لها.
- موقف اللجان والمذكرات الخاصة بالمشروع.
- موقف المستخلصات الدورية للمشروع.
- إجماليات الحصر للتوريدات.

10) **الخلطة الإسفلتية والخرسانية:**

وهي الكميات المختلفة من المواد المكونة للخلطة بعد اعتمادها من المشرف على ان تتم معايرة الخلاطة بعد اعتماد هذه التصميمات بصفة دورية وإجراء الاختبارات والمراقبة الدورية المطلوبة لها طبقا لمواصفات المشروع.

11) **محضر نسب الصرف للأعمال:**

يقوم المهندس المشرف مع مندوب المقاول بدراسة أنسب أسلوب لتقسيم كل بند حسب نسبة استعماله (وذلك في حالة عدم ذكر هذه النسبة في أسس القياس والدفع في مستندات التعاقد للمشروع) ويتم الصرف على أساسها بالمستخلصات الجارية.

12) **سجل الاحوال اليومية:**

وهو سجل تدوين لكل ما يتم ويدور بالموقع من تواجد طاقم الاشراف والتنفيذ وجميع الاعمال التي سلمت في نفس اليوم والاعمال التي سيتم تسليمها عن اليوم التالي وأي اعمال تسليم شبكات أو أوامر للموقع والتوريدات واية معلومات اخرى من زيارا ت واحوال جوية وخلافه مع تحديد مهام جهاز الاشراف عن اليوم التالي ومراقبة ما تم في استلام الاعمال عن اليوم السابق.

13) **سجل المنشأ:**

وهو عبارة عن سجل خاص بالمنشآت الخرسانية بالمشروع (مثل غرف الصمامات – الخزانات – محطات الرفع – محطات المعالجة – محطات كهرباء –.... الخ) وينقسم الى سبعة اقسام ويعتبر سجل تاريخي للمنشأ كالاتي:

- **عام:** ويوضح فيه أي تعليمات عامة او خاصة بخصوص هذا المنشأ مثل النقاط الثابتة او المناسيب المعمارية وخلافه.
- **تقرير ابحاث التربة:** ويوضح فيه صورة من تقرير الجسات الخاص بالمنشأ.
- **تقارير استشارية:** ويوضح فيه أي تقرير استشاري لأي عنصر من عناصر المنشأ سواء تقرير الاستشاري او رد جهاز الاشراف و الجهة المالكة عليه والتوصيات واسلوب تنفيذ التوصيات وتمام تنفيذ التوصيات.

- **تقارير تكسير المكعبات:** وهو تجميع صور من تقارير تكسير المكعبات لجميع العناصر الخرسانية للمنشأ.
- **متابعة التنفيذ:** يتم تقسيم كل بند الى عدة بنود فرعية حتى يتم متابعة تنفيذ جميع البنود ويوضح به تاريخ الاستلام والمستلم وبنود التنفيذ الفرعية للبند الواحد.
- **استلام:** وهو كشف تفريغي لتاريخ استلام بنود الاعمال مع وضع جزء خاص يوضح فيه رقم المستخلص الذي أدرج فيه البند.

14) **محضر اجتماع دوري مع الشركة المنفذة:**

وهو محضر دوري (أسبوعي – نصف شهري – شهري) وذلك حسب متطلبات العمل ويحضره جهاز الاشراف مع مندوب الشركة ويدون فيه جميع ملاحظات جهاز الاشراف على العمل من حيث الاتي:

- مدى مطابقة الاعمال للمواصفات الفنية.
- مدى مطابقة تنفيذ الاعمال للبرنامج الزمنى الأصلي او المعدل ان وجد.
- مدى مطابقة التوريدات للمواصفات واسلوب تخزينها بالموقع.
- مدى تنفيذ اعمال مراقبة الجودة بالموقع.
- مدى مطابقة المواد الموردة للعينات المعتمدة.
- أي معوقات او مشاكل قد تعوق تنفيذ الاعمال مع ابداء الحلول التي يتفق عليها جهاز الاشراف مع الشركة المنفذة لإنهاء الاعمال بالأسلوب الامثل ومطابقته للبرنامج الزمنى.

15) **دفتر التعليمات الدورية:**

وهو دفتر يدون به أي ملاحظات لمدير المشروع الى جهاز الاشراف من ملاحظات عامة للمشروع او تعليمات فنية او ادارية جديدة لجهاز الاشراف ويوقع عليه المعنيين الذين يرى مدير المشروع الضرورة لتلقينها إليهم.

16) **سجل المستخلصات الشهرية:**

وهو سجل لتجميع المستخلصات بعد اعتمادها من الجهة المالكة تصاعدياً مع الاحتفاظ بصورة المستخلص بعد الصرف لمعرفة قيمة المستخلص بعد الصرف وتاريخ الصرف والمتبقي من الدفعة المقدمة.

17) **القرارات الوزارية الخاصة بالمواد المستخدمة في التنفيذ:**

وهو سجل لتجميع كل القرارات الوزارية التي ينتج عنها زيادة في اسعار مواد المشروع.

18) **سجل نسب الخصم التعاقدية:**

وهو سجل يدرج فيه جميع بنود المشروع بعد تنزيل نسبة الخصم (ان وجدت) المدرجة في العقد الأصلي للمشروع والتي على أساسها يحسب السعر المدرج بالمستخلصات الجارية.

19) **يتألف العقد من الوثائق التالية:**

- وثيقة العقد الأساسية.
- الشروط الخاصة.
- الشروط العامة.
- المواصفات الخاصة (ان وجدت).
- المخططات والرسومات.
- المواصفات العامة.
- جداول الكميات وفئات الأسعار.
- خطاب الترسية أو قبول العرض.

وتشكل هذه الوثائق وحدة متكاملة وتعتبر كل وثيقة فيها جزءاً من العقد بحيث تفسر الوثائق المذكورة أعلاه ويتمم بعضها بعضا وفي حالة وجود تناقض بين أحكام وثائق العقد فان الوثيقة المتقدمة تسود على الوثيقة التي تليها في الترتيب الوارد أعلاه.

7-3 اعتبارات عامة:

يجب ان تكون الرسومات التنفيذية لأعمال شبكات المياه والصرف الصحي وملحقاتها والاعمال الخرسانية المسلحة واضحة التفاصيل وكاملة الابعاد كما يجب ان تعد وفقا لحسابات مبسطة وواضحة ويتم اعداد الرسومات المذكورة طبقا للتصميمات المعدة لتحتوي على جميع التفصيلات اللازمة لتنفيذ جميع اجزاء المشروع وتنقسم مراحل اعداد اللوحات الى الآتي:

1) الرسومات المبدئية (SCHEME DRAWINGS)

ويتم عمل هذه الرسومات من واقع الدراسات المبدئية للمشروع بغرض تخطيط وتوزيع شبكات المياه والصرف الصحي وملحقاتها من حيث أقطار الانابيب وأماكن غرف الصمامات وصمامات القفل وخطوط الدفع ومحطات الرفع والمعالجة وأماكن الخزانات الارضية والعلوية والمناهل وحنفيات الحريق والتفصيلات الانشائية الخاصة بالخرسانة المسلحة لمكونات المشروع وخلافه وكل ذلك تقديري تقريبي قبل البدء في عمل اللوحات الخاصة بطرح المشروع للمناقصة هذه المرحلة هامة جدا لأنها تعطى تقديراً واضحاً وبنسبة كبيرة لتكلفة المشروع ومكوناته ويتم عملها عادة بمقياس رسم 100/1.

2) رسومات العطاء (TENDER DRAWINGS)

ويتم عملها بمقياس رسم لا يقل عن 100/1 ويوضح عليها جميع العناصر المكونة للمشروع بطريقة تسمح للمقاولين المتقدمين بعطاءاتهم لتنفيذ المشروع من تقدير أطوال الأنابيب وعدد المناهل والصمامات وكافة الملحقات الخاصة بالمشروع وكذلك تقدير كميات الخرسانة المسلحة وحديد التسليح وخلافه.

3) الرسومات التنفيذية (WORKSHOP DRAWINGS)

ويطلق عليها مخططات الورشة لحين اعتمادها من الاستشاري والجهة المالكة لتصبح جاهزة لتنفيذ المشروع على ارض الواقع وتشمل هذه الرسومات التفاصيل والمواصفات اللازمة لتنفيذ جميع عناصر المشروع ويتم عملها بمقياس رسم مناسب ويفضل ان تكون بمقياس رسم 1/ 50 الى 100/1 حتى يسهل استخدامها في الموقع.

4) الرسومات التفصيلية (DETAILS DRAWINGS)

في بعض الحالات الخاصة يلزم عمل رسومات تفصيلية بمقياس رسم يتناسب مع الدقة المطلوبة لتنفيذ هذه الاعمال وتستخدم بصورة واضحة في اعمال الخرسانة المسلحة.

5) رسومات حسب التنفيذ (AS BUILT DRAWINGS)

وهذه الرسومات يتم اعدادها بعد الانتهاء من تنفيذ المشروع بالكامل وقبل التسليم الابتدائي إذ يتم اعداد هذه الرسومات نظراً لحدوث تعديلات تنفيذية طارئة على الرسومات التنفيذية اثناء تنفيذ المشروع وذلك لظهور عوارض مفاجئة تتطلب تغيير بعض المناسيب والاقطار والابعاد الخاصة بمكونات المشروع.

3-8 مهام وواجبات جهاز التنفيذ:

3-8-1 مدير المشروع:

1) الاطلاع على كافة مستندات ووثائق ومخططات كل مشروع وعليه التنسيق بهذا الشأن مع الجهة المالكة.
2) الحصول على الدراسة المعدة للمشروع ودراستها جيداً وتقديم الملاحظات والاقتراحات والتوصيات اللازمة، وإعداد الميزانية اللازمة لتمويل المشروع.
3) الحصول على التصاميم والمخططات والمواصفات والوثائق والعقود ذات الصلة ودراستها، وتفهمها جيداً، وتقديم الملاحظات اللازمة.
4) وضع خطة الإدارة التنفيذية بما يضمن تنفيذ المشروع ضمن المدة الزمنية، وتعديلها عند الحاجة، وتنفيذ المشاريع الهندسية الصناعية وتشغيل الدوائر الفنية.
5) بناء الهياكل التنظيمية اللازمة لوضع الخطط موضع التطبيق، وتحديد مهام وصلاحيات الدوائر والأقسام والفرق التي تتكون منها وتأمين احتياجاتها بغية تحقيق أكبر قدر من الفعالية الإنتاجية والتوفير.
6) وضع النماذج الإدارية اللازمة لتنظيم سير العمل (نماذج القرطاسية المختلفة المستعملة في طلبات الاستلام والمذكرات الموقعة. إلخ).
7) تنسيق مهام الأجهزة الفنية المشرفة وتحديد المهام المشتركة التي تتداخل فيها الأعمال، وذلك بدراسة جميع برامج التنفيذ المقدمة من المقاولين الفرعيين والمهندس المنفذ في مختلف مراحل العمل، والتأكد من توريد المعدات اللازمة والمتوافقة مع المواصفات وفي المواعيد المحددة، وإقرار انتهاء الأعمال بالمشروع قبل تشكيل لجنة الاستلام.
8) التحقق من مدى الالتزام بمواد القانون المتعلقة بمختلف مراحل العمل
9) التحقق من مدى الالتزام بتطبيق الكودات في مختلف مراحل العمل
10) التحقق من مدى الالتزام بتطبيق قوانين وأنظمة الجهات الرسمية ذات الصلة ونقابة المهندسين
11) القيام بالزيارات الميدانية والمكتبية الدورية المعلنة والمفاجئة للأجهزة الفنية والإدارية والمواد والمعدات بغرض تحقيق مهمته بكل موضوعية

12) التحقق من مدى تأهيل الجهاز الفني والإداري والأيدي العاملة في المشروع ومن أن أساليب التنفيذ كافية للقيام بالعمل على الوجه الأمثل وحسب ما تقتضيه المواصفات.
13) متابعة أداء وكفاءة جهازي التنفيذ والإشراف، وتقديم الاقتراح اللازم للإدارة لإبعاد أي عامل غير مناسب فيهما لتحقيق السوية الفنية النوعية المطلوبة للمشروع.
14) أخذ عينات عشوائية من المواد واختبارها ومقارنتها مع المواصفات والتقارير السابقة، والتأكد من مطابقتها لها.
15) تدقيق كشوف أعمال المنفذ مالياً وإقرارها وملاحظة كتلة التدفق النقدي مع الاعتمادات المرصودة
16) التنسيق مع الجهات الرسمية ومتابعة الحصول على التراخيص اللازمة للمشروع.
17) تمثيل الإدارة في الاجتماعات الدورية التي تعقد بين مختلف الأطراف واتخاذ القرارات المناسبة
18) متابعة تنفيذ الخطط الموضوعة ميدانياً وإجراء التعديلات اللازمة، وفي حينه، ومقارنة الواقع مع الخطة الموضوعة، دراسة أسباب الاختلاف إن وجدت ووضع الحلول اللازمة.
19) تقديم تقارير دورية حول وضع المشروع، تتضمن، إضافة إلى وصف المرحلة، أية اقتراحات أو تعديلات لحل المشاكل والمعوقات.
20) متابعة ما يصدر من قوانين وتعليمات خاصة بحقوق العاملين في الإدارة، وبضمن ذلك قوانين العمل والضمان الاجتماعي
21) حل مشاكل العاملين ومتابعتها (حسب موقعه في الادارة) للتأكد من عدم تأثيرها على العمل.
22) وضع الحوافز الكفيلة بتنشيط العمل وتطوره.

3-8-2 المهندس المشرف:

واجبات المهندس في مجال الإشراف:

a) عليه مراجعة المخططات والمواصفات الفنية والعقود والوثائق ودراستها جيداً ووضع الملاحظات والمقترحات الفنية التي يراها، ومناقشتها مع الدارس وتوثيق ذلك خطياً.

b) على المهندس المشرف على التنفيذ:

1) التأكد من تطبيق المخططات والمواصفات ونتائج وتوصيات تقارير استطلاع الموقع على الواقع، واستلام الأعمال وإصدار الموافقات اللازمة.
2) إجراء الفحوصات المخبرية اللازمة والإشراف على جميع مراحل تنفيذها، ودراسة نتائجها ووضع المقترحات والتوصيات المناسبة.
3) معاينة عينات المواد الموردة للمشروع والتأكد من مطابقة المواد والأجهزة للمواصفات المبنية لطريقة التركيب والتشغيل
4) تسليم مواقع العمل للجهة المنفذة بالتنسيق مع الجهة الدارسة.
5) ملاءمة عدد وكفاءة عناصر وآليات ومعدات المنفذ الموجودة في الموقع مع تطبيق البرامج الموضوعة لتنفيذ العمل.
6) اعتماد أو تعديل برنامج العمل المقدم من المنفذ وفق ما تقتضيه مصلحة الإدارة ضمن حدود أحكام العقد وبشكل يتناسب مع المدة المحددة لتنفيذ مجموع الأشغال، ووضع برنامج العمل في حال عدم تقديمه من المقاول خلال المدة المحددة.
7) إجراء التجارب والاختبارات الحقلية الواردة في دفاتر الشروط.
8) تدقيق الأعمال الميدانية التي يتم تنفيذها واستلامها، ويكون مسؤولاً وفق اختصاصه.
9) تدقيق واعتماد المخططات التنفيذية المعدة من المقاول.
10) توجيه تسلسل مراحل العمل أثناء التنفيذ، ومتابعة الأوامر التغييرية وإعداد كشوفات شهرية تبين تقدم سير العمل ونسبة الإنجاز في المشروع.
11) تنبيه المقاول لأية تجاوزات على الجدول الزمني المحدد للمشروع تعاقدياً مع أخذ التمديدات الحاصلة بناء على الأوامر التغييرية في الحسبان.
12) تدقيق واعتماد مخططات واقع الحال التوثيقية.
13) اتخاذ جميع التدابير لتحقيق السلامة العامة للعاملين والجوار.
14) تدقيق كميات الأعمال وإقرارها.
15) تدقيق واعتماد السجلات اليومية الخاصة بموقع العمل والمتضمنة الأعمال المنفذة والتعديلات الجارية عليها وتعليمات الإشراف بشكل دوري.
16) التنسيق والتشاور المستمر مع المشرفين من الاختصاصات الهندسية الأخرى.

17) إعداد التقارير اللازمة عن عمله وتسليم نسخ منها إلى الإدارة والمقاول.
18) تدقيق واعتماد دفاتر الورشة حسب واقع التنفيذ.
19) استلام الأعمال من المنفذ وفق تقدم الأعمال.
20) مرافقة لجان الاستلام.

c) على المهندس المشرف طلب التعديلات التي يراها مناسبة من المهندس الدارس مع بيان الأسباب الفنية التي تدعم وجهة نظره، وبموافقة المهندس المدقق، وبعد إعلام الإدارة.

3-8-3 مهندس التنفيذ:

على المهندس أن يطبق المبادئ العلمية التي درسها في الأعمال التي ينفذها، ويشمل ذلك:

1) التعرف على موقع العمل جيداً وعلى جميع الظروف المحيطة به.
2) دراسة العقود الهندسية جيداً، والتحقق من الأمور الفنية والقانونية كافة، وذلك قبل التوقيع عليها، وإذا تطلب الأمر فعليه الاستعانة بمن يراه مناسباً من الفنيين والقانونيين.
3) دراسة المخططات الهندسية والمواصفات والوثائق ذات الصلة جيداً وإبداء أية تحفظات أو ملاحظات أو مقترحات أو توصيات إن وجدت، ومناقشتها مع المصمم والمشرف وذلك قبل التنفيذ وتوثيق ذلك خطياً.
4) العمل بتجرد ومسؤولية واستقلالية بأسلوب علمي، وأن يكون قراره الفني علمياً هدفه الحصول على أفضل النتائج الفنية وبعيداً عن الحسابات الربحية.
5) توفير المعدات اللازمة والجهاز الفني والإداري المطلوب لتنفيذ العمل.
6) الالتزام بالخطط المعدة للمشروع وبالمدة الزمنية المقررة لإنجاز العمل، وتقديم برنامج زمني يوضح فيه الإجراءات والخطوات التي يرغب في اتباعها في تنفيذ المشروع، ويبين المدد التي يتوقع أن ينهي خلالها كلاً من المراحل العامة المشمولة في العقد.

7) الالتزام التزاماً صارماً بتنفيذ تعهداته والتزاماته التعاقدية وتطبيق المخططات الهندسية والمواصفات الفنية على الواقع، وإجراء الفحوصات والتجارب المنصوص عليها، وإبلاغ المشرف بنتائجها بكل أمانة ودقة وجدية ومسؤولية.

8) تقديم العينات لاعتمادها مع مواصفاتها وطرق تنفيذها وتركيبها.

9) الالتزام بتنفيذ أية تعديلات على التصاميم يصدرها المهندس المشرف على أن تسلم إليه خطياً بعد موافقة الإدارة عليها.

10) الالتزام بتوجيهات وتعليمات المهندس المشرف في مختلف مراحل العمل وفي حدود التزاماته التعاقدية، وله أن يبلغ المهندس المشرف خطياً أي تحفظ يراه ضرورياً على التعليمات، وعليه الالتزام بتعليمات المهندس المشرف الخطية النهائية.

11) تنسيق جهود ونشاطات المهندسين المشرفين من مختلف التخصصات.

12) الاحتفاظ بسجلات يومية خاصة محددة في موقع العمل، وحسب طبيعة المشروع، ومتضمنة الأعمال المنفذة والتعديلات الجارية عليها موقعة من جهاز الإشراف وبشكل يومي.

13) تسليم الأعمال المنجزة حسب مقتضيات التنفيذ للجهة المشرفة وحسب الأصول.

14) إزالة وتعديل وإعادة إنشاء جميع الأجزاء من المشروع التي ثبتت مخالفتها ورفضها المشرف.

15) إصدار مخططات واقع الحال حسب التنفيذ.

16) استلام طلبات البدء بالحفر من المقاول والموافقة عليها أو رفضها بعد مراجعة جميع الاشتراطات المرتبطة بالحفر من رخص وعوامل سلامه ووجود أنابيب وخلافه.

17) متابعة عمليات التنسيق مع الهاتف والمياه والكهرباء على الطبيعة.

18) القيام باستلام الأعمال بنفسه في حال وجود خلاف بين طاقم المقاول مع مراقب المشرف.

19) تجميع أوراق طلبات الاستلام للأعمال المختلفة وترتيبها لسهولة توافر البيانات سواء لعمل المستخلصات أو متابعة إنجاز المقاول أو إعداد مخططات حسب التنفيذ فيما بعد.

20) التقيد بجميع إجراءات السلامة العامة فيما يخص العمل في الموقع من الحواجز الخرسانية والعلامات الإرشادية وكل ما يلزم للمحافظة على سلامة المواطنين والعمال وعمل مخالفه للمقاول في حالة وجود أية تجاوزات.

21) إجراء أعمال الصيانة اللازمة لجميع المنشآت والتجهيزات خلال فترة الضمان المحددة عقدياً.

3-8-4 مهندس المواد:

1) معاينة وفحص المواد المستخدمة في تنفيذ كل مشروع (خرسانة – أنابيب – صمامات –.... الخ) للتأكد من مطابقتها لمواصفات ومستندات كل عقد والحصول على الشهادات اللازمة لصلاحية تلك المواد من المقاول والتأكد أنها مصدقة حسب الأصول ومتمشية مع الأنظمة المعمول بها في الدولة واعتمادها.

2) مراجعة نماذج اعتماد المواد التي يقوم المقاول بتقديمها للاعتماد وبيان موقفها من حيث القبول.

3) الفحص الدوري المستمر لما يتم توريده من مواد إلى الموقع والتأكد من مطابقتها لنماذج الاعتماد.

4) متابعة عمل الاختبارات اللازمة للتأكد من صلاحية المواد بعد توريدها إلى الموقع عن طريق اخذ عينات عشوائية أو عينات من المواد المشتبه في عدم مطابقتها لما تم اعتماده وقيام المقاول باختبارها في أحد المختبرات المعتمدة

5) الإشراف على أعمال اختبارات الجودة للخرسانات بالمشروع.

3-8-5 حاسب الكميات:

1) إعداد ومراجعة جداول الكميات والمستخلصات.

2) إعداد التقرير الشهري الخاص بالأعمال حتى يمكن تقديمه إلى المديرية في موعد لا يتجاوز عشرة أيام من نهاية كل شهر من شهور عمل العقد وأيضا بعمل أي تقارير تطلبها المديرية سواء كانت أسبوعية أو عاجلة وفي التواريخ التي يتم تحديدها على أن يتم إعداد التقرير المطلوب ليشمل الآتي:

- وصف عمل الشهر المنصرم والعمل المقترح تنفيذه خلال الشهر القادم.

- العوائق التي اعترضت تنفيذ العمل خلال الشهر المنصرم وما نتج عن ذلك من تأخير (إن وجد) والحلول المقترحة للتغلب على المشكلات ذات الطبيعة المتكررة أو نقاط الخلاف الفنية.
- جدول لنشاطات الإشراف وأية أمور أخرى يرى المهندس المشرف أنها ضرورية وتكمل محتويات التقرير الشهري.
- مدى التغيير بالجدول الزمني للمشروع (إن وجد) وأسباب ذلك.

3) حصر الأعمال وتسجيلها في النماذج المعدة لذلك بالتنسيق مع مهندس الموقع والمهندس المقيم.

" نموذج تقرير دوري أسبوعي/ شهري"

اسم المشروع: المتعهد:

القيمة العقدية:

تاريخ أمر المباشرة:

تقرير عن المنطقة:

إجمالي الأعمال المنفذة:

م	الوصف	الوحدة	الكمية حسب العقد	الكمية المتوقعة	المنفذ سابقاً	المنفذ خلال الفترة	الإجمالي	نسبة الإنجاز
١	الحفريات	م.ط						
٢	تمديد الأنابيب	م.ط						
٣	ردميات	م.ط						
٤	غرف التفتيش	عدد						
٥	إعادة الإسفلت	م.ط						

المهندس: مدير المشروع:

6-8-3 المساح:

1) الرفع المساحي التمهيدي للأرض الطبيعية للمنطقة التي سيتم تنفيذ أعمال المشروع عليها والتي يتم على أساسها عمل اللوحات التنفيذية للمشروع بالاشتراك مع مساح المقاول.
2) التأكد من نقطة الروبير الرئيس للمشروع التي سيتم البدء بها في أية أعمال مساحية بالاشتراك مع مساح المقاول وإثباتها في محضر بالتنسيق مع مهندس الموقع والمشرف والمهندس المقيم.
3) استلام منسوب قاع الحفر (منسوب التأسيس) للأنابيب الخاصة بشبكات المياه والصرف الصحي
4) استلام مناسيب التأسيس للخزانات العلوية والأرضية وكافة المنشآت الملحقة بالمشروع.
5) استلام منسوب تأسيس غرف التفتيش الخاصة بالصرف الصحي.
6) التأكد من استقامة الأنابيب سواء بين غرف التفتيش للصرف الصحي أو خطوط المياه.
7) استلام منسوب الفرشة للأنابيب الخاصة بشبكات المياه والصرف الصحي.
8) استلام منسوب أعلى الأنابيب الخاصة بشبكات المياه والصرف الصحي.
9) استلام جميع المناسيب المعمارية الخاصة بالمنشآت التي تتبع المشروع.
10) التأكد من أماكن تنفيذ غرف التفتيش بالإحداثيات.
11) التأكد من مناسيب أغطية غرف التفتيش وغرف الصمامات وغرف التفتيش بالنسبة لمنسوب التسوية النهائي.
12) مراجعة الميزانية الشبكية في مواقع الخزانات ومحطات الضخ قبل البدء بالحفر.
13) أي أعمال مساحية أخرى يتطلبها المشروع.
14) أعمال الحصر التي تتطلب استخدام الأجهزة المساحية مثل أطوال الأنابيب وتفرعات الصرف الصحي.
15) تحديد أماكن التوصيلات المنزلية طبقاً لمخارج المنازل.

7-8-3 مراقب الموقع:

1) متابعة أعمال الردم والتأكد من أن مواد الردم مطابقة للمواصفات وإجراء اختبارات الرص لطبقات الردم للفرشة وفوق الأنابيب إلى منسوب التسوية النهائي.

استلام اختبارات الضغط لأنابيب المياه والصرف الصحي تحت إشراف مهندس الموقع.

3) الإشراف على أعمال إعادة الطرق لأصلها (الأسفلت – الأرصفة) بعد انتهاء الأعمال مع متابعة أعمال الأسفلت والتأكد من درجة حرارة الأسفلت قبل فرده.

4) أعمال الحصر التي لا تتطلب استخدام الأجهزة المساحية مثل عدد الصمامات ومقاسات وأبعاد المنشآت الخرسانية وأطوال الوصلات المنزلية.....الخ.

5) معرفة الأعمال التي سيقوم المقاول بتنفيذها يومياً من خلال برنامج العمل اليومي.

6) مراجعة بيان المعدات والعمالة المقدم من المقاول مع الموجود فعلياً بالموقع ورفع أي تغييرات لمهندس الموقع للتأكد من مصداقية المقاول.

7) مراجعة تخزين المواد لدى المقاول يومياً والتأكد من عدم وجود مواد غير مطابقة للمواد المعتمدة وفي حالة العثور على ذلك يقوم بوضع علامات عليها وإبلاغ مهندس الموقع لاستبعادها

8) التأكد من أن الخطوط سيتم حفرها في المكان الصحيح طبقاً للمخطط الهرمي

9) استلام أعمال الحفر والفرشة أسفل وأعلى الأنابيب وعمليات اللحام الكهربائي لأنابيب البولي ايثيلين والتأكد من أن الأعمال مطابقة للمواصفات.

10) التواجد المستمر بالموقع ومراقبة الأعمال وفي حال حدوث مشكله أو كسر خط مياه أو هاتف أو كهرباء يقوم بإبلاغ مهندس الموقع مع تحديد زمن الحدوث والسبب.

11) التأكد من مستلزمات السلامة والأمان وأنها كافيه ومناسبة لطبيعة المكان وظروفه ويتم التنبيه على المقاول لاستكمال أي نواقص.

12) متابعة أعمال الحدادين أثناء تجهيز الحديد للتأكد من الالتزام بمخططات تفريد الحديد المعتمدة لإمكان تدارك أية أخطاء مع معاونة مهندس الموقع في استلام أعمال الحدادة والنجارة المسلحة.

13) متابعة أعمال صب الخرسانات والتأكد من درجة حرارة الخرسانة قبل الصب وعمل اختبار الهبوط بالموقع (slump test) والتأكد من رش الشدات بالمياه قبل الصب ومتابعة أعمال الهز للخرسانة والإشراف على أخذ الأسطوانات في وجود مهندس

الموقع أو مهندس المواد مع التأكد من عدم فك الشدات قبل الوقت اللازم ومراقبة عمليات العزل للمنشآت الخرسانية بالمشروع.

14) متابعة أعمال معالجة الخرسانة والتأكد من أنها تتم في الأوقات الصحيحة وبانتظام.

الفصل الثامن
الحمولات الخارجية على الأنابيب

1-8 مقدمة:

يتطلب التصميم الانشائي للأنبوب أن تكون قوة تحمل الأنبوب (حمل التهشيم) مقسوماً على معامل أمان مناسب يساوي أو يزيد على الأحمال الواقعة عليه ممثلة بوزن التربة وأية أحمال حية أخرى (الحمل الآمن)

ويشمل هذا الفصل طريقة حساب الأحمال الناتجة من التربة والأحمال الخارجية الحية والميتة على الأنابيب الصلبة والمرنة.

2-8- تصنيف الأنابيب:

1-2-8 الأنابيب الصلبة (Rigid Pipes) :

وهذه النوعية من الأنابيب تمتاز بمقاومة عالية لأحمال التهشيم وتشمل الآتي:

- أنابيب الفخار.
- أنابيب الخرسانة العادية.
- أنابيب الخرسانة المسلحة.
- أنابيب الخرسانة مسبقة الاجهاد.
- أنابيب الاسبستوس الأسمنتي.
- أنابيب الفونت.

2-2-8 الأنابيب المرنة (Flesible Pipes):

وهذه النوعية من الأنابيب لها قابلية للانبعاج تحت تأثير الأحمال الخارجية. وتتحمل الأنابيب هذه الأحمال عن طريق مقاومتها بالإضافة إلى رد فعل التربة الجانبي من تحرك جوانب الأنبوب جهة التربة وتشمل الآتي:

- أنابيب البوليستر المسلح بألياف الزجاج (GRP).
- أنابيب البلاستيكية البلاستيك (UPVC & PVC).
- أنابيب حديد الصب.

3-2-8 الأنابيب شبه الصلبة (Semi Rigid Pipes):

- وهي الأنابيب التي تسلك سلوك الأنابيب الصلبة في الأقطار الصغيرة وسلوك الأنابيب المرنة في الأقطار الكبيرة وهي:
- أنابيب الفونت المرن (Ductile Cast Iron)

وفيما يلي تعريف للمصطلحات الهامة:

1) الأحمال الخارجية للأنبوب:

وهي عبارة عن وزن التربة فوق الأنبوب بالإضافة إلى أي أحمال حية واقعة عليه.

2) حمل التهشيم: (Crushing strength):

ويتم معرفته من نتائج الاختبار في المعمل ووحداته كجم/م الطولي لكل نوع أنبوب.

3) معامل الأمان: (Factor of Safety):

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

4) معامل التحميل: (Loading Factor):

هو النسبة بين اقصى أحمال خارجية على الأنبوب في الطبيعة والحمل الآمن.

$$\text{معامل التحميل} = \frac{\text{أقصى أحمال خارجية على الأنبوب في الطبيعة}}{\text{الحمل الآمن}}$$

5) الحمل الآمن: (Safe Load):

هو حمل التهشيم مقسوم على معامل أمان طبقاً للمواصفات القياسية لنوع الأنبوب.

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

فيكون:

$$\text{الحمل الآمن المطلوب للأنبوب} = \frac{\text{أقصى أحمال خارجية على الأنبوب في الطبيعة}}{\text{معامل التحميل}}$$

3-8 الأحمال ومقاومة الأنابيب Load and Supporting Strength

يمكن حساب مقاومة الأنابيب للأحمال الخارجية بإتباع الخطوات التالية:

1- حساب الحمل الناتج عن تربة الردم فوق الأنبوب (Earth load).

2- حساب الحمل الحي (Live load).

3- حساب معامل الحمل (Load factor).

4- تطبيق معامل الأمان (Factor of safety).

5- حساب مقاومة الأنبوب (Pipe strength).

1-3-8 الحمل الناتج عن مادة الردم Determination of Earth Load

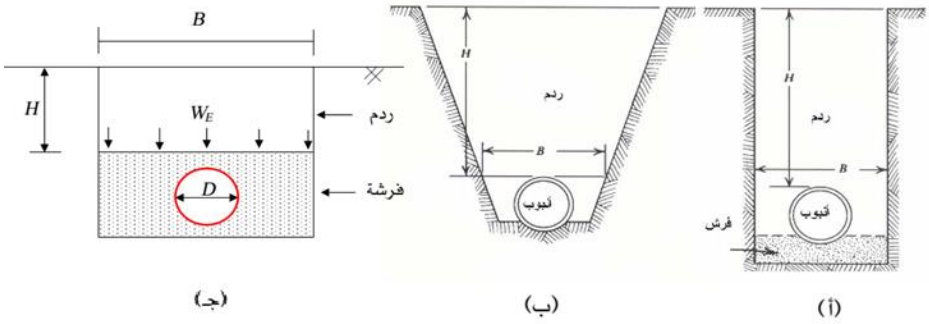
يمكن حساب الحمل الناتج عن مادة الردم في حالة أنبوب مدفون في خندق الشكل (1-8) وتتوقف طريقة الحساب حسب نوع الأنبوب باستخدام العلاقة الآتية:

- حالة الأنابيب الصلبة:

$$W_E = C_d \gamma_s B^2$$

- حالة الأنابيب المرنة:

$$W_E = C_d \gamma_s B D$$



الشكل (8-1) الحمل الناتج عن مادة الردم

حيث:

W_E : الحمل الذي يتعرض له الأنبوب لكل وحدة طول منه.

γ_s : الوزن النوعي الخاص بتربة الردم، والجدول (8-1) يعطي قيم γ_s لبعض أنواع التربة المستخدمة في ردم الأنابيب.

B: عرض الخندق، ويمكن أن يستنتج من العلاقة: $B=1.5\ D + 300$.

D: قطر الأنبوب.

C_d : معامل يتعلق بعمق الخندق.

الجدول (8-1) الوزن النوعي لبعض أنواع تربة الردم

نوع التربة	الوزن النوعي Kg/m^3
رمل جاف (Dry sand)	1600
رمل عادي (Ordinary Sand)	1840
رمل مبلل (Wet Sand)	1920
رمل رطب (Damp Sand)	1920
طين مشبع (Saturated clay)	2080
تربة سطحية مشبعة (Saturated topsoil)	1840
تربة سطحية ورمل رطب (Sand and damp topsoil)	1600

ويمكن الحصول على المعامل C_d من الشكل (8-2) أو حسابه باستخدام العلاقة:

$$K = \frac{\sqrt{\mu^2+1}-\mu}{\sqrt{\mu^2+1}+\mu} = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} \qquad C_d = \frac{1-e^{-2\,k\,\mu'\,H/B}}{2\,K\,\mu'}$$

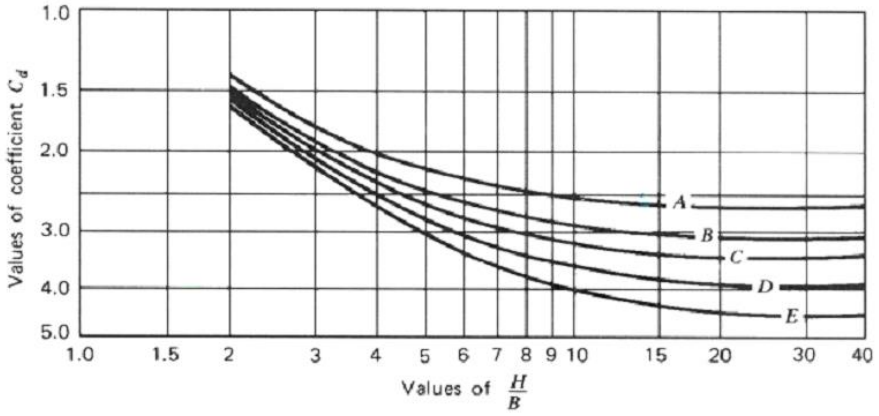
حيث: H: عمق الردم فوق الأنبوب.

K: معامل رانكن ويمثل النسبة بين الضغطين الداخلي (Active internal pressure) والرأسي (Vertical Pressure)

μ': معامل الاحتكاك بين مادة الردم وجوانب الخندق.

μ: معامل الاحتكاك لمادة الردم.

φ: زاوية الاحتكاك الداخلي لمادة الردم.



الشكل (8-1) استنتاج قيم المعامل C_d

ويعطي الجدول (8-2) قيم $K\,u'$ لأغلب أنواع التربة المستخدمة في الردم.

الجدول (8-2) قيم $K\,u'$ لأغلب أنواع التربة

نوع التربة	أقصى قيم $K\,u'$
تربة غير متماسكة (Cohesionless granular soil)	0.192
رمل وبحص (Sand and gravel)	0.165
تربة سطحية مشبعة (Saturated topsoil)	0.150
طين (Saturated clay)	0.130
طين مشبع (Saturated clay)	0.110

تطبيق:

احسب الحمل الذي يتعرض له أنبوب صلب موضوع في خندق مردوم بتربة طينية مبللة، علماً أن:

- قطر الأنبوب =600 mm
- عمق الخندق =3.60 m
- عرض الخندق= 1.20 m

الحل: الحمل لكل متر طولي من الأنبوب الصلب W_E:

$$W_E = C_d W B^2$$

حيث: $C_d = \dfrac{1-e^{-2\,k\,u'\,H/B}}{2\,K\,u'}$

من الجدول (8-1) نجد:

$$W = 1920\ kg/m^3$$

من الجدول (8-2) نجد:

$$K\,u' = 0.11$$

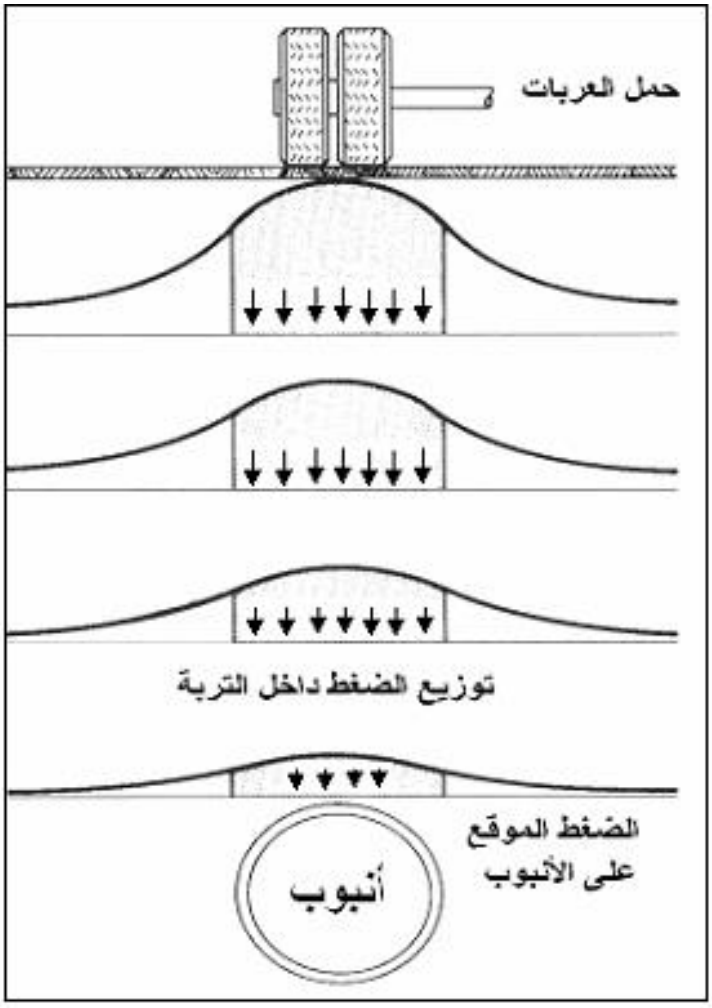
فيكون:

$$C_d = \frac{1-e^{-2\,(0.11)\ 3/1.2}}{2\,(0.11)} = 2.2$$

وتكون الحمولة الناتجة عن الردم: $W_E = 2.2\times(1920)\times(1.2)^2 = 6082\ kg/m$

2-3-8 الأحمال الحية الواقعة على الأنابيب Applied Live Load on Pipes:

وتشمل أحمال المباني القريبة من خط الأنابيب والأحمال المرورية وغيرها، وتؤثر هذه الأحمال بشكل كبير على الخطوط القريبة من سطح الأرض كما هو مبين في الشكل (3-8).



الشكل(3-8) تأثير أحمال المرور على الأنابيب المدفونة

ويمكن حساب نسبة الحمل التي تصل إلى خط الأنابيب باستخدام الجدولين(3-8) و(4-8).

الجدول (8-3) نسبة الأحمال السطحية (الطويلة) التي تصل إلى الأنابيب

نسبة العمق إلى العرض	رمل وتربة سطحية	تربة سطحية مشبعة	تربة طينية رطبة	تربة طينية مشبعة
0.0	1.0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.85	0.86	0.88	0.89
1.0	0.72	0.75	0.77	0.80
1.5	0.61	0.64	0.67	0.72
2.0	0.52	0.55	0.59	0.64
3.0	0.37	0.41	0.45	0.51
4.0	0.27	0.31	0.35	0.41
5.0	0.19	0.23	0.27	0.33
6.0	0.14	0.17	0.20	0.26
8.0	0.07	0.09	0.12	0.17
10.0	0.04	0.05	0.07	0.11

الجدول (8-4) نسبة الأحمال السطحية (القصيرة) التي تصل إلى الأنابيب

نسبة العمق إلى العرض	رمل وتربة سطحية	تربة سطحية مشبعة	تربة طينية رطبة	تربة طينية مشبعة
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00
0.5	0.77	0.78	0.79	0.81
1.0	0.59	0.61	0.63	0.66
1.5	0.46	0.48	0.51	0.54
2.0	0.35	0.38	0.40	0.44
2.5	0.27	0.29	0.32	0.35
3.0	0.21	0.23	0.25	0.29
4.0	0.12	0.14	0.16	0.19
5.0	0.07	0.09	0.10	0.13
6.0	0.04	0.05	0.06	0.08
8.0	0.04	0.02	0.03	0.04
10.0	0.01	0.01	0.01	0.02

3-3-8 معامل الحمل Load Factor:

يحسب معامل الحمل باستخدام العلاقة الآتية:

$$L_f = \frac{[W_E + W_L]}{W_B}$$

حيث:

L_f : معامل الحمل

W_L : الحمل الخارجي الذي يتعرض له الأنبوب

W_B : قدرة التحمل للثلاث حافات (Three-edge bearing strength).

4-3-8 تطبيق معامل الأمان factor of Safety:

عند تحديد مقاومة الأنابيب للأحمال الخارجية فإن معامل الأمان F_S يحدد بالقيم التالية:

- أنابيب الخرسانة المسلحة: $F_S = 1$
- أنابيب أخرى غير الخرسانة المسلحة: $F_S = 1.25 - 1.5$

4-8- قدرة التحمل اللازمة للمواسير Required Bearing Stringth for Pipes:

تحسب قدرة تحمل الأنابيب باستخدام العلاقة التالية:

$$W_B = \left(\frac{W_E}{L_f} + \frac{W_L}{1.5} \right) F_s$$

حيث:

W_B : قدرة التحمل للثلاث حافات (Three-edge bearing strength)

W_L : الحمل الخارجي الذي يتعرض له الأنبوب.

ويمكن استعمال الجداول من (8-5) إلى (8-8) لتصميم أنابيب الصرف الصحي المصنوعة من الفخار والخرسانة حسب المواصفات الأمريكية (ASTM).

جدول (8-5) أدنى مقاومة تكسير لأنابيب الفخار طبقاً للمواصفات الأمريكية

Minimum crushin strength of clay pipe (ASTM)

Nominal size (mm)	Extra strength clay pipe, Kgf/linear (m)	Standard strength clay pipe, Kgf/linear (m)
100	2980	1790
150	2980	1790
200	3270	2080
250	3570	2380
380	4320	2980
460	4910	3270
530	5730	3570
610	6550	3870
690	6990	4170
760	7440	4910
840	8190	5360
915	8930	5960

جدول (8-6) متطلبات الأبعاد والخواص الفيزيائية لأنابيب الخرسانة غير المسلحة طبقاً للمواصفات الأمريكية

Physical and dimensional requirements for non-reinforced concrete pipes (ASTM)

Internal diam., (mm)	Class 1		Class 2		Class 3	
	Minimum Thickness Of wall, (mm)	Minimum Strength, kN/linear m, (mm)	Minimum Thickness Of wall, (mm)	Minimum Strength, kN/linear m, three-edge bearing	Minimum Thickness Of wall, (mm)	Minimum Strength, kN/linear m, three-edge bearing
100	15.9	21.9	19.0	29.2	22.2	35.0
150	15.9	21.9	19.0	29.2	25.4	35.0
200	19.0	21.9	22.2	29.2	28.6	35.0
250	22.2	23.3	25.4	29.2	31.8	35.0
310	25.4	26.3	34.9	32.8	44.5	37.9
380	31.8	29.2	41.3	37.9	47.6	42.2
460	38.1	32.1	50.8	43.8	57.2	48.1
530	44.5	35.0	57.2	48.1	69.9	56.2
610	54.0	37.9	76.2	52.5	95.3	64.2

جدول (8-7) مقاومة الأحمال لأنابيب الخرسانة المسلحة طبقاً للمواصفات الأمريكية

Supporting strength of concrete pipe

	Standard strength Concrete sewer pipe, C14 Safety factor = 1.5				Extra strength Concrete sewer pipe, C14 Safety factor = 1.5			
Bedding class	D	C	B	A	D	C	B	A
Load factor	1.1	1.5	1.9	3.0	1.1	1.5	1.9	3.0
Internal diameter of pipe, (mm)	Supporting strength, (kN/m)							
150	11.68	16.06	20.44	32.12	21.90	29.20	36.50	58.40
200	13.14	18.98	23.36	37.96	21.90	29.20	36.50	58.40
250	14.60	20.44	26.28	40.88	21.90	29.20	36.50	58.40
310	16.06	21.90	27.74	43.80	23.36	32.12	40.88	65.70
380	17.52	24.82	32.12	51.10	29.20	40.88	51.10	80.30
460	20.44	29.20	36.50	58.40	35.04	48.18	61.32	96.36
530	23.36	32.12	40.88	64.24	40.88	55.48	71.54	113.88
610	42.82	35.04	43.80	70.08	42.34	58.40	74.46	116.80

جدول (8-8) الأحمال التصميمية لأنابيب الخرسانة المسلحة طبقاً للمواصفات الأمريكية

Design loads for reinforced concrete pipe (ASTM)

Design load, (N/m per mm diameter)		
Class	To produce a 0.25 mm crack	Ultimate
I	38.3	57.4
II	47.9	71.8
III	64.6	95.8
IV	95.8	144.0
V	144.0	180.0

5-8 الحمولة الهيدروستاتيكية:

في حال وجود مياه جوفية تصل لمنسوب محور الأنبوب يعطى الضغط المطبق بالعلاقة:

$$P_w = 9.81\ \gamma_w\ H_g$$

حيث:

P_w : الضغط الهيدروستاتيكي المطبق.

γ_w : الوزن النوعي للماء.

H_g : ارتفاع منسوب الماء فوق محور الأنبوب.

6-8 حساب الأحمال الخارجية الحية W_L :

يعطى الحمل الحي على الأنبوب الناتج عن مرور السيارات

$$W_L = \frac{P\ I_f}{L_1 \times L_2}$$

حيث:

P : حمل الدولاب ويقدر 72570 N.

I_f : عامل الصدم.

ويقدر بـ 1.1 من أجل $0.614\,m < H \le 0.9\,m$

ويقدر بـ 1.0 من أجل $H > 0.9\,m$

L_1 : عرض الحمل الموازي لاتجاه الحركة.

$$L_1 = 0.253 + 1.75\,H$$

L_2 : عرض الحمل عمودياً على اتجاه الحركة.

من أجل $0.6\,\text{m} < H < 0.76\,\text{m}$

$$L_2 = 0.51 + 1.75\,H$$

من أجل $H \geq 0.76\,\text{m}$

$$L_2 = \frac{13.31 + 1.75\,H}{8}$$

7-8 التحقق من عمق الردم المسموح:

يجب ألا تزيد الحمولات المطبقة على الأنبوب عن رتبة الحمولة المسموحة للأنبوب

$$\left(W_E + W_L\right) \leq W_G$$

حيث:

W_E : الحمولة الميتة.

W_L : الحمولة الحية.

W_G : الحمولة التي يتحملها الأنبوب.

8-8 التحقق من الانحراف:

يجب ألا تؤدي الأحمال الخارجية (الحية والميتة) إلى نشوء انحراف شاقولي طويل الأمد يزيد عن 5% أو الحد المسموح به للأنابيب أيهما أقل.

$$\frac{\Delta y}{D} \leq 5\%$$

حيث:

Δy : الانحراف الشاقولي المتوقع أو المحسوب.

D : قطر الأنبوب.

يمكن حساب $\frac{\Delta y}{D}$ من العلاقة:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{\left(D_L\, W_C + W_L\right) K_X}{0.149\, P_S + 0.061\, E'}$$

أو من العلاقة:

$$\frac{\Delta y}{D} = \frac{(D_L\, W_C + W_L)\, K_X}{8\, S + 0.061\, E'}$$

حيث:

$P_S = \frac{1}{0.149}\frac{EI}{r^3}$ صلابة الانبوب وفق ASTM و AWWA

$S = \frac{EI}{D^3}$ صلابة الانبوب وفق BS 5480 و ISO

وبالتالي:

$$0.49\, P_S = \frac{EI}{r^3} = 8\frac{EI}{D^3} = 8\, S$$

حيث:

D_L: عامل تأخر الانحراف (بدون أبعاد) وهو يأخذ بعين الاعتبار تصلب التربة مع الزمن.

$D_L = 2$ من أجل الطمر غير العميق مع رص متوسط أو شديد للتربة.

$D_L = 1.5$ تربة طمر مع رص خفيف.

γ_S: الوزن النوعي للتربة.

K_S: عامل الانحراف ويتعلق بتأثير التربة على أساس الأنبوب.

$K_S = 0.083$: من أجل قاعدة منتظمة الشكل أسفل الأنبوب.

$K_S = 0.1$: من أجل ردم مباشر.

E: عامل المرونة لمادة الأنبوب.

E': عامل مرونة رد فعل التربة.

I: عزم عطالة المقطع العرضي.

تطبيق:

يتم ردم أنبوب صرف صحي صلب قطره D=600mm وصلابته S=5000 بتربة وزنها النوعي $\gamma_s = 2080 N/m^3$ والمطلوب: حساب الانحراف الناتج عن الحمولات الخارجية (الحية والميتة) من أجل أعماق ردم H(m) تتراوح من 1m إلى 15m بتزايد 1m واستنتاج عمق الردم الاعظمي المسموح به.

إذا علمت:

$K\mu' = 0.11$ $Ks = 0.13$

$I_f = 1$ $D_L = 1.5$

$P = 72570\ N$ $E' = 151800$

الحل:

نرتب الحسابات في الجدول الآتي:

dy/d	wL	L2	L1	wc	Cd	B	H
0.060	19246.03	1.88	2.003	2280.56	0.76	1.2	1
0.041	9202.39	2.10	3.753	4179.11	1.40	1.2	2
0.038	5684.20	2.32	5.503	5759.64	1.92	1.2	3
0.038	3941.12	2.54	7.253	7075.41	2.36	1.2	4
0.040	2923.17	2.76	9.003	8170.77	2.73	1.2	5
0.042	2267.56	2.98	10.753	9082.66	3.03	1.2	6
0.044	1816.65	3.20	12.503	9841.79	3.29	1.2	7
0.045	1491.49	3.41	14.253	10473.76	3.50	1.2	8
0.047	1248.39	3.63	16.003	10999.87	3.67	1.2	9
0.048	1061.41	3.85	17.753	11437.86	3.82	1.2	10
0.049	914.24	4.07	19.503	11802.47	3.94	1.2	11
0.050	796.17	4.29	21.253	12106.01	4.04	1.2	12
0.051	699.90	4.51	23.003	12358.70	4.13	1.2	13
0.051	620.32	4.73	24.753	12569.07	4.20	1.2	14
0.052	553.73	4.95	26.503	12744.20	4.25	1.2	15

ويكون عمق الردم المسموح به 12 m

الفصل الثاني
العقـود الهندسية

العقد الهندسي هو ما يعرف بعقد المقاولات وهو اتفاق بين طرفين ذوي أهلية للقيام بعملية مشروع مقابل العوض. وهو الصيغة التي جرى العرف باستخدامها عند التعاقد بين المالك والمقاول ويحدد فيها حقوق كل طرف ومسؤولياته تجاه الطرف الأخر وتضمن تنفيذ المشروع بكل تفاصيله بدقة وسلامة وبما يتفق مع المخططات والرسومات. ولا بد وأن تكون بصيغة مكتوبة (تحريرياً)، وذلك لكثرة الشروط والبنود وحتى يمكن الرجوع إليها عند حدوث مشاكل أو سوء فهم بين أطراف العقد.

إن الغرض من هذه العقود هو القيام بتقديم الخدمات الهندسية الاستشارية للإشراف على مشاريع المياه والصرف الصحي ويشمل ذلك تقديم الخدمات والأفراد والموظفين والمواد وجميع الأشياء اللازمة لتنفيذ وإتمام الأعمال المبينة في وثائق العقد وكذلك الخدمات المؤقتة والإضافية والتكميلية والتعديلات التي يطلب صاحب العمل من الاستشاري القيام بها وفقاً لشروط العقد ووثائقه.

2-1 مكونات العقد الهندسي

يتكون عقد المقاولة من عدة بنود يمكن تقسيمها إلى الأقسام التالية :

2-1-1 الاتفاقية:

في هذا المستند يجسد الاتفاق بين طرفي العقد وهما المالك والمقاول بصورة أساسية، وقد يدخل في العقد طرف ثالث وربما يتضمن أيضاً بعض الشهود

- من هو المالك؟

هو صاحب العمل والفريق الأول في العقد، وهو الذي يعلن عن المناقصة، وقد يكون المالك فرداً أو هيئة اعتبارية مثل وزارة الإسكان.

- من المقاول؟

هو الشخص أو الفرد الذي يقدم عروضه لتنفيذ العمل الهندسي، ويكون هو الطرف الثاني في العقد.

ويحتوي على:

1) اسم كل منهما وبياناته كاملة.
2) اسم الشهود على العقد وعادة ما تكون جهة رسمية ملمة بالنواحي القانونية.
3) اسم المشروع المزمع تنفيذه مع إعطاء نبذة عن محتوياته الأساسية.
4) الزمن الكلي لتنفيذ المشروع، وتكلفته الكلية.
5) أسلوب التعامل المادي بين المالك والمقاول.
6) محتويات العقد من رسومات هندسية وشروط وخطابات ضمان وتأمينات وغرامات.

2-1-2 الفرقاء والأشخاص:

1) **الفريق:** يعني صاحب العمل والمقاول كما يدل عليه السياق.
2) **صاحب العمل:** يعني الشخص المسمى بصاحب العمل في ملحق عرض المناقصة وكذلك خلفاءه القانونيين.
3) **المقاول:** يعني الشخص (الأشخاص) المسمّى بالمقاول في كتاب عرض المناقصة الذي وافق عليه صاحب العمل، ويشمل كذلك خلفاءه القانونيين.
4) **المهندس:** يعني الشخص الذي يعينه صاحب العمل للقيام بمهام المهندس لأغراض هذا العقد، والمسمّى في ملحق عرض المناقصة بهذه الصفة، أو أي شخص آخر يقوم صاحب العمل بتعيينه بديلاً للمهندس من وقت إلى آخر، ويبلغ المقاول عن ذلك التعيين.
5) **ممثل المقاول:** يعني الشخص الذي يسميه المقاول لتمثيله في العقد، أو من يعينه من وقت إلى آخر ليتصرف نيابةً عنه.
6) أفراد صاحب العمل: يعني المهندس ومساعديه وغيرهم من موظفي وعمال المهندس وصاحب العمل، وكذلك أياً من الأفراد الذين يقوم المهندس أو صاحب العمل بإبلاغ المقاول أنهم من أفراد صاحب العمل.
7) **مستخدمو المقاول:** يعني ممثل المقاول وجميع من يستخدمهم المقاول في الموقع، بمن فيهم الموظفون والعمال وغيرهم من جهاز المقاول أو جهاز أي مقاول فرعي، والأشخاص الآخرين الذين يساعدون المقاول في تنفيذ الأشغال.

8) **المقاول الفرعي:** يعني أي شخص يسمّى في العقد مقاولاً فرعياً، أو أي شخص يتم تعيينه مقاولاً فرعياً لتنفيذ جزء ما من الأشغال، والخلفاء القانونيين لأي من هؤلاء.

9) **مجلس فضّ الخلافات:** يعني الشخص أو الأشخاص الثلاثة الذين يسمون بهذه الصفة في العقد، أو أي أشخاص آخرين يتم تعيينهم.

3-1-2 الشروط الإدارية والقانونية التي تنظم العلاقة بين طرفي العقد.

a) خطاب الدعوة

وهي رسالة موجهة من المالك تصف العمل بشكل مختصر وتدعو المقاولين الموجهة إليهم لتقديم عروضهم.

b) الشروط العامة

وتشمل هذه الشروط مجموعة الاحكام العامة لأي مشروع وعادة يمكن حصرها في الآتي:

- تعريف بالمشروع (المالك، المقاول، المصمم)
- مكونات العقد
- حقوق المالك والمقاول والمصمم ومسؤولياتهم
- الزمن الكلي لتنفيذ المشروع
- طريقة الدفع بين المقاول والمالك
- التأمينات وغرامات التأخير

c) الشروط الخاصة:

وتشمل لا للحصر أسماء أطراف التعاقد وتاريخ تعاقدهم ومحله والمبلغ المتفق عليه ومدة العمل وقيمة غرامة التأخير وأية شروط خاصة بالمالك أو يريد المالك تغيير نص مادة في الشروط العامة فيورد التغيير في الشروط الخاصة.

أهداف الشروط الخاصة في العقود الهندسية:

- إعطاء المالك مرونة في إحداث بعض التعديلات في بنود المشروع من دون التأثير في زيادة الأسعار.
- تغير بنود التأمينات التي نُص عليها في الشروط العامة وكذلك وضع شروط غرامة التأخير وكيفية تحمل المخاطر.

- تحديد مسؤولية المالك في توفير عدد من المواد الخاصة كالمعدات والأدوات أو القيام ببعض الأعمال الاستشارية المكملة للمشروع كأعمال مساحية أو اختبارات للتربة أو مواد البناء أو تزويد المشروع بخدمات عامة (كهرباء، مياه).
- وضع مواصفات خاصة كاستبدال مواد مذكورة في الشروط العامة بأخرى ذات مواصفات وجودة عالية.
- وضع اشتراطات على المقاول بعدم انشغاله بأعمال أخرى في الوقت الذي يتم فيه تنفيذ المشروع حتى لا يعرقل سير المشروع المتعاقد عليه.

d) المواصفات العامة

وهي المواصفات التي تصف المواد المستخدمة في الإنشاء من حيث التصنيع وطريقة التركيب ونوع المعالجة والفحوصات المطلوبة وتكون أيضاً موحدة وثابتة لكل دولة.

وهي تعطي المقاول حرية التعامل مع موردي مواد مختلفة شريطة التقيد بالمواصفات العاملة لتلك الموارد وهناك حالات خاصة فقط يضطر المهندس فيها إلى تحديد نوع معين من المواد المستخدمة في المشروع لتحقيق جودة خاصة وفي حال وجود نزاع بين المالك والمقاول يتم عادة اللجوء إلى جهة استشارية لإبداء الرأي النهائي ولحل النزاع.

e) المواصفات الخاصة

وهي المواصفات التي تحدد نوعية المواد المستخدمة وأسماء شركاتها ولونها وحجمها وعددها.

2-1-4 مسؤوليات طرفي التعاقد:

a) مسؤولية المالك:

- وصف الأعمال المطلوب تنفيذها وتقديم رسومات ومواصفات كاملة لها.
- تهيئة المناخ اللازم للمقاول لتنفيذ بنود أعمال المشروع.
- دفع المستحقات المطلوبة للمقاول في مواعيدها.
- الاشتراك في المسؤولية مع المقاول في حال تعاقده مباشرة مع موردي المواد.
- استلام المشروع بعد انجازه واعتماده طبقاً للمواصفات والتأكد من عمله بصورة جيدة.

- استرداد أية ضمانات مالية للمقاول وأية مستحقات أخرى بناء على شروط العقد.

ويهدف المالك من خلال العقد إلى:

1) الحصول على أحسن جودة للمشروع وبأقل تكلفة وفي أقل وقت
2) تجنب تحمل المخاطر في حالة حدوثها قدر الإمكان
3) الاحتفاظ بأخذ قرار أي تغييرات تقنية قد تطرأ على المشروع أثناء مرحلة التنفيذ

b) مسؤولية المقاول:

- القيام بتنفيذ الأعمال المطلوبة بما يتفق والشروط والمواصفات والرسومات وفي المدة المحددة للعقد.
- يجب الحصول على موافقة كتابية من مالك المشروع إن تطلب التعاقد مع مقاولين فرعيين لتنفيذ بعض الاعمال التخصصية وهو المسؤول على إلزام المقاول الفرعي على كافة الالتزامات والشروط المتفق عليها بين المقاول الرئيس والمالك.
- على المقاول ابلاغ المالك كتابة على أي أخطاء فنية يرى انها تؤثر على سلامة المشروع.
- على المقاول–بناء على طلب كتابي– إشعار المالك على استبدال في المواد المستخدمة لتنفيذ بنود الاعمال شريطة أن تكون المادة المقترحة مكافاة من جميع الوجوه للمادة المراد استبدالها.
- هو المسؤول عن سلامة المنشأ خلال مدة الإنشاء وخلال سنة الضمان والمسؤولية الكاملة لسلامة المنشأ في مدى (10) سنوات تالية للتسليم الابتدائي وإذا حدث خلل في المنشأ فيتحمل المقاول إصلاحه على نفقته.
- الحفاظ على المواد والمهمات المسلمة إليه في الأعمال وكذلك المحافظة على المنشآت التي تم إنجازها ولم تسلم للمالك.
- دفع أجور العمال والتامين عليهم ضد الحوادث وأخطار المهنة أثناء وجودهم في موقع العمل.

وتكون الاهداف الاساسية للمقاول أثناء التعاقد:

1) الوصول إلى اتفاق مع المالك على تحديد زمن تنفيذ المشروع
2) تحقيق أعلى عائد مادي من خلال تنفيذ المشروع

3) تجنب حدوث المخاطر داخل الموقع قدر الإمكان.

4) تجنب الوقوع في الشروط الجزائية مثل غرامات التأخير أثناء تنفيذ المشروع.

c) حقوق ومسؤولية كل من طرفي التعاقد من الناحية المالية وطرق الدفع :

وهي الصيغة التي يحدد فيها ماهية الاتفاق من تحديد المتعاقدين ونوع العقد ونوع العمل و المبلغ مقابل التنفيذ وكيفية وموعد الدفع.

أي هي الأسعار التي يتفق عليها الطرفان (المالك والمقاول) عند توقيع العقد حتى نهايته ولا يحق للمقاول المطالبة بالزيادة.

2-1-5- مدة تنفيذ الأعمال (Construction Time) والشروط الجزائية في حالة الإخلال بها.

وهي المدة المحددة وطبقا للبرنامج الزمني المتفق عليه والمعتمدة من المالك وذلك من تاريخ صدور الأمر الكتابي للمقاول وتسليمه الموقع خالياً من أي عوائق وحتى يصبح العمل(المشروع) صالحاً من كل الوجوه للاستلام النهائي.

2-1-6- الضمانات التي يطلبها المالك لحسن تنفيذ الأعمال كالتأمينات الابتدائية والنهائية وتأمين الضمان.

1) التأمين-: (Deposits)

- **التأمين الابتدائي:(Security Deposit)**

يقدم المقاول هذا النوع من الضمان أثناء تقديمه للعطاء لكونه شرطاً من شروط الدخول في المناقصة وهو تامين ابتدائي مقداره (١ %) من مجموع قيمة العطاء ويعد هذا التأمين ضماناً لجدية أو لحسن نية المقاول ويدفع من قبل كل مقاول يتقدم بالعطاء للمالك لكونه شرطاً من شروط الدخول في المناقصة ويتم دفعه عند تقديم العطاء، أو يقدم خطاب ضمان بهذه القيمة لأحد البنوك ويسترد هذا التامين للمقاولين الذين لم يرسى عليهم العطاء. ولا يُلتفت إلى أي عطاء غير مصحوب بهذه الضمانة. ويوضح الشكل (1-2) نموذج لضمن مصرفي.

- **التأمين النهائي:(Guarantee Deposit)**

يجب علي المقاول أن يودع من خلال١٥يوماً أن يودع مبلغاً يعادل (10 %) من مجموع قيمة العطاء بصفة تأمين وتجدر الإشارة إلى أن الهدف الرئيس من الضمان

النهائي هو تعهد المقاول بتنفيذ بنود أعمال المشروع بالشروط والمواصفات والجودة المتعاقد عليها على الوجه الأكمل. ومن مزايا هذا النوع من التأمينات تعهد الجهة المصرفية صادرة الضمان بتمويل المشروع وإكماله في حال إخفاق المقاول القيام بالتزاماته التعاقدية تجاه المالك لسبب ما. وعليه فإن اصدار مثل هذا الضمان يتطلب التحقق من سمعة المقاول وخبرته، وكذلك وضعه المالي وعن عدد المشاريع الناجحة التي سبق له ان نفذها. الشكل (2-1) نموذج لضمن مصرفي.

شهادة ضمان

اسم المصرف: **التاريخ** ___/___/_____

عنوان المصرف: **رقم الضمان** _____

السادة الكرام _____

(اسم المالك)

حيث إن _____ قد تقدم بعطائه لتنفيذ مشروع _____

(اسم المقاول)

عليه يضمن _____ ضمانا غير مشروط بأن تدفع إليكم مبلغ وقدره

(اسم المصرف)

(_____) وذلك ما يعادل _____٪ من قيمة العقد وبموجب شروطه عند أول إشعار كتابي بالدفع.

يعتبر مفعول هذا الضمان صالحا من تاريخ ___/___/_____ حتى تاريخ ___/___/_____ دون شرط أو قيد.

الاعتماد **اسم المصرف**

التوقيع

ملاحظة /يخضع أي نزاع بشأن هذا الضمان للقوانين و اللوائح المعمول بها في _____

(اسم البلد)

الشكل (2-1) نموذج لضمان مصرفي

2) **التسليم-:(Turning Over)**

- **التسليم الابتدائي-:(Primary Turning Over)**

ويكون عند الانتهاء من المشروع بحيث يخطر المقاول المالك بكتاب بانتهاء المشروع فيقوم المالك بتشكيل لجنة من مندوبيه ومهندسيه بمعاينة العمل بحضور المقاول ويتم عمل محضر الاستلام الابتدائي وبعد ذلك تتم فترة سنة للضمان.

- **التسليم النهائي (Final Turning Over)**

يتم الاستلام النهائي بعد مرور سنة ميلادية من تاريخ الاستلام الابتدائي وعند إتمام الاستلام النهائي يصرف للمقاول ما يكون مستحقاً له من مبالغ ويتم رد التأمين النهائي (10%)، وإذا وجدت بعض الإصلاحات فتخصم من هذا التأمين.

3) **مدة الضمان: (Guarantee Period)**

وهي المدة التي يضمن المقاول الأعمال حسب تنفيذها على الوجه الأكمل وهي مدة سنة واحدة من تاريخ الاستلام الابتدائي أو لمدة أطول يمكن أن تمد إليها إلى أن يتم الاستلام النهائي.

2-2 نوع التعاقد وقيمة المشروع المتعاقد عليه.

بمجرد الانتهاء من مرحلة التصميم في المشاريع الهندسية، فإنه يجب على المالك الحصول على شركة مقاولات لتنفيذ أعمال المشروع، وعليه فإن المناقصات في مجال تنفيذ الشبكات وخاصة في المشاريع الحكومية – هي إحدى الأساليب لاختيار مقاول من قبل المالك أو من ينوب عنه، وبذلك يمكن تعريف المناقصة على أنها: محاولة الحصول على أفضل العروض مقدمة من مقاولين لتنفيذ مشروع إنشائي ما في صورة عطاءات.

1-2-2 الإعلان عن المناقصة في المشاريع الحكومية:

هناك إجراءات يجب إتباعها في المناقصات الحكومية، والخطوات الآتية تبين ذلك:

1- يجب إشعار المقاولين المؤهلين في قطاع الإنشاءات قبل المناقصة وذلك بوضع الإعلانات في الجرائد والمجلات.

ويتضمن الإعلان ما يلي:

- طبيعة أو نوع المشروع.

- مكان المشروع.
- نوع العقد المزمع إتباعه في تنفيذ المشروع.
- متطلبات الضمان.
- زمن تنفيذ العمل.
- شروط الدفع.
- مكان الحصول على وثائق تخص المناقصة.
- زمن ومكان تقديم العطاءات.
- تكاليف تنفيذ المشروع.
- الرسوم المطلوبة للحصول على وثائق المناقصة.
- المتطلبات الخاصة بمعدل الأجور للموارد المختلفة.

2- يجب أن يعلن على المناقصة في الوسائل العامة.

3- كل المتقدمين للمناقصة (المقاولين) يجب معاملتهم على السواء من حيث منحهم الفرصة لتقديم عطاء اتهم بشروط مشابهة.

4- قد يضع المالك في بعض الأحيان شروطاً معينة لتأهيل المتقدمين للمناقصة.

3-2 أنواع المناقصات:

حسن اختيار المقاول الجيد هو السبيل لإخراج المشروع الى الوجود بالشكل المرغوب فيه وقد نواجه العديد من العقبات في حال الاختيار الخطأ وقد لا يرى المشروع النور بالأمد القريب.

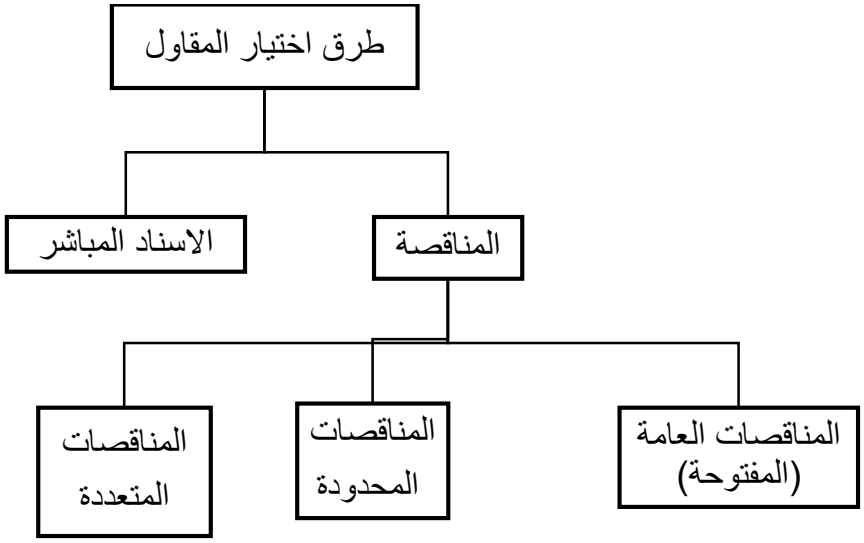
من الممكن تعريف المناقصة بأنها محاولة الحصول على أفضل عرض بأقل تكلفة من خلال عطاءات متنافسة وهي من أفضل الطرق المتبعة لاختيار مقاول ما لتنفيذ عمل هندسي ويمكن أن يمثل الشكل (2-1) طرق اختيار المقاول.

1-3-2 الاختيار عن طريق المناقصة.

1-1-3-2 المناقصات المفتوحة أو العامة Open Tendering

في هذا النوع من المناقصات يسمح لكافة المقاولين بتقديم عطاءاتهم بغض النظر على كفاءاتهم، وتتم دعوتهم عن طريق الإعلان في الوسائل العامة (الجرائد والصحف) وبالرغم من أن قوانين معظم البلاد تشترط اختيار العرض الأقل سعراً من بين العطاءات

إلا أن هذا قد يؤدي إلى ارتفاع في تكلفة المشروع إذا ما تأخر تنفيذ بعض بنوده، أو وقع الاختيار على مقاول غير كفء لتنفيذ المشروع.



الشكل (2-1) طرق اختيار المقاول

- **مميزات المناقصات المفتوحة:**

– السماح لكل من يرغب من المقاولين من الدخول في المناقصة بحيث يفسح المجال لشركات المقاولات الحديثة بالتنافس.

– تجنب اتفاق المقاولين فيما بينهم على تحديد قيمة معينة للمشروع بغرض رفع الأسعار كما في المناقصات المحدودة.

– إمكانية الحصول على بدائل وعروض مختلفة قائمة بالأساس على التنافس المفتوح بين المتقدمين للمناقصة بصورة نزيهة.

- **عيوب المناقصات المفتوحة:**

– يؤدي هذا النوع من المناقصات إلى زيادة التكلفة غير المباشرة في المشروعات المستقبلية بحيث يقوم معظم المقاولين غير الفائزين في المناقصة بترحيل تكاليفهم إلى مشروعات أخرى يتقدمون إليها.

– قد يؤدي هذا النوع من المناقصات إلى مخاطر أو مشاكل في تنفيذ المشروع في حالة اختيار المقاول المتقدم بأقل عطاء من حيث الثمن، الأمر الذي يجعل المقاول أحياناً يقلل من جودة الأعمال المنفذة أو لجوئه لمطالبات مالية بدون وجه حق من المالك.

– يدخل في هذه المناقصات في أغلب الأحيان شركات المقاولات الصغيرة والمتوسطة الحجم ويتم إحجام شركات المقاولات الكبيرة نظراً لارتفاع المصروفات الإدارية والفنية في إعداد العطاء، وكثيراً ما تضطر الشركات الكبيرة إلى خفض سعر العطاء في حالة كساد العمل وذلك للدخول في المنافسة مع الشركات الصغيرة.

2-1-3-2 المناقصات المحدودة Selective Tendering

في هذا النوع من المناقصات يتم التنافس بين عدد معين من المقاولين يتم دعوتهم من قبل المالك لتقديم عطاءاتهم بحيث تتوافر لديهم الصفات المناسبة من حيث الكفاءة والإمكانيات لتنفيذ المشروع.

- **مميزات المناقصات المحدودة:**

– سهولة اختيار المقاول المناسب لتنفيذ المشروع.

– التأكد من تحقيق الصورة النهائية المرجوة للمشروع من حيث جودة العمل بالمواصفات المطلوبة.

– تقليل المصروفات الإدارية من قبل المالك إذ يتم دعوة عدد معين من المقاولين.

– إعطاء المقاولين المتقدمين للمناقصة فرصة لوضع قيمة ربح مناسبة مقارنة بالمناقصات المفتوحة.

- **عيوب المناقصات المحدودة:**

في أغلب الأحيان يتوقف إرساء العطاء على المحاباة والعلاقات الشخصية.

تكلفة المشروع تكون مرتفعة مقارنة بالمناقصات المفتوحة.

عدم إعطاء فرص لشركات مقاولات جديدة للدخول في التنافس.

قد تلجأ الشركات المدعوة للتنافس لعمل اتفاق فيما بينهم لرفع تكلفة المشروع نظير مصالح متبادلة.

3-1-3-2 المناقصات المتعددة Tendering Serial

يستخدم هذا النوع من المناقصات عند وجود عدة مشاريع لدى المالك ذات الطبيعة المتشابهة مثل مشروعات المباني السكنية، والمدارس والمرافق العامة ، بحيث يتم عرض المناقصة على مقاول واحد لنفس المشاريع المتشابهة وبنفس التكاليف والشروط ، إضافة

إلى تنفيذ المشاريع الموكلة إلى المقاول في الزمن المحدد لها وبالمواصفات الفنية المتفق عليها.

- **مميزات المناقصات المتعددة:**

– إعطاء فرصة جيدة للمقاول لتخطيط المشاريع بصورة جيدة (نظراً لتشابه المشاريع من حيث طبيعتها) وبالتالي رفع كفاءة الإنتاج.

– نظراً للتعامل المتكرر بين المالك والمقاول فإن هذا النوع من المناقصات يؤدي إلى إقامة علاقة جيدة بين الطرفين (معرفة الطرفين بأسلوب التعامل) وبالتالي يؤثر على جودة المشروع وارتفاع إنتاجية العمل.

- **عيوب المناقصات المتعددة:**

– عدم إعطاء فرص لمقاولين آخرين في الدخول في المناقصة.

– قد يلجأ المقاول إلى قبول مناقصة بتكلفة منخفضة (في حال تضخم الأسعار) الأمر الذي يؤثر على كفاءة سير العمل وجودة الأعمال المنفذة لبنود المشروع.

2-3-2- الاختيار عن طريق الإسناد المباشر Forced Tendering .

تستخدم هذه الطريقة في المشروعات ذات الطبيعة الخاصة من دون اللجوء إلى عمل مناقصة في الوسائل العامة إذ يتم تكليف أحد المقاولين أو عدة مقاولين بتنفيذ مشروع ما في حالات يمكن ذكرها كالآتي:

– وجود خبرة معينة وقدرات من حيث العمالة والمعدات قد لا تتوفر إلا في مقاول معين.

– تمويل المشروع مادياً من قبل المقاول في حالة صعوبة ذلك بوساطة المالك.

– تستخدم هذه الطريقة أيضاً عند امتلاك المالك شركة المقاولات أو جزء منها.

– يستخدم هذا الأسلوب عند رغبة المالك التنفيذ المبكر للمشروع من دون اللجوء إلى عمل مناقصة إذ يتم توفير وقت وجهد كبيرين.

– يستخدم هذا الأسلوب في حالة وجود مرجعية جيدة لمقاول ما لدى مالك المشروع من واقع أعمال سابقة تم تنفيذها بنجاح وجودة عالية.

- **مميزات أسلوب الإسناد المباشر:**

– تنفيذ المشروع بجودة عالية وبالشروط الفنية المتفق عليها.

- التوفير الملموس في الوقت والجهد المبذول لعدم طرح المناقصة في الوسائل العامة وتكليف مقاول معين مباشرة بتنفيذ المشروع.
- في هذا الأسلوب يزيد احتمالية تنفيذ أعمال بنود المشروع مبكراً وبالتالي تسليم المشروع قبل الزمن المستهدف.
- في هذا الأسلوب يتم التعاون البناء والمستمر بين المقاول ومصمم المشروع وخاصة في تنفيذ البنود المبكرة للمشروع مما يوفر الجهد والوقت.
- في أغلب الأحيان يتم توفير جزء من رأس مال المشروع وخاصة في بداية تنفيذ المشروع إذ يقوم المقاول بالتمويل المبدئي له لضمان سير العمل.

• **عيوب أسلوب الإسناد المباشر**

- احتمالية زيادة تكلفة المشروع على التكلفة المخطط لها لعدم طرح المشروع في المناقصة.
- في أغلب الأحيان تعد العلاقة الشخصية بين المالك والمقاول عنصراً أساسياً في إسناد العمل لشركة ما (وجود محاباة عند إسناد العمل للمقاول).
- قد يستغل المقاول المالك من حيث تغيير أو إضافة شروط في العقد وذلك لعدم وجود مقاولين منافسين.
- صعوبة مراقبة المقاول (أو شركة المقاولات) من حيث المستخلصات وذلك عندما يكون المالك يملك جزءاً من الشركة المنفذة للمشروع.

2-3-3 الكفاءات اللازمة في المقاولين:

هي عبارة عن متطلبات وشروط يضعها المالك في بعض المشاريع المراد تنفيذها. وعليه فإن المناقصة سوف تكون محصورة في الشركات التي تفي بمتطلبات المالك. وفي الحقيقة فإن وضع متطلبات للمتنافسين في المناقصة ليست شائعة الاستعمال وبالرغم من ذلك، فإنها قد تستخدم في المشاريع العامة والخاصة والتي على أساسها يتم تحديد شركات ذات كفاءة معينة في تنفيذ الأعمال بناء على تقييم المالك حيث يتم تقديم المعلومات اللازمة للمالك على طبيعة المشاريع المنفذة بنجاح من قبل المقاولين، وعن خبرات الموظفين والفنيين في الشركة ومدى ملاءمتهم للمشروع المزمع تنفيذه، إضافة إلى الوضع المادي للشركة وعن بعض متطلبات أخرى قد يراها المالك تخدم نجاح المشروع ويمكن

القول إن مثل هذه المتطلبات تساعد في تجنب حصول عقبات في تنفيذ البنود المختلفة للمشروع.

3-4- الملحقات:

على الرغم من أن أعمال التصميم الهندسي للمشروع تكون قد اكتملت أثناء الإعلان على المناقصة، إلا أنه من الصعب الحصول على مخططات ومواصفات كاملة في المشاريع. إذ إنه في كثير من الأحيان يتم إجراء تعديلات في بنود المشروع حتى بعد استلام المقاولين للمناقصة. على سبيل المثال قد يعدل المالك من مواصفات بعض بنود المشروع، وعليه يعلن المصمم على وجود بعض الأخطاء في الرسومات أو هناك طريقة أخرى للتصميم لتحقيق غرض أفضل في التنفيذ.

وفي بعض الأحيان قد يكتشف المقاول بعض الأخطاء في التصميم أثناء مرحلة حساب كميات المشروع. ويمكن القول إنه عندما يريد المالك ايصال معلومات تخص المشروع إلى المتقدمين للعطاء سواء كانت تعديلات في المواصفات أم، الرسومات أم، استفسارات قد يطرحها المقاولون قبيل تقديم العطاء، فالأسلوب المتبع في مثل هذه الحالات يطلق عليه بالملحقات (Addenda). وعليه يمكن تعريف الملحقات بأنها: تلك التعديلات الرسمية أو التوضيحات التي تصدر من المالك أم، من ينوب عنه إلى كل المتقدمين للعطاء خلال فترة المناقصة، مع ملاحظة أنه إذا تمت تعديلات في الرسومات أو المواصفات بعد توقيع العقد فهي بالتالي تعتبر تعديلات للمشروع. وعليه فإن المالك يحاول قدر الإمكان أن يتجنب مثل هذه التعديلات حيث أن تكاليفها سوف لن تذكر في المناقصة المطروحة. ومن جهة أخرى فإن تكاليف التعديلات – إن وجدت– سوف تكون بعد توقيع العقد مع المقاول الفائز بالمناقصة، الأمر الذي يجعل المقاول في وضع قوي من حيث تقدير تكلفة التعديلات.

وخلاصة القول، فإن التعديلات تصدر خلال مرحلة المناقصة (مرحلة حساب الكميات) وعليه يجب عدم اصدار ملحقات خاصة بالمشروع خلال زمن تقديم العطاءات من المقاولين. حيث أن معظم المقاولين قد أعدوا عطاءاتهم. إضافة على ذلك فإنه يجب على المالك التأكد من أن كل المتقدمين للمناقصة قد استلموا وثائق الملحقات في الوقت

المناسب. وفي العادة يتصل المقاولون بمالك المشروع قبل تقديم عطاءاتهم للتأكد من عدد الملحقات الصادرة.

2-5 المواصفات الفنية للأعمال:

وهي الرسومات التي تحدد الأبعاد والمقاسات والواجهات والمقاطع والتفصيلات التي على أساسها يخرج المشروع.

توضح الرسومات الملحقة مع مستندات العقد الخطوط العريضة للمشروع من دون تفاصيل (حسب طريقة التعاقد) حسب التصاميم الهندسية المعتمدة من مهندس الدراسات على أن يقوم المقاول بعد ذلك بوضع رسومات تفصيلية لكل نوع من الأعمال يوضح فيها كيفية تنفيذ الأعمال، وبعد ذلك يتم اعتماد الرسومات من قبل جهة الإشراف (الجهة المشرفة على المشروع) قبل البدء في التنفيذ.

وهي تلك المواصفات التي توضّح معايير المواد المستخدمة في الإنشاء (الميكانيكية والطبيعية)، ومستوى العمالة فإنها توضح خصائصهم من حيث الخبرة ومستوى الأداء مثل أعمال الصرف الصحي وأعمال اللحام، التي تتطلب عمالة ذات كفاءة معينة، وعادة يقوم المالك بعمل الاختبارات اللازمة للتأكد من دقة الأعمال المنجزة والتي تتطلب عمالة ذات كفاءة معينة، ومن حق المالك أو من ينوب عنه التأكد من توافر الخبرات المطلوبة من عمالة للتأكد من سير العمل على الوجه المطلوب.

2-6 جداول الكميات والفئات في حال العقود المحددة الكميات أو ذات الكميات التقريبية.

وهي الجداول التي يحدد فيها الكميات المطلوب تنفيذها لكل عنصر ووحدة قياسها التي يتم على اساسها وضع السعر ووصفها بالتحديد ويعد من أهم وثائق العطاء.

2-7 التأخير في المشروعات:

يعني التأخير أن تنفيذ المشروع سوف يزيد عن المدة الزمنية، ومن ثم موعد تسليم المشروع يزيد عن الموعد المشار إليه في العقد بين الطرفين. بشكل عام التأخير أمر قد يحدث في المشروعات، لذا فمن الضروري أن تشمل وثائق العقد بنداً خاصاً بالتأخير بحيث يحدد من مدة الأخير حساب تبعاتها المادية حال حدوثها. ويمكن أن يعزو أسباب التأخير

في المشاريع إلى الآتي:

- تأخير يتسبب فيه المقاول أو من يمثله.
- تأخير يتسبب فيه المالك أو من يمثله.
- تأخير نتيجة لظروف قاهرة مثل الكوارث الطبيعية وما شابه ذلك.

ففي حال كون مصدر التأخير المالك أو المقاول فعلى الطرف المتسبب في التأخير تحمل المسؤولية المالية المترتبة على ذلك تجاه الطرف الاخر مثل تعويض عن التأخير وهو ما يسمى بغرامة التأخير. يتم احتساب غرامة التأخير على المقاول بمجرد حدوث التأخير حتى ولو لم يترتب على المشروع أية أضرار وذلك دون الحاجة إلى إنذار أو تنبيه أو اتخاذ أية اجراءات قضائية، ويتم في العادة خصم غرامة الأخير من أية مبالغ مستحقة للمقاول بناء على الشروط المتفق عليها في العقد، إلا إذا ورد خلاف ذلك من حيث كيفية احتسابها ومقدارها وحدها الأعلى إلى غير ذلك. أما التأخير في تنفيذ المشروع بسبب الظروف القاهرة فهو في العادة مقبول لدى المالك حيث يتم تمديد فترة العقد بمقدار الفترة الزمنية التي تأخرها المشروع. في هذه الحالة يتقدم المقاول بخطاب إلى المالك يطلب فيه تمديد في زمن تنفيذ المشروع مشفوعاً بأسباب التأخير وعليه يتم تمديد فترة المشروع بناءاً على الجدول الزمني للمشروع.

2-8 نظام التحكيم في حالة إخلاء أحد الأطراف بالتعاقد:

في حال وقوع تناقض في تفسير المستندات تكون الأفضلية في تفسير المقصود ما يلي:

- المصورات العامة والتفصيلية.
- جدول الأسعار الافرادية وجدول الكميات.
- دفتر الشروط والمواصفات الفنية الخاصة.
- دفتر الشروط والمواصفات الفنية العامة الصادر عن وزارة الإسكان والمرافق.

أما في تفسير أحكام وشروط المتعهد الحقوقية يرجع إلى المستندات التالية:

- دفتر الشروط الحقوقية (شروط العقد).
- نظام عقود هيئات القطاع الإداري الصادر بالمرسوم التشريعي رقم /228/ لعام 1969.
- دفتر الشروط العامة الصادر بالمرسوم رقم /2766/ لعام 1969.

- جميع القوانين والأنظمة المرعية الإجراء في القطر العربي السوري.

2-8-1- خطوات إنهاء العقد أو سحب العمل من قبل المقاول:

يحق للمقاول إنهاء العقد في الحالات الآتية:

1) إذا لم يتلق المقاول اثباتاً معقولاً خلال (42) يوماً من بعد تاريخ ارساله الاشعار إلى صاحب العمل بخصوص اخفاق صاحب العمل في الالتزام بعمل الترتيبات المالية.
2) إذا لم يتسلم المقاول أي مبلغ استحق دفعه له بموجب شهادة دفع مرحلية خلال (42) يوماً من انقضاء المهلة التي يتعين على صاحب العمل الدفع خلالها (باستثناء الخصميات التي يتحقق اقتطاعها بخصوص مطالبات صاحب العمل).
3) إذا أخل صاحب العمل بصورة جوهرية في أداء التزاماته بموجب العقد.
4) إذا أخل صاحب العمل في الالتزام بالأحكام المتعلقة باتفاقية العقد.
5) إذا حدث تعليق مطول للعمل، مما يؤثر على تنفيذ الأشغال بكاملها.

- إذا تبين بأن صاحب العمل قد أصبح مفلساً أو وقع تحت التصفية، أو فقد السيولة، أو صدر أمر اداري ضده، أو أنه قد أجرى تسوية مالية مع دائنيه، أو قد حدث أية واقعة لها نفس التأثير لأي من هذه الأفعال أو الحوادث (بموجب القوانين الموجبة التطبيق)، ففي أي من هذه الأحداث او الظروف، يمكن للمقاول بعد اشعار صاحب العمل خطيا بمهلة (14) يوماً، أن ينهي العقد.
- إن اختيار المقاول لإنهاء العقد يجب أن لايجحف بأية حقوق أخرى تتحقق له بموجب العقد أو لغير ذلك من الأسباب.

2-8-2- خطوات فسخ العقد أو سحب العمل من المقاول:

1) إذا أصبح المقاول مفلساً أو ثبت إعساره.
2) إذا تأخر المقاول في تنفيذ مرحلة من مراحل العمل طبقا للبرنامج الزمني بمدة تزيد عن (10) أيام.
3) إذا أعطى المقاول هدية أو مكافأة لأي موظف تابع للهيئة المشرفة أو إذا ثبت أن المقاول شرع بنفسه بالتواطؤ مع أحد مستخدمي الطرف الأول للإضرار بالطرف الأول.

4) إذا أوقف المقاول العمل كلية أو تركه لمدة تزيد عن (15) يوماً إلا إذا اثبت وجود قوة قاهرة.

5) إذا أظهر بطئاً في سير العمل لدرجة كبيرة أو زادت غرامة التأخير عن الحد الأقصى وقدره (15%).

على العموم، إذا كان إنهاء العقد لأسباب تتعلق بالمالك فيكون المالك ملتزماً بدفع جميع مستحقات المقال المالية نتيجة لتنفيذ الأعمال التي تمت حتى تاريخ إنهاء العقد، إضافة إلى قيمة الخسائر والتعويضات والأضرار التي تكبدها نتيجة ذلك. ويحق للمقاول أيضاً استرداد خطابات الضمان الصادرة لصالح مالك المشروع، وكذلك إخراج معداته وآلياته وموارده المتواجدة بالموقع.

أما إذا كان الإنهاء لأسباب تتعلق بالمقاول فيحق لمالك المشروع أن يلجأ للخطوات الآتية:

- وقف صرف الدفعات المستحقة للمقاول.
- مصادرة تأمين المقاول.
- يتم حجز الآلات أو بعض المواد التي استحضرها المقاول لغرض إتمام العمل المطلوب.
- يقوم المالك بتنفيذ بقية الأعمال وذلك بإسناد المشروع إلى المقاول صاحب العطاء الثاني أو طرح المشروع في مناقصة جديدة وعلى نفقة المقاول.

أو ان يعوض المقاول المالك عن الخسائر التي قد لحقت به بسبب إنهاء العقد إذ يدفع له كل النفقات التي يتحملها المالك زيادة على قيمة العقد بما في ذلك المصاريف الادارية التي يتحملها بسبب سحب العمل.

اما في حالة انهاء العقد نتيجة لقوة قاهرة فيكون المالك غالباً ملتزماً بسداد جميع مستحقات المقاول عن الأعمال التي تم تنفيذها حتى تاريخ إشعار المقاول بوقف العمل وذلك طبقاً للشروط الواردة في العقد. ويكون للمقاول الحق في المطالبة بأية مصروفات إضافية قد يكون تحملها نتيجة لوقف العمل وإنهاء العقد.

الفصل الخامس
شحن واستلام الأنابيب وتخزينها

5-1 مقدمة:

تتشابه جميع عمليات الشحن والتنزيل والتخزين لجميع أنواع الأنابيب على اختلاف مواد التصنيع، ويبحث هذا الفصل في تفاصيل هذه العمليات ويمكن الرجوع إلى الشركات الصانعة للحصول على المزيد من المعلومات والتفاصيل وفيما يلي عرض لهذه العمليات.

5-2 شحن الأنابيب:

يتم عادة الحصول على الأنابيب لأعمال الإنشاء الصغيرة من مستودعات الشركة حيث تم تخزينها مسبقاً، أما بالنسبة للأنابيب كبيرة الحجم والأنابيب اللازمة للأعمال الكبيرة فيتم شحنها من المصنع مباشرة وتشحن بوساطة الشاحنات أو السفن أو قطارات الشحن، وتتميز عملية الشحن بالسيارات الشاحنة بأنه يتم إحضار الأنابيب إلى موقع العمل مباشرة.

1) يشترط العديد من المشترين عند شراء الأنابيب وضع أغطية على طرفي الأنبوب لحمايته من تجمع الأوساخ والحشرات بداخله أثناء الشحن والتخزين شكل (5-1).

شكل (5-1) تغطية الأنابيب

2) يتم شحن الأنابيب على شكل لفات ورزم للأقطار الصغيرة ومتجاورة للأقطار الكبيرة، يتم عادة تجميع الأنابيب قياس 600 مم أو أصغر في رزم شكل (5-2).

شكل (5-2) شحن الأنابيب في رزم أو لفات

3) عند وضع الأنابيب ذات الرأس والذيل في الشاحنات يجب وضع الرأس والذيل بالتناوب شكل (5-3).

شكل (5-3) تناوب الرأس والذيل عند الشحن

3-5 استلام الأنابيب:

إن تسليم الشحنة بحالة جيدة من مسؤولية الناقل أما مسؤولية المستلم فهي ضمان ما إذا كان هناك خسارة أو ضرر.

عند استلام الشاحنة في الموقع يتم فحص المادة بعناية للكشف عن أي ضرر أثناء النقل، يجب معاينة وفحص الشحنة عند استلامها على النحو الآتي:

عند توريد المقاول للمواد بالموقع يجب مراجعة المستندات التالية:

1) شهادة المنشأ للمواد التي تم تصنيعها وتوريدها من خارج القطر. وأن يوضح بها مطابقة المواد للمقاييس المحددة بالمواصفات الفنية للعقد إضافة لخضوعها لاختبار الجودة في مخابر معتمدة.
2) شهادة ضمان للمواد التي تم تصنيعها وتوريدها من داخل القطر. وأن يوضح بها مطابقة المواد للمقاييس المحددة بالمواصفات الفنية للعقد إضافة لخضوعها لاختبار الجودة في مخابر معتمدة.
3) معاينة المواد الموردة مع التركيز على المعلومات المطبوعة عليها مثل:
   a) أسم المصنع أو الأحرف الأولى منه والعلامة التجارية.
   b) القطر الأسمى.
   c) تحديد الفئة.
   d) تاريخ الصنع.
   e) الأحرف الأولى ورقم المواصفة المعتمدة.

1) يتم إجراء معاينة شاملة للحمولة بأكملها فإذا كانت الحمولة سليمة سيكون من الكافي إجراء معاينة عادية أثناء تفريغ الحمولة وذلك للتأكد من أن كافة الأنابيب قد وصلت من دون أي ضرر.
2) إذا تحركت الحمولة من مكانها أو أشارت الدلائل إلى سوء في طرق التعامل معها يتم فحص كل جزء من أجزاء الأنبوب بعناية ودقة لكشف العيوب وعادة فإن الفحص الخارجي يكون كافياً لاكتشاف العيب كما يجب إجراء معاينة داخلية لسطح الأنبوب في موقع الخدوش الخارجية لمعرفة ما إذا كان الأنبوب متضرراً على السطح الداخلي.

3) يجب فحص الكمية الإجمالية للبضاعة ومقارنتها مع إشعار التسليم.
4) تدوين أي ضرر أو نقصان على إشعار التسليم.
5) عدم التخلص من أية بنود متضررة من أي صنف.
6) عدم استعمال أي أنبوب تالف أو معطوب.

5-3-1 إصلاح الأنبوب:

من الممكن عادة إصلاح الأنابيب المتضررة بسرعة وسهولة في موقع العمل إذا ما قام بذلك متخصص مؤهل لذلك لأن الأنبوب المصلح بطريقة غير صحيحة قد لا يؤدي المهمة المطلوبة منه.

5-4 تنزيل الأنبوب:

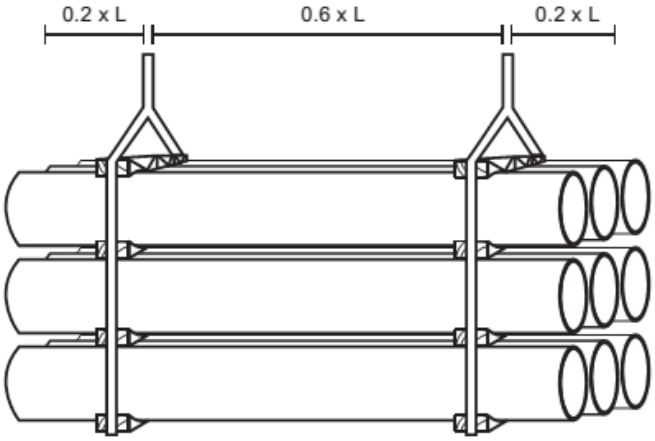
إن الوسائل التي يُفرّغ فيها الأنبوب في الورشة تكون من قرار ومسؤولية المستلم.

يجب تنزيل جميع الأنابيب بحذر وعناية، وقد يبدو الأنبوب متيناً ولكن يجب الحيلولة دون إيقاعه على أرض صلبة أو ارتطامه بحجر أو بأنبوب آخر أو بسطح الشارع، ويمكن أن تتضرر الأنابيب المصنعة من الحديد الصلب أو الفونت المرن عند تعرضها لضربة حادة وقد يؤثر الضرر على التبطين الداخلي والطلاء الخارجي. وقبل أن يتم فك حبال التربيط التي تثبت الأنابيب فوق الشاحنة يجب التأكد من أن الأنابيب لن تتدحرج من على الشاحنة مع ضرورة عدم بقاء العمال فوق الأنابيب أو أمامها عن فك أحبال التربيط.

عند استخدام الرافعة لتنزيل الأنابيب يجب عدم تواجد العمال تحت الأحمال المرفوعة. أما عند استخدام الرافعة الشوكية فيجب تبطين الشوكة لحماية الأنابيب وطلائها شكل (5-4).

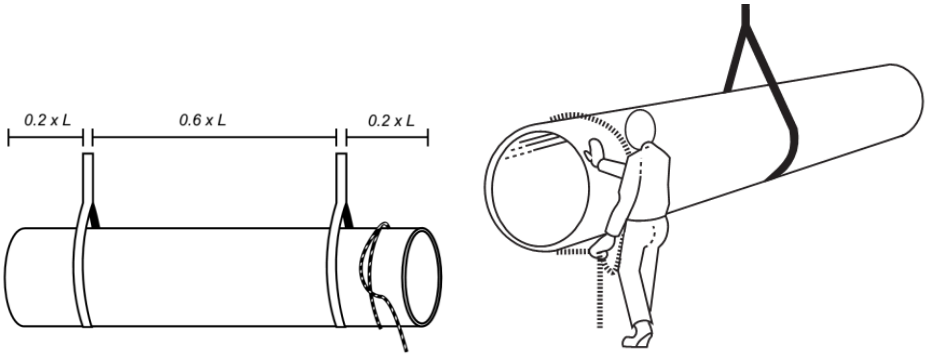
يجب أخذ الحيطة عند تفريغ الأنبوب والسيطرة الكاملة على الأنابيب أثناء إنزالها من الناقلة ويستحسن استعمال حبال مربوطة بالأنابيب أو رزم الأنابيب لتسهيل مناولتها يدوياً أثناء الرفع والإنزال شكل (5-5). يمكن مناولة هذه الرزم باستعمال حبل رفيع وإذا كانت الأنابيب غير مرتبة في رزمة فيجب تنزيلها بشكل إفرادي واحد بعد الآخر.

شكل (5-4) تنزيل الأنابيب

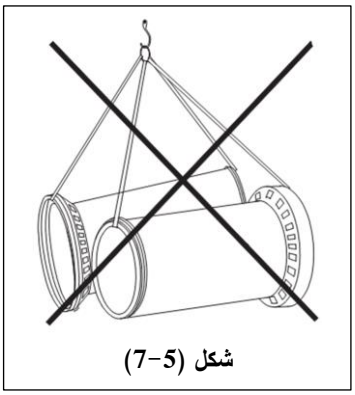


شكل (5-5) التجميع برزم

لا تستخدم كابلات أو سلاسل فولاذية لرفع أو نقل الأنبوب. حيث يمكن رفع أجزاء الأنبوب عند نقطة ارتكاز واحدة إلا انه من المفضل دعم الأنبوب في نقطتين للسيطرة على الأنبوب بشكل أفضل شكل (5-6).



شكل (5-6) رفع الأنابيب عند نقطة ارتكاز واحدة وعند نقطتي ارتكاز



شكل (5-7)

لا ترفع الانبوب بتمرير حبل من الداخل من طرف غلى آخر شكل (5-7).

5-4-1 مناولة الأنابيب المتداخلة:

يمكن تعشيش الأنابيب التي تشحن لمسافات طويلة (الأنابيب ذات الأقطار الصغرى توضع ضمن الأنابيب ذات القياسات الكبرى لتخفيض كلفة الشحن شكل (5-8).

شكل (5-8) مناولة الأنابيب المتداخلة

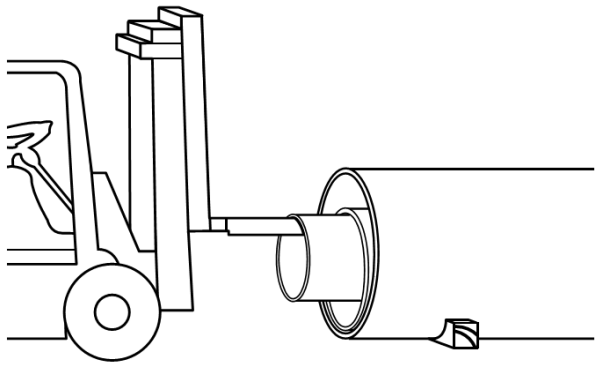
إن هذه الأنابيب تتطلب بشكل عام تغليفاً خاصاً ويمكن أن تتطلب إجراءات غير قياسية في التفريغ والتداول والتخزين والنقل ففي حال وجوب إتباع إجراءات غير اعتيادية فإن تعليمات تطبيقها يجب أن تزود قبل شحن الأنابيب.

ومع ذلك يجب إتباع الإجراءات الآتية:

1) يتم رفع الرزمة المتداخلة دائماً بوساطة حلقتين على الأقل من الأطواق المرنة، تحدد المسافة بين الأطواق ومواضع الرفع، كما يجب التأكد من أن قوة حبال الرفع مناسبة لوزن الرزمة.
2) إن أفضل طريقة لتخزين الأنابيب المتداخلة هي في حفظها داخل عبواتها الأصلية ويجب عدم تكديس هذه العبوات فوق بعضها البعض ما لم يحدد خلاف ذلك.

3) لا يمكن نقل رزم الأنابيب المتداخلة بأمان إلا في عبواتها الأصلية وفي حال برزت الحاجة إلى متطلبات خاصة للدعم أو اللف بالحبال على الشاحنة فإن هذه المتطلبات ستحدد لكل مشروع.

4) إن أفضل طريقة لنزع العبوة وإخراج الأنابيب من بعضها هي القيام بذلك في مركز لفك التداخل حيث تحتوي هذه المحطة على ثلاثة أو أربعة محامل ثابتة تتسع للقطر الخارجي لأكبر أنبوب في رزمة الأنابيب المتداخلة، ويمكن دائماً إخراج الأنابيب بدءاً من أصغر أنبوب برفعها قليلاً بواسطة ذراع رافعة شوكية مبطن حيث يعلق قسم الأنبوب عليه ويتم سحب الرزمة من دون ملامسة الأنابيب الأخرى شكل (5-9).



شكل (5-9) تنزيل الأنابيب المتداخلة

5-4-2 <u>تنزيل الوصلات:</u>

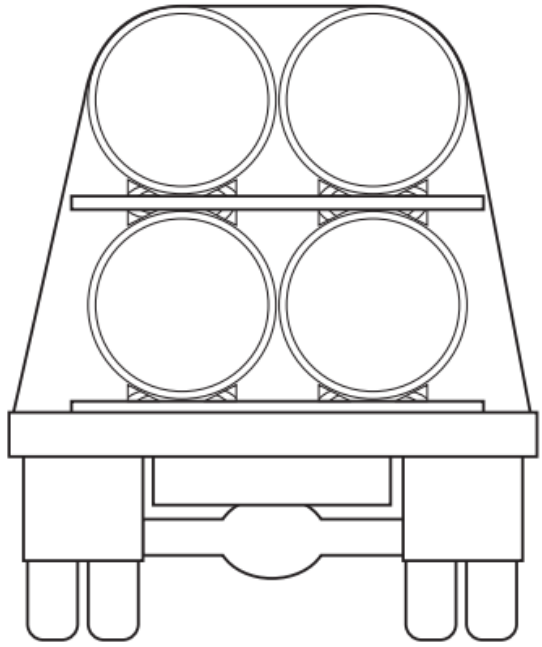
من الممكن شحن الأنابيب بوصلة واحدة في النهاية ويتم شحن جميع الوصلات الإضافية للعمل بشكل منفصل.

يتم فك وتفريغ جميع قياسات الوصلات بعناية وفي حال ربط الوصلات من قبل المصنع بشكل ربطات يمكن تفريغها كما تم تفريغ الأنابيب.

5-5 نقل الأنابيب

إذا كان من الضروري نقل الأنابيب من مكان إلى آخر في موقع العمل من الأفضل استعمال ركائز الشحن الأصلية عند تحميل الشاحنة وفي حال لم تعد هذه المواد متوفرة تدعم جميع أقسام الأنابيب على ألواح خشبية مسطحة ولا يتجاوز ارتفاع التكديس المترين شكل (5-10).

يجب دعم الأنابيب للمحافظة على استقرارها وعدم تلامس أي أنبوب مع الآخر لكيلا يتسبب احتكاكها ببعضها أثناء النقل إلى تخدشها.

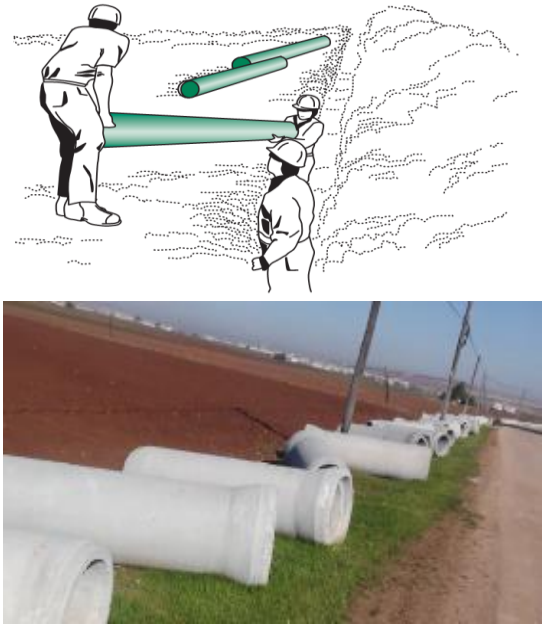


شكل (5-10) نقل الأنابيب

5-6 تخزين الأنابيب:

يتم عادة تكديس الأنابيب في المناطق الريفية على طول مسار أو خط التركيب قبل البدء بالحفر، وبالتالي لا تكون هناك حاجة لإعادة تحريك الأنابيب من موقع لآخر. حيث يتم وضع الأنابيب قريباً من الحفريات وعلى الجانب المقابل للجانب الذي تتواجد عليه الأتربة الناتجة من الحفريات مما يجعل التعامل مع الأنابيب غاية في السهولة عند التركيب، كما يجب أن تكون الأنابيب محمية من السيارات وعمليات المعدات الضخمة. كما يتم وضع الأنابيب بحيث تكون النهاية الجرسية (الواسعة) باتجاه التركيب وبذلك يتم تجنب عملية التدوير عند رفعها من أجل التركيب في المجرى المحفور الشكل (5-11).

أما في المناطق السكنية يكون من الأفضل أن يتم تكديس الأنابيب أولاً بأول مع تقدم عمليات الحفر وذلك لتجنب إحداث مشاكل للسكان من جراء وضعها على الطرق والساحات وتجنب خطر التخريب وإصابات الأطفال من جراء اللعب بالأنابيب.



الشكل (5–11) توضع الأنابيب بجانب الخندق المحفور

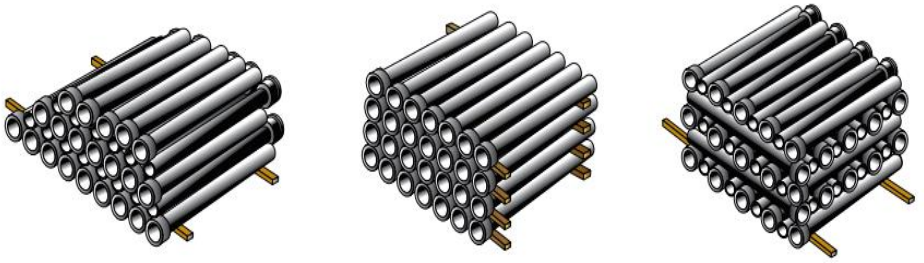
وعند الحاجة إلى تخزين الأنابيب للاستخدام في مراحل لاحقة فيجب اتباع أسلوب تكديس يحمي هذه الأنابيب. ويستطيع كل مصنع اصدار تعليمات التكديس لأنواع خاصة من الأنابيب الشكل (5–12)، وعموماً يجب تطبيق الشروط الاتية:

1) يجب تسوية منطقة التخزين وإخلائها من الصخور أو الحواف الحادة.

2) يجب وضع الطبقة الدنيا من الأنابيب على أرضية من الأخشاب على قدر من السماكة لحماية الأنبوب من ملامسة الأرض.

الشكل (5–12) تخزين الأنابيب

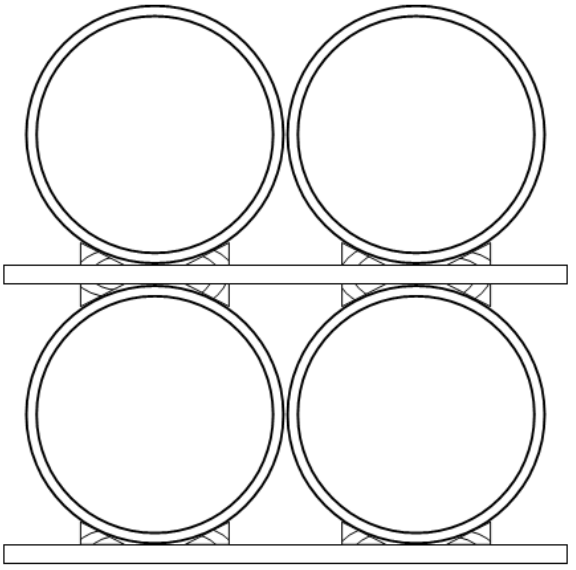
3) يمكن تخزين الأنابيب على شكل أكداس لتخفيض منطقة التخزين الشكل (5-13).



الشكل (5-13) طرق تكديس الأنابيب

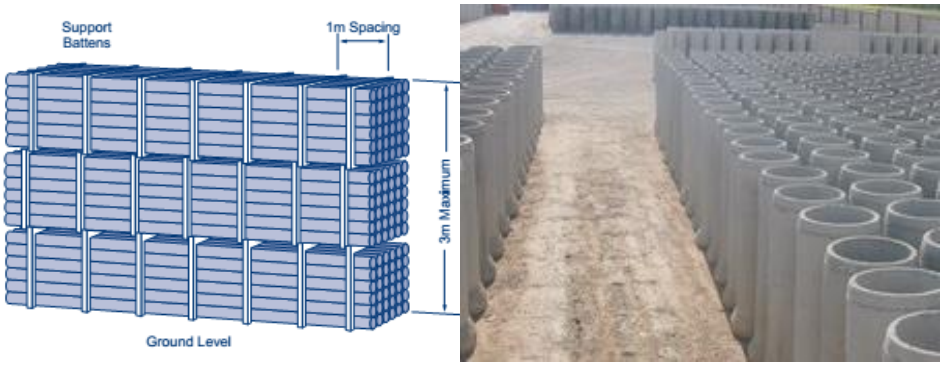
4) يجب وضع أسرة خشبية بين طبقات الأنابيب والأوتاد الخشبية لمنع الطبقات الأولى من الانزلاق.

5) من المفيد تخزين الأنبوب على خشب مستوي لتسهيل وضع وفك حبال الرفع حول الأنبوب الشكل (5-14).



الشكل (5-14) وضع الأنابيب على مساند خشبية

6) يجب التأكد من استقرار التكديس بحال تعرضها لظروف مثل الرياح القوية، وأرضية التخزين غير الأفقية يجب أن يكون الارتفاع الأقصى للتكديس حوالي ثلاث أمتار على الأكثر ويستحسن عدم تكديس الأنابيب التي يتجاوز قياسها 1400مم الشكل (5-15).



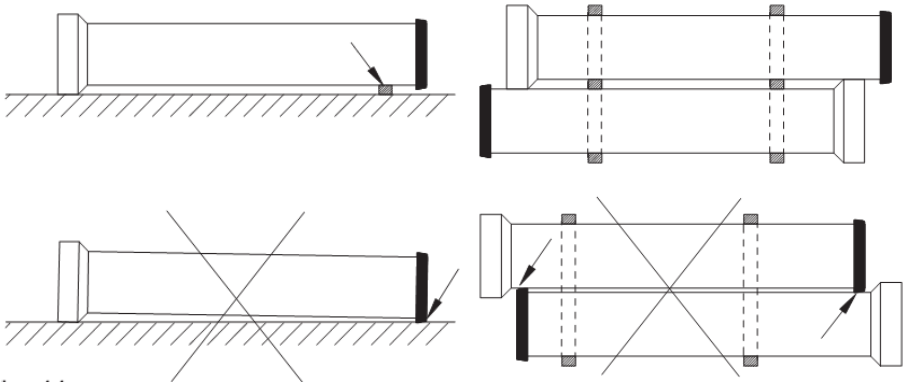
الشكل (5-15) تكديس الأنابيب الصغيرة والكبيرة

7) عندما تكون رزم الوحدات مكدسة تأكد بأن لا يسبب وزن الوحدات الأعلى تشويه للأنابيب في الوحدات الأدنى.

8) يجب وضع قوالب كبح خشبية على جانبي الأنابيب لمنعها من التدحرج.

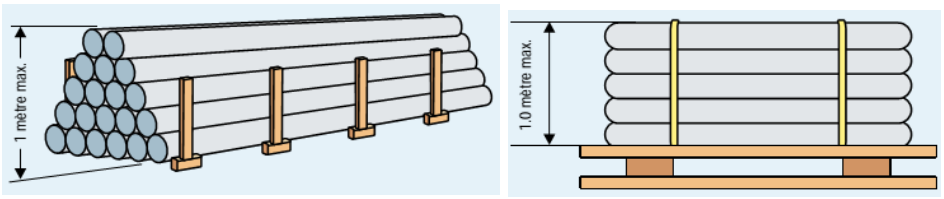
9) في حال أنابيب الفونت المرن والأنابيب الإسمنتية، يجب الفصل بين طبقات الأنابيب بألواح خشب وقوالب تمنع التدحرج.

10) لتجنب الضغط، التشويه، أو الضرر لوصلة نهايات الأنبوب، يجب تكديس الأنابيب بحيث تكون النهايات الجرسية (الواسعة) للأنابيب متعاكسة وأن تكون هذه النهايات خارجة عن حد أجسام الأنابيب الأسطوانية (Barrels) بطبقة الأنابيب الواقعة تحتها الشكل (5-16)، كما يجب ألا تتلامس الأنابيب.



الشكل (5-16) تكديس الأنابيب بالتناوب بين الرأس والذيل

11) يتم تخزين الأنابيب البلاستيكية في عبوات الشحن لحين الحاجة ويجب ملاحظة عدم التخزين لارتفاع يزيد على 1m الشكل (5-17).

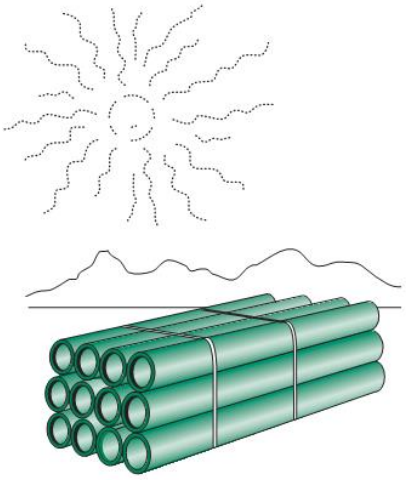


الشكل (5-17) عبوات الشحن

12) ويجب استخدام الأوتاد أو القوالب الخشبية لمنع تدحرج الأنابيب، وإذا تعذر وضع الأنابيب في منطقة تجنبها دخول الأوساخ من أطرافها، وجب وضع أغطية بلاستيكية أو سدادات لمنع اتساخها.

13) عدم تعرض المواد لأشعة الشمس أو مصادر حرارية وخاصة بعض المواد مثل الأنابيب البلاستيك والأنابيب البولي إيثيلين والقطع الخاصة بهم وجوانات الأنابيب المعدنية وأكياس تغليفها وكذلك المطابق المبطنة بالبولي إيثيلين...الخ، حيث يجب حماية هذه المواد بتغطيتها بقماش من الكتان القوي (Canvas) أو غطاء بلاستيك غير منفذ بحيث تسمح طريقة التغطية بدوران الهواء تحت الأنابيب الشكل (5-18).

14) في حال توقع أعمال التخريب أو العبث من قبل الأطفال يجب وضع شبك حماية حول منطقة التخزين الشكل (5-19).



الشكل (5-18) حماية الأنابيب من التعرض للشمس

الشكل (5-19) حماية الأنابيب من عبث الأطفال

15) عند تخزين الوصلات يجب الاهتمام بعدم ترك أحمال على الفروع والأكواع.
16) يجب تخزين حلقات منع التسرب المطاطية إذا تم شحنها بشكل منفصل عن الوصلات في مكان مسقوف في أغلفتها الأصلية ويجب عدم تعريضها لأشعة الشمس باستثناء وقت وصل الأنابيب كما ويجب حماية هذه الحلقات من تعرضها للشحوم والزيوت المشتقة من البترول أو المحاليل والمواد الأخرى المضرة بها. ويفضل في حالة الطقس البارد إبقاء هذه الحشوات والزيوت العائدة لها دافئة لحين الاستخدام.
17) يجب تخزين مادة تشحيم حلقات منع التسرب بعناية لتجنب إتلاف أوعيتها ويجب إعادة إغلاق العلبة المستعملة جزئياً لمنع تلوث مادة التشحيم الموجودة بداخلها
18) يراعى مراجعة مستودعات المقاول وأماكن تخزين المواد بصفة دورية للتأكد من سلامة وصحة التخزين.

5-7 فحص الأنابيب قبل التركيب:

استناداً لطول مدة التخزين ونوعية التعامل مع الأنابيب في موقع العمل والعوامل الأخرى التي قد تؤثر في حالة الأنبوب، من المستحسن إعادة فحص الأنابيب قبل تركيبها مباشرة. بعد تجهيز الخنادق وقبل وضع الأنابيب فيها يجب فحص هذه الأنابيب، ولا يستغرق هذا الفحص أكثر من عدة دقائق إلا أنه مجد إلى حد كبير بالمقارنة مع المدة اللازمة لإزالة مجموعة أنابيب وجد أحدها معطوبا بعد أن تم تركيبها. وبالرغم من أنه يتم فحص الأنابيب لدى المصنع ولكن هناك احتمال لتلف هذه الأنابيب أثناء عملية التخزين والشحن وقبل التركيب. ومن الأمور التي يجب تفقدها حدوث انفصال أو شرخ في الطرف الضيق (الذيل) أو تلف في الجزء الخارجي أو تلف في البطانة الداخلية. وهناك طريقة أخرى لفحص الأنابيب المعدنية وهي طرقها بوساطة مطرقة وإذا لم يصدر صوت رنين فإن الأنبوب قد يوجد فيه تلف ويجب فحصه بشكل دقيق قبل أن يتم استخدامه، كما يجب التأكد من كون الأنبوب نظيفاً قبل عملية التمديد ويجب التأكد من خلوه من الزيت والأوساخ والشحوم والحيوانات والمواد الغريبة الأخرى، وفي حال تراكم الطين في الأنابيب يجب غسلها بوساطة خراطيم الماء، أما عند تواجد كمية لا بأس بها من المواد الغريبة فيجب التخلص منها بمسح الأنبوب بمحلول الهيبوكلورايت قبل التركيب.

5-8 وضع الأنابيب في الخندق:

يجب عدم رمي أو دحرجة الأنابيب في الخندق من الأعلى، بل يجب تنزيلها بوساطة اليد باستخدام حبل أو أي أداة ميكانيكية. وعند استخدام حبل في تنزيل الأنابيب يجب عمل بعض الحفريات باليد لإزالة الحبل بعد تنزيل الأنابيب. وفي حال استخدام الملاقط في تنزيل الأنابيب فإن عملية إزالته تكون أسهل. ويكون طرف الأنبوب الواسع (الجرس) في المقدمة ومع اتجاه التركيب ولكن هذا ليس إجبارياً.

عندما يتوقف العمل يجب إغلاق أطراف الأنابيب المفتوحة لمنع دخول الأوساخ والحيوانات والمياه، ومع العلم بأن قطعة خشب تستخدم عادة لهذه الغاية إلا أن استخدام سدادة مصنوعة من نفس نوع مادة قطع التركيب يكون أفضل بكثير.

- أنزل الأنبوب بعناية من الشاحنات و إلى الخنادق (لا ترمي الأنبوب رميا).
- يجب اعداد ونظافة منطقة الوصلات وتهذيبها قبل تنفيذ لف الوصلات.
- يجب إنزال كافة الأنابيب والملحقات والصمامات والمواد الأخرى بحذر الى داخل الخنادق.
- يجب اتخاذ كافة الاحتياطات اللازمة نحو منع دخول المواد الغريبة الى الأنابيب أثناء تمديدها. وفي حالة استحالة تمديد الأنابيب في الخنادق دون تلافي دخول التربة فيها فيجب وضع أكياس ثقيلة في القلب محكمة النسج وذات أحجام مناسبة فوق كل نهاية الأنابيب بحيث تترك فيها حتى عمل الوصلات مع الأنابيب المجاورة أو ملحقاتها. ولا يسمح بترك أية أوساخ أو أدوات أو أنسجة أو مواد أخرى بداخل الأنابيب.

الفصل الرابع
اختبارات الجودة للأنابيب الخاصة بشبكات المياه والصرف الصحي

4-1 مقدمة:

تصنع الأنابيب التي تستخدم في نقل المياه سواءً للشرب أو تلك المستخدمة في الصرف الصحي بحيث تتوافر بها الشروط الآتية:

1 – الصلابة وقوة التحمل.

2 – طول العمر الافتراضي وزمن الاستخدام.

3 – سهولة التركيب والفك (لتسهيل أعمال الصيانة).

4 – المقاومة لعوامل البيئة المستخدمة بها.

5 – مطابقتها للاشتراطات الصحية الخاصة بمياه الشرب (في حال أنابيب الشرب).

6 – الاقتصاد في التكاليف.

ويشتمل السوق السوري على أنواع عديدة من الأنابيب المستخدمة في أغراض امداد مياه الشرب والصرف الصحي وهي على النحو الآتي:

1 – أنابيب معدنية (فونت – صلب – نحاس – فولاذ).

2 – أنابيب الخرسانة العادية والمسلحة ومسبقة الاجهاد.

3 – أنابيب الأسبستوس.

4 – وحديثاً الأنابيب المصنعة من المواد البوليمرية (بى. فى. سى – بولى بروبلين – بولى إثيلين– بولى استر مسلحة بالألياف الزجاجية).

بالنظر إلى الأنواع السالف ذكرها من الأنابيب فإنه يمكن التنبؤ بخواص تلك الأنابيب كل نوع على حده وعليه اختيار ما يناسبها من مواد عزل لتتناسب ونوع الأنابيب وكذلك ظروف التشغيل.

4-2 الأنابيب المستخدمة لنقل مياه الشرب:

تكون الأنابيب وقطع تركيبها متوافقة بعضها مع بعضها الآخر، صممت وأنتجت للغرض المستخدمة له من حيث طبيعة السائل الذي سوف تنقله والضغط ودرجة الحرارة.

توصل الأنابيب بمواد ذات تركيب ومقاس مناسب لا يسبب أي تلف للأنابيب، وتكون ملائمة للاستعمال في ظروف الضغط التصميمي لشبكة الأنابيب.

يجب ألا تؤدي الأنابيب وقطع التركيب ووصلاتها، والملامسة بصفة دائمة أو مؤقتة مع الماء المستخدم للاستهلاك البشري، إلى تغير في نوعية الماء إلى الدرجة التي تجعله غير متطابق و متطلبات الهيئة العامة للمياه.

لا يسمح أن توضع الأنابيب وقطع التركيب ووسائل تخزين الماء في مكان واحد مغلق مع قطران الفحم الحجري أو مع أية مواد تحتوي على هذا القطران.

- هي خطوط تستخدم لنقل المياه تحت تأثير قوة الضخ ولذلك تصمم لتتحمل الضغوط الناتجة من هذه القوة والاسم العلمي لها هو خطوط الضغط **(Pressure Lines)**.
- تقاس القوة المتولدة داخل الأنابيب بوحدة الضغط الجوي ويسمى الضغط المطلوب بضغط التشغيل فنقول مثلاً ان هذا الخط يعمل تحت ضغط تشغيل = 10 ضغط جوى.

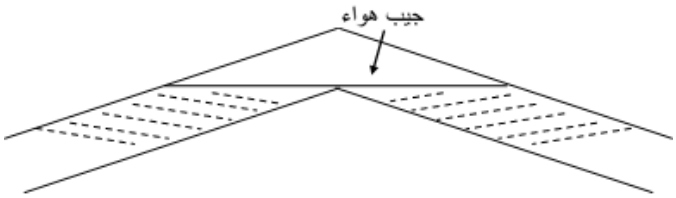
أي أن المضخات تدفع المياه داخل الخط بقوة ضغط = 10 ضغط جوى.

ووحدة الضغط الجوي = ١ كغ/سم^2 = ≅عمود ماء ارتفاعه 10م.

ويتم تحديد ضغط التشغيل اللازم طبقا للآتي:

1- الارتفاع المطلوب نقل المياه إليه.
2- ضياع الضغط نتيجة الافرع الثانوية على الخط الرئيس.
3- ضياع الضغط نتيجة احتكاك الماء مع جسم الأنبوب على طول الخط.
4- ضياع الضغط نتيجة القطع المخصوصة الموجودة بمسار الخط.
5- ضياع الضغط نتيجة المحابس والصمامات بمسار الخط.
6- قيمة الضغط المطلوبة عند نهاية الخط.

- بقسمة (الارتفاع /10) واضافة العوامل الاخرى نحصل على قيمة تقريبية لضغط التشغيل المطلوب للخط.
- لا تنفذ خطوط الطرد أفقياً وذلك لتفادى حدوث الجيوب الهوائية ولكن تنفذ طبقاً للشكل(4-1).



الشكل (4-1)

يوضع صمام هواء في النقاط العالية وصمام غسيل في النقاط المنخفضة كما في الشكل (4-2)

الشكل (4-2)

- يمكن تنفيذ الأقطار الصغيرة حتى قطر 200مم أفقياً إذ إن الجيوب الهوائية تكون صغيره الحجم ولا تؤثر تأثيراً كبيراً في الخطوط ولكن يفضل ان تنفذ بالميول حتى نتفادى أي تأثير للجيوب الهوائية حتى ولو كان صغيراً. وايضا لتفادى الهبوط غير المنتظم للتربة أسفل الأنابيب واخطاء التنفيذ البسيطة. وخطورة جيب الهواء هو أنه قابل للانضغاط ويؤدى هذا إلى رفع قيمة الضغوط داخل الأنابيب مما يؤدى الى تدمير الخط.

3-4 أنواع الأنابيب المستخدمة في شبكات توزيع المياه:

من أهم أنواع الأنابيب المستخدمة لنقل مياه الشرب.

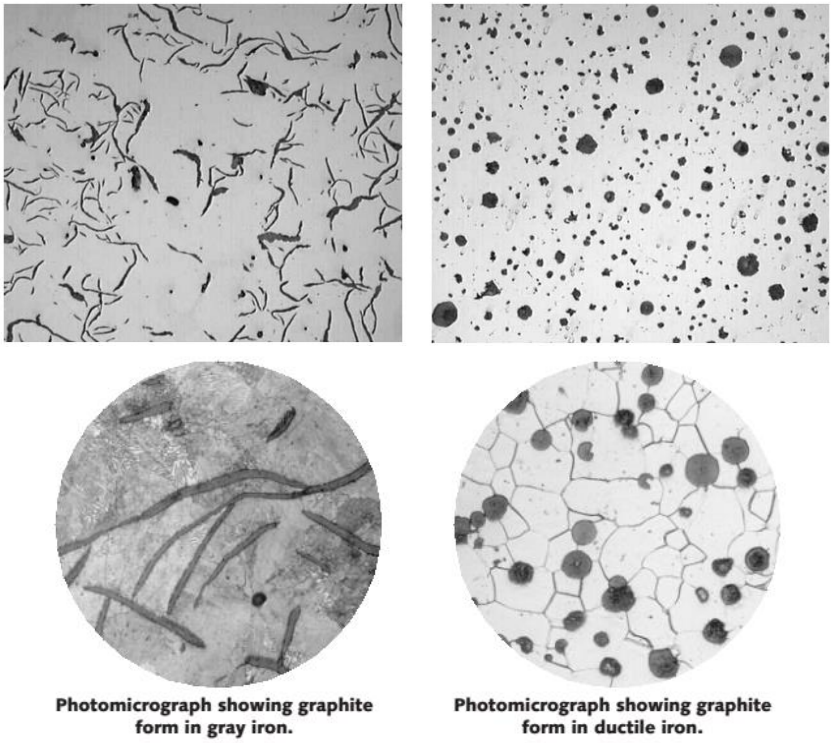
1. **Ductile iron Pipes**	1 – أنابيب الفونت المرن
2. **Grey Cast pipes**	2 – أنابيب فونت رمادي
3. **Steel Pipes**	3 – أنابيب فولاذ
4. **Prestressed concerete pipes**	4 – أنابيب الخرسانة سابقة الاجهاد
5. **Asbestos Pipes**	5 – أنابيب اسبستوس
6. **Glass fiber reiforced pipes (G.R.P)**	6 – أنابيب بولى استر مسلحة بالألياف الزجاجية
7. **P.V.C**	7 – أنابيب بولي فينيل كلورايد
8. **U.P.V.C**	8 – أنابيب بولي فينيل كلورايد غير لدنه
9. **polyethylene pipes (PE)**	9 –أنابيب بولي إيثيلين

1-3-4 أنابيب الفونت والفونت المرن:

تصنع أنابيب الفونت بأقطار متعددة ومن أصناف مختلفة المقاومة Ductile iron pipelines، وتسمى علمياً "أنابيب الحديد المرن" ويستعمل في صنعها الفونت الخام للأفران العالية بعد أن يسحب منه الفوسفور ويعاير الفحم بنسبة (2.2 – 4%) ويضاف المغنيزيوم إلى الخليطة أثناء التصنيع، وعندما يكون الفحم على شكل عصيات يتكون الفونت العادي، أما عندما يدخل الفحم على شكل كروي في الخلطة فيتشكل الفونت المرن ويبين الشكل (4-3) البنية المجهرية للفونت العادي والمرن.

تتميز أنابيب الفونت المرن بأن شدة مقاومته وإجهاد صموده واستطالته أعلى من الفونت العادي، تضمن هذه الميزات ملاءمة أنابيب الفونت المرن وقطع تركيبها لأغلب استخدامات خطوط الأنابيب.

أنابيب الفونت المرن مصبوبة بفتحة داخلية نظامية محورها مستقيم وذات رأس وذيل أو نهاية مشفهة (فلنجة) أو طوق.



الشكل (4-3) البنية المجهرية للفونت العادي والمرن

تجري على الأنابيب عملية إكساء داخلية بمادة إسمنتية (ملاط اسمنتي) لتعطي سطحاً داخلياً أملساً ولتمنع تأثير الماء على المعدن مباشرةً، أما من الخارج فتكسى بطلاءٍ زفتي لمنع تأثير التربة.

تتميز أنابيب الفونت المرن بإمكانية قصها وثقبها، وتتحمل الضغوط العالية مع إمكانية إعطاءها سماكات أقل من الفونت العادي. وتوجد منها أقطار من 100مم إلى 2600 مم. يكون متوسط كثافة المعدن حوالي 7050 كغ /م^3 تقريباً، يظهر الشكل (4-4) أنابيب من الفونت المرن.

الشكل (4-4) أنابيب من الفونت المرن

4-3-1-1 المميزات والخواص :

1- العمر الافتراضي كبير.

2- سهلة التناول والتركيب.

3- تقاوم الكيماويات والأحماض والغازات.

4- تتحمل ظروف العمل الصعبة.

5- يتم تركيبها بدون طبقة تأسيس أسفلها.

6- تسمح بانحراف الخط حتى10^o وبذلك نستغني عن الأكواع في بعض الأحيان.

7- يمكن تشكيلها لعمل العبارات والسيفونات.

2-1-3-4 الاختبارات التي تجرى على أنابيب الفونت المرن:

نوع الاختبار	طريقة إجراء الاختبار	المواصفة
الاختبار البصري Visual Test	بالعين المجردة	S.N.S:838 /2002
الابعاد Dimension	أجهزة قياس القطر والسماكة	S.N.S:838 /2002
مقاومة الشد Tensile strength	بجهاز الشد	ISO 2531/1998
الاستطالة Elongation	بجهاز الاستطالة	ISO 2531/1998
القساوة Hardness	بجهاز القساوة	ISO 2531/1998
الاختبار الهيدروستاتيكي Hydrostatic test	بجهاز خاص للضغط	ISO 2531/1998

وتتم هذه الاختبارات وفقا لمعيار (ISO 2531- 1998) لأنابيب الفونت المرن وملحقاتها.

1- الاختبار البصري (Visual Test)

وفقا للمواصفات القياسية السورية ومقاييس الجودة (S.N.S:838 /2002) فإن السطح الداخلي والخارجي للأنابيب لابد أن يكون على نحو سلس، أي نظيف وخالي من الثقوب وفقاعات الهواء والعيوب الواضحة الأخرى.

2- متطلبات الأبعاد: يبين الجدول (4-1) القطر الاسمي والسماكة وفقاً لمعيار (ISO 2531- 1998)

الجدول (4-1) القطر الاسمي والسماكة

القطر الاسمي DN mm	القطر الخارجي DE mm	سماكة الجدار المعدني K9،e mm
40	56	6
50	66	6
60	77	6
65	82	6
80	98	6
100	118	6
125	144	6
150	170	6
200	222	6.3
250	274	6.8
300	326	7.2
350	378	7.7
400	429	8.1

450	480	8.6
500	532	9
600	635	9.9
700	738	10.8
800	842	11.7
900	945	12.6
1000	1048	13.5
1100	1152	14.4
1200	1255	15.3
1400	1462	17.1
1500	1565	18
1600	1668	18.9
1800	1875	20.7
2000	2082	40
2200	2288	24.3
2400	2495	26.1
2600	2702	27.9

- **القطر الخارجي:**

يبين الجدول (4-1) أبعاد القطر الخارجي لذيل الأنابيب وقطع تركيبها وذلك عندما تقاس محيطياً باستعمال شريط محيطي بتسامح إيجابي (+1) مم ويطبق على جميع أصناف سماكات الأنابيب وكذلك على قطع التركيب بفلنجة وذيل. يعتمد الانحراف السلبي على تصميم كل نوع من الوصلات.

- **القطر الداخلي:**

إن القيم الاسمية للأقطار الداخلية لأنابيب الحديد المصبوبة بالطرد المركزي تساوي تقريباً القياس الاسمي مقدراً بـ مم.

- **السماكة الاسمية:**

تحسب السماكة الاسمية لجدار الأنابيب وقطع تركيبها كتابع للقياس الاسمي وذلك بوساطة العلاقة الآتية:

$$e = K\left(0.5 + 0.001\ DN\right)$$

مع حد أدنى 6 mm للأنابيب المصبوبة بطريقة الطرد المركزي، و7 mm حداً أدنى للأنابيب المصبوبة بغير طريقة الطرد المركزي.

حيث: e: سماكة الجدار مقدرة بـ مم.

DN: القياس الاسمي للقطر مقدراً بـ مم.

K: معامل يستعمل كدلالة تصنيف للسماكة ويختار من سلاسل الأرقام.

$$(14,13,12,11,10,9,8,7)$$

K= 9 بالنسبة للأنابيب.

K=12 بالنسبة للقطع الخاصة.

K = 14 بالنسبة للتيهات.

- **البيضوية:** وهي الخروج عن دائرية مقطع الأنبوب ويساوي: $100\left(\frac{D_1 - D_2}{D_1 + D_2}\right)$

حيث:

D_1 :القطر الأعظمية ويقاس بـ مم.

D_2 :القطر الأصغري لمقطع أنبوب عرضي ويقاس بـ مم.

يجب أن تكون بيضوية ذيل الأنابيب وقطع التركيب:

- تبقى ضمن تسامح القطر الخارجي إذا كان القطر الاسمي 40-200 mm
- لا تتحاوز 1% من القطر الخارجي إذا كان القطر الاسمي 250-600 mm أو2% من أجل قطر اسمي أكبر من القطر الاسمي 600 mm.

- **علامات الصنع:**

يجب أن تكون الأنابيب و القطع الخاصة و الصمامات موسومة بحروف بارزة وواضحة وبطريقة غير قابلة للتزوير أو الحك أو الشطب بعلامة الشركة الصانعة والقطر الاسمي والضغط الاسمي و سنة الصنع و مادة الصنع وهذه العلامات من الفونت المرن.

- اسم الشركة الصانعة أو العلامة.
- تاريخ الصنع.
- التعريف كفونت مرن.
- القطر.
- الضغط PN للفلنجات حيث وجدت للقطع الخاصة.
- رقم المواصفة القياسية.

3- مقاومة الشد (Tensile Strength)

تؤخذ العينة من ذيل الأنبوب وتقطع هذه العينة بشكل يوازي المحور، يجب أن يكون قضيب الاختبار المأخوذ من كل عينة ممثلاً للمعدن في منتصف سماكة العينة.

يجب أن يكون طول قضيب الاختبار يساوي على الأقل خمس مرات القطر الاسمي لقضيب الاختبار، كما تجهز نهايات قضيب الاختبار بما يتناسب مع آلة الاختبار.

تحدد الخصائص الميكانيكية لقوة الشد في أنابيب الفونت المرن وتؤخذ عينة الاختبار من ذيل الأنبوب أو من عينة مصبوبة بشكل منفصل مع المصبوبة المعنية وقد وجد أن الحد الأدنى لهذه القوة هو (420 ميغا باسكال) وذلك حسب المواصفة (ISO 2531،3.1 .4،T8،P12).

- **قوى الخضوع yield Strength))**

يمكن لأنابيب الفونت المرن أن تتحمل قوة خضوع تصل قيمتها لأعلى من (300ميغا باسكال) وذلك حسب المواصفة ISO A395،3.1Clause ،1 page)).

- **الاستطالة (Elongation)**

يمكن أن تتحمل أنابيب الفونت المرن استطالة تصل إلى 10% من الحد الأدنى للطول الأصلي وذلك حسب المواصفة(ISO 2531 ،3.1 .4،T8،P12).

ويمثل الجدول (4-2) خصائص الشد.

الجدول (4-2) خصائص الشد

نوع المصبوبة	مقاومة الشد الدنيا ميغا باسكال	الاستطالة الدنيا بعد الكسر %	
القطر الاسمي مم	40-2600	40-1000	1100-2600
أنابيب مصبوبة بالطرد المركزي	420	10	7
أنابيب مصبوبة بغير الطرد المركزي قطع التركيب والملحقات	420	5	5

4- القساوة (Hardness)

يجب أن تكون قساوة الأنابيب بحيث يمكن أن تقطع أو يشتغل عليها بالآلات بوساطة عدة قياسية أو يؤخذ منها فرع أو أكثر، القساوة القصوى لأنابيب الفونت المرن تصل إلى 230 HB (صلابة برينل) للأنابيب المصبوبة بالطرد المركزي و250 HB للأنابيب غير المصبوبة بالطرد المركزي وقطع التركيب والملحقات أما بالنسبة للعناصر المصنعة بطريقة اللحام فيسمح بقساوة برينل أعلى وذلك في المناطق المتأثرة بالحرارة بسبب اللحام وذلك حسب المواصفة (ISO 2531، 3.2. 4، P12).

يجب أن ينفذ اختبار قساوة برنل على مصبوبات موضع خلاف أو على عينات مقطوعة من مصبوبات. يجب أن يخضع السطح المراد اختباره لجلخ موضعي بشكل خفيف ويتم إجراء الاختبار مستعملين كرة فولاذية بقطر 2.5 mm أو 5mm أو 10 mm.

5- الاختبار الهيدروستاتيكي (Hydrostatic Test)

ويتم الاختبار الهيدروليكي لأنابيب الفونت المرن لغرض تحديد التسرب أو عيوب أخرى وذلك حسب المواصفة (ISO 2531، T3، P08).

يجب أن تخضع الأنابيب المصبوبة بطريقة الطرد المركزي أو بغير طريقة الطرد المركزي لاختبار التشغيل الهيدروستاتيكي لمدة لا تقل عن عشرة ثوان وذلك عند ضغط تجريب داخلي أصغري محدد في الجدول (4-3)

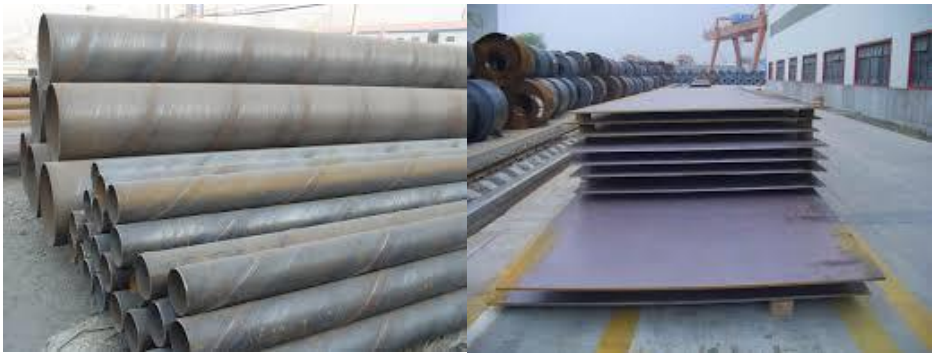
ولتحري التسرب تكون المصبوبات إما مطلية بانتظام عبر السطح الخارجي بوساطة مادة رغوية أو مغمورة بالماء.

الجدول (4-3) شروط تجربة الضغط الهيدروستاتيكي

القطر الاسمي مم	الضغط الأصغري لاختبار التشغيل (بار)		
	أنابيب مصبوبة بطريقة الطرد المركزي		أنابيب مصبوبة بغير طريقة الطرد المركزي، قطع التركيب
	$K > 9$	$K \leq 9$	كل سماكات الاصناف
40-300	$0.5(K+1)^2$	50	25
350-600	$0.5K^2$	40	16
700-1000	$0.5(K-1)^2$	32	10
1100-2000	$0.5(K-2)^2$	25	10
2200-2600	$0.5(K-3)^2$	18	10

2-3-4 الأنابيب الفولاذية:

أما الأنابيب الفولاذية، فيتم تصنيعها من الفولاذ الحلو القابل للحام، ويتم تصنيعها بطريقتين: إما بتشكيل صفائح فولاذية بالشكل اللازم آلياً ثم لحامها طولياً أو حلزونياً بالقوس الكهربائي الشكل(4-5)، أو بطريقة التشكيل على الساخن (المسحوب) دون لحام الشكل(4-6).



الشكل (4-5) صفائح فولاذية وصفائح ملحومة حلزونياً

الشكل(4-6) تشكيل الأنابيب الفولاذية المسحوبة

يتم تصنيع هذه الأنابيب بأطوال من m (7.7 – 6) وبأقطار مختلفة، حيث تتغير السماكات من mm 3 وحتى mm 8 حسب قطر الأنبوب والغاية المراد منها للأنابيب المسحوبة والملحومة، ويمكن زيادة السماكات حسب الطلب.

إن الأنابيب الفولاذية تصنّع عادةً بسماكة أقل من الأنابيب الحديدية، وتكون قادرةً على تحمّل الضغط والإجهادات الداخلية والخارجية بشكلٍ أكبر من الأنابيب الحديدية، كما أنها تقاوم التربة والظروف الجوية بشكلٍ أكبر، وبالتالي فمقاومتها على التآكل كبيرة جداً فيما لو تمّ عزلها بشكلٍ جيد.

4-3-2-1 الاختبارات التي تجرى على الأنابيب الفولاذية:

نوع الاختبار	طريقة إجراء الاختبار	المواصفة
الاختبار البصري Visual Test	بالعين المجردة	S.N.S:2186 /1999
الابعاد Dimension	أجهزة قياس القطر والسماكة	DIN 8075
تركيب كيميائي Chemical Composition	جهاز تحليل طيفي	ISO 559/1991
مقاومة الشد Tensile strength	بجهاز الشد	ISO 559/1991
الاستطالة Elongation	بجهاز الاستطالة	ISO 559/1991
التسطيح Flatten	بجهاز خاص	ISO 8492
الثني Bend	بجهاز مكبس	S.N.S:713 / 1989
القساوة Hardness	بجهاز القساوة	ISO 559/1991
الاختبار الهيدروستاتيكيHydrostatic test	بجهاز خاص للضغط	ISO 559/1991

وتتم هذه الاختبارات وفقا لمعيار (ISO 559- 1991) لأنابيب الفولاذ وملحقاتها.

1- الاختبار البصري (Visual Test)

يجب أن يكون السطح الداخلي والخارجي ناعماً وفقا للمواصفات القياسية السورية ومقاييس الجودة (S.N.S:2186 /1999) ، أي نظيف وخالي من الثقوب وفقاعات الهواء والعيوب الواضحة الأخرى كما يجب أن يكون الإنهاء جيداً ولكن يسمح ببعض العيوب شريطة أن تبقى السماكة ضمن حدود التسامح السلبية.

2- متطلبات الأبعاد:

- **القطر الخارجي:**

يبين الجدول(4-4) أبعاد القطر الخارجي لذيل الأنابيب وقطع تركيبها وذلك عندما تقاس محيطياً باستعمال شريط محيطي بتسامح إيجابي (+1) مم ويطبق على كل أصناف سماكات الأنابيب وكذلك على قطع التركيب بفلنجة وذيل. يعتمد الانحراف السلبي على تصميم كل نوع من الوصلات.

الجدول(4-4) أبعاد القطر الخارجي

القياس الاسمي DN	القطر الخارجي D mm	سلسلة B		C		D		E	
		T mm	M kg/m	T mm	M kg/m	T mm	M kg/m	T mm	M kg/m
50	60.3	2	2,88	2,3	3,29	2,3	3,29	2,9	4,11
65	76,1	2,3	4,19	2,6	4,71	2,6	4,71	2,9	5,24
80	88,9	2,3	4,91	2,9	6,15	2,9	6,15	3,2	6,76
100	114,3	2,6	7,16	2,9	7,97	3,2	8,77	3,6	9,83
125	139,7	2,6	8,79	3,2	10,8	3,6	12,1	4	13,4
150	168,3	2,6	10,6	3,2	13,0	4	16,2	4,5	18,2
200	219,1	2,6	13,9	3,6	19,1	4,5	23,8	6,3	33,1
250	273	3,6	23,9	4	26,5	5	33	6,3	41,1
300	323,9	4	31,6	4,5	35,4	5,6	44	7,1	55,5
350	355,6	4	34,7	5	43,2	5,6	48,3	8	68,6
400	406,4	4	39,7	5	49,5	6.3	62,2	8,8	86,3
450	457	4	44,7	5	55,7	6.3	70	10	110
500	508	5	62	5,6	69,4	6.3	77,9	11	135
600	610	5,6	83,5	6.3	93,8	6.3	93.8	12,5	184
700	711	6,3	109	7,1	123	7,1	123	14,2	244
800	813	7,1	141	8	159	8	159	16	314
900	914	8	179	8.8	196	10	223	17,5	387
1 000	1 016	8.8	219	10	248	10	248	20	491
1 050	1 067	8.8	230	10	251	11	186	—	—
1 100	1 118	8.8	241	10	273	11	300	—	—
1 200	1 219	10	298	11	326	12,5	372	—	—
1 400	1 422	12,5	435	14,2	493	14,2	493	—	—
1 600	1 626	14,2	564	16	635	16	635	—	—
1 800	1 829	14,2	634	16	715	17,5	782	—	—
2 000	2 032	16	795	17,5	869	20	992	—	—
2 200	2 235	17,5	957	20	1 093	22,2	1 211	—	—
2 500	2 540	20	1 243	22,2	1 379	25	1 551	—	—

يجب ألا يكون التسامح المسموح به في الأنابيب المسحوبة والملحومة أكبر مما يلي:

- 1% في الأنابيب المسحوبة ويكون حده الأدنى (±0.5).
- بالنسبة للأنابيب الملحومة فيكون وفق الجدول (4-5):

الجدول(4-5) تسامح القطر الخارجي للأنابيب الملحومة

القطر الخارجي D مم	التسامح
$D \leq 219.1$	± 1% وبحد أدنى ± 0.5 مم
$219.1 < D \leq 914$	± 0.75 % وبحد أقصى ± 5 مم
$914 < D$	± 0.75 % وبحد أقصى ± 10 مم

يجب أن يكون التسامح في الأنبوب السادة والمحلزن كما يبين الجدول(4-6):

الجدول(4-6) تسامح القطر الخارجي للأنابيب السادة والمحلزنة

القطر الخارجي D مم	التسامح مم
$D \leq 273$	+1.6 −0.4
$273 < D < 508$	+2.4 −0.8

الأنابيب الملحومة ذات النهايات السادة والتي قطرها الخارجي $D \geq 508$ فيكون التسامح $\begin{pmatrix} +2.4 \\ -0.8 \end{pmatrix}$ مم.

يجب أن يفحص التسامح في القطر الخارجي في النهايات على مسافة صغرى قدرها 100 مم.

- **القطر الداخلي:** أن القيم الاسمية للأقطار الداخلية لأنابيب الفولاذ تساوي تقريباً القياس الاسمي مقدراً بـ مم.
- **السماكة الاسمية:** نجد التسامح المسموح به في سماكة جسم الأنبوب في الجدول (4-7) بالنسبة للأنابيب المسحوبة وفي الجدول(4-8) للأنابيب الملحومة بعيداً عن اللحام.

الجدول(4-7) التسامح في سماكة الأنابيب المسحوبة

القطر الخارجي D مم	التسامح مم
$D \leq 114.3$	± 0.5 مم
$114.3 \leq D \leq 273$	$\begin{pmatrix} +17.5 \\ -12.5 \end{pmatrix}$% وبحد أدنى 0.5 مم
$273 < D$	$\%\begin{pmatrix} +20 \\ -12.5 \end{pmatrix}$

الجدول(4-8) التسامح في سماكة الأنابيب الملحومة

السماكة e مم	التسامح	%
e	التناكب والمقاومة الكهربائية بما في ذلك اللحام بالتحريض والأنابيب الملحومة بالقوس المغطسة المصنوعة من ملفات	الأنابيب الملحومة بالقوس المغطسة المصنوعة من صفائح
$e \leq 3.2$	$+0.3$ -0.25	–
$3.3 < e \leq 5$	± 0.35	(1) – + 10 –
$5 < e \leq 8$	± 0.4	– + 10 –
$8 < e \leq 25$	± 0.5	– + 10 –
(١) يتحكم الحد الأعلى في التسامح في الكتلة		

- **الاهليليجية:**

يجب أن تكون ضمن حدود التسامح في القطر الخارجي.

- **الطول:**

يكون التسامح فيها كما يلي:

- الطول أقصر من (6) مم +10 مم.
- الطول أطول من (6) مم +15 مم.

- **علامات الصنع:**

يجب أن تعلم الأنابيب المطلية وغير المطلية حسب التسلسل التالي:

- اسم الشركة الصانعة أو العلامة.
- تاريخ الصنع.
- درجة الفولاذ.
- القطر.
- الحرف (W) للأنابيب الملحومة والحرف (S) للمسحوبة.
- رقم المواصفة القياسية.
- تحتاج الأنابيب المطلية إلى تعليم إضافي حسب المواصفات ذات العلاقة.

3- التركيب الكيميائي:

يبين الجدول(4-9) التركيب الكيميائي لأنابيب الفولاذ:

الجدول(4-9) التركيب الكيميائي لأنابيب الفولاذ

درجة الفولاذ	التركيب الكيميائي%			شروط إزالة الأكسدة	
(1)	C	P	S	أنابيب مسحوبة	أنابيب ملحومة
ST320(2)	0	0.050	0. 5	-	غير محدد
ST360	0.17	0.045	0.045	مخمد	شبه مخمد
ST410(3)	0.21	0.045	0.045	مخمد	شبه مخمد، مخمد
ST430(3)	0.21	0.045	0.045	مخمد	شبه مخمد، مخمد
ST500(4)	0.22	0.045	0.045	مخمد بشكل خاص	مخمد بشكل خاص

(1) الحرف (S) يعني الفولاذ، والحرف (T) يعني الأنبوب. (2) الأنابيب الملحومة فقط.

(3) يمكن أن نستخدم الفولاذ من الدرجتين (420) (430) ولا فرق بينهما إذا تم الاتفاق على ذلك وقت الطلب. (4) يمكن أن نضيف Si 0.55% كحد أعظمي أو Mn 1.6% كحد أعظمي.

حيث:S الكبريت ، P فوسفور ، C كربون.

4- الاختبارات الميكانيكية:

يتم اجراء اختبار الشد والثني والتسطيح على عينات نأخذها من نهاية أنبوب اختبار نختاره عشوائياً من كل دفعة.

- **مقاومة الشد (Tensile Strength)**

يتم اجراء تجربة الشد وفق المواصفة القياسية السورية (714) لتحدد الخصائص الميكانيكية على عينات مأخوذة من جسم الأنبوب ويجب أن تكون القيم الناتجة لا تقل عن القيم الواردة في الجدول(4-10):

حيث:

A : الاستطالة النسبية بعد الكسر ونعبر عنها كنسبة مئوية من طول المقياس الأصلي

$$L_0 = 5.65\sqrt{S_0}$$

S_0: مساحة المقطع العرضي الأصلي لطول التوازي وتقاس mm^2

الجدول (4-10) مقاومة الشد

درجة الفولاذ	اجهاد الخضوع أو اجهاد الصمود* نيوتن/مم^2	اجهاد الشد Rm نيوتن/ مم^2	A كحد أدنى	
			طولياً	قطرياً
ST320	185	$410 \le R_m \le 500$	15	13
ST360	225	$410 \le R_m \le 500$	23	21
ST410	245	$410 \le R_m \le 500$	21	19
ST430	265	$430 \le R_m \le 570$	21	19
ST500	345	$500 \le R_m \le 650$	21	19

(*) إذا كانت السماكة أكبر من 16mm، فيمكن أن تخفض إجهاد الخضوع أو إجهاد الصمود بمقدار $10\ N/mm^2$.

ملاحظة: بالنسبة لمساحة اللحام، يمكن أن نستخدم قيم إجهاد الخضوع والقيمة الصغرى لمقاومة الشد للحساب فقط.

- **اختبار التسطيح:**

يجب أن يتم الاختبار وفق المواصفة ISO 8492.

يجب أن نبسط العينة بدون أن تظهر فيها أية عيوب حتى تكون المسافة (H) بين الصفيحتين:

$$H = \frac{(1+K)\,e}{K + \left(\frac{e}{D}\right)}$$

حيث:

$K = 0.09\ \%$:للفولاذ من الدرجة ST 360 و ST 320.

$K = 0.07\ \%$:للفولاذ من الدرجة ST 500 و ST 430 و ST 410.

- **اختبار الانحناء أو الثني :**

يتم الاختبار وفق الموصفة السورية S.N.S:713 / 1989

يتألف اختبار الانحناء من إخضاع قطعة اختبار ذات مقطع عرضي دائري أو مربع أو مستطيل أو مضلع، للتشوه اللدن بالحني، دون تغيير اتجاه التحميل للوصول إلى زاوية الانحناء المحددة.

يكون التباعد بين المسندين الخصين بالتجربة كالتالي (ما لم يحدد بطريقة أخرى).

$$l = (D + 3a) \pm \frac{a}{2}$$

حيث:

l :التباعد بين المساند.

D :قطر قلب التشكيل (اللقمة).

a :سماكة أوقطر قطعة الاختبار.

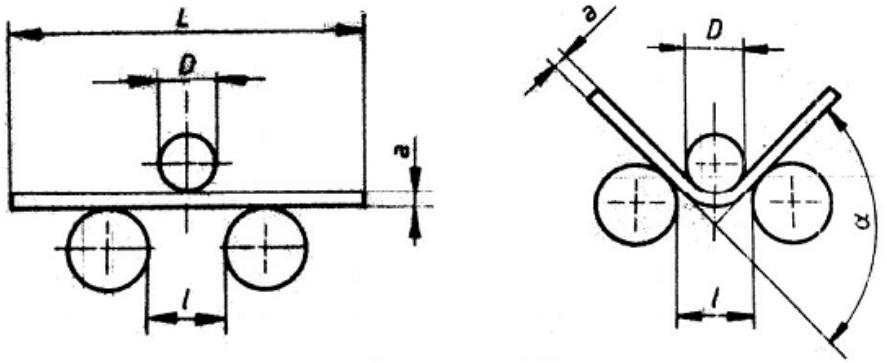
يجب ألا يتغير هذا التباعد خلال الاختبار.

يجب أن نثني عينة الاختبار باتجاه الانحناء الأصلي وبالنسبة للأنابيب الملحومة يجب أن يكون اللحام قي مركز عينة الاختبار ويجب أن تساوي قيمة الثني المسافة (H) الواردة في اختبار التسطيح.

يجب ألا ترى العين المجردة بعد الاختبار شقوقاً أو صدوعاً. ولا تعتبر الشقوق الصغيرة غير الكاملة في الأطراف سبباً للرفض.

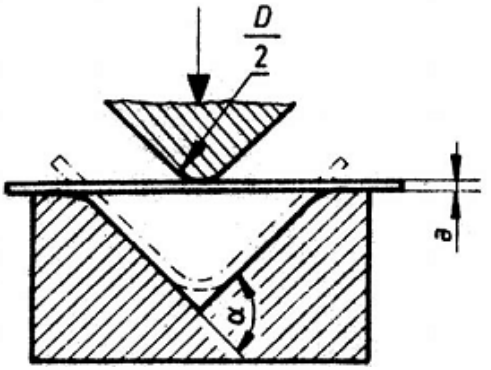
يتم إجراء اختبار الانحناء في آلات اختبار أو مكابس مجهزة بالوسائل التالية:

- وسيلة حني مع مسندين وقلب تشكيل (لقمة) كما هو موضح في الشكل (4-7)



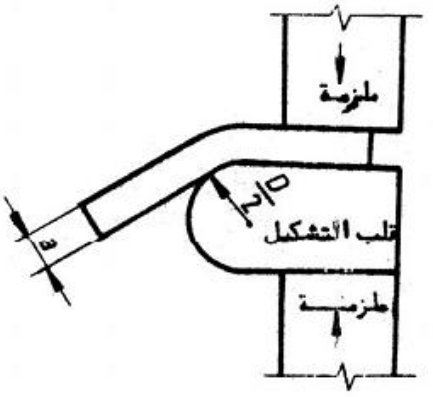
الشكل(4-7) ألية الحني مسندين وقلب تشكيل

- وسيلة حني مع قالب بشكل حرف (V) وقالب تشكيل (لقمة) بشكل حرف (V) كما هو موضح بالشكل(4-8)



الشكل(4-8) ألية الحني قالب بشكل حرف (V) وقالب تشكيل بشكل حرف (V)

- وسيلة حني مع ملزمة كما هو موضح بالشكل(4-9)



الشكل(4-9) ألية الحني ملزمة وقالب تشكيل

- **اختبار الضغط الهيدروليكي:**

تختبر هذه الأنابيب بالمصنع بضغط 95% من نقطة خضوع المعدن ويمكن حساب ضغط اختبار الأنبوب طبقا لقطر وسمك ونوع الصلب من المعادلة الآتية:

$$P = 20\ S\ K\ e\ /\ D$$

حيث: P: ضغط الاختبار.

K: معامل الأمان ويتراوح من 0.75 حتى 0.9

S: إجهاد الخضوع للمعدن كيلو غرام / سم^2.

e: سمك الأنبوب بالميلليمتر. D: قطر الأنبوب بالميلليمتر.

يجب ألا يزيد الضغط الهيدروليكي عن 50 بار إلا إذا حدد غير ذلك. ويجب أن تحافظ على الضغط خمس ثوان على الأقل. وإذا حدث تسرب في الأنابيب فلا تعتبر مطابقة للمواصفة.

3-3-4 الأنابيب البيتونية:

تعتبر أنابيب البيتون العادي والمسلحة من أكثر الأنواع استخداماً في تنفيذ مشاريع المياه وخصوصاً الصرف الصحي لذلك ستتم دراستها مع أنابيب الصرف الصحي.

4-3-4 الأنابيب البولي استر المسلحة بألياف زجاجية (G R P)

يتم إنتاج هذا النوع من الأنابيب من الراتنج المعالج بالحرارة والمسلح بألياف زجاجية، ويمكن إضافة مواد أخرى مثل الركام الخشن ومواد الحشو الناعمة والإضافات والصبغات الملونة وذلك طبقاً للمواصفات المعتمدة شكل (4-10).

شكل (4-10) أنابيب البولي استر المسلحة بألياف زجاجية (G R P)

تكون قطع التركيب بنفس مستوى أداء الأنابيب من نفس التصنيف أو تفوقها.

توضع العلامة المسجلة على الأنابيب وقطع التركيب بالمصنع بأسلوب مناسب وذلك للأنابيب المستخدمة في نقل الماء الصالح للشرب.

- **المميزات**

- متانة عالية.
- المرونة المناسبة.
- النعومة الفائقة للسطح الداخلي مما يساعد على انسياب الماء بالداخل.
- خفة الوزن النوعي حيث يصل إلى 1.75 غ / سم^3
- المقاومة العالية لتأثير المحاليل الحامضية والقلوية والمواد المؤكسدة والأملاح والكيماويات المختلفة وكذلك مقاومتها العالية لتأثير أشعة الشمس ودرجات الحرارة التي تصل إلى 50˚ درجة مئوية.
- لا تتأثر بالعوامل الجوية المختلفة والأملاح والمواد الكيماوية الموجودة بالتربة.
- العمر الافتراضي لتصميم الأنواع المختلفة لأنابيب (G R P) هي خمسون عاماً.

1- الاختبار البصري (Visual Test)

وفقاً للمواصفات القياسية السورية ومقاييس الجودة (S.N.S:1792 /2004) يكون السطح الداخلي للأنابيب أملس كما يكون كل من السطح الداخلي والسطح الخارجي للأنابيب نظيفاً وخالياً من العيوب التي تضر بمطابقتها مع المتطلبات الواردة في المواصفات المناسبة.

2- متطلبات الأبعاد:

- **القطر:**

القطر الاسمي: يتم اختياره من الجدول (4-11)

الجدول (4-11) القطر الاسمي

القطر الاسمي(مم)	الفارق بين قياس اسمي وآخر
100<D≤500	50
500<D≤2600	100
2600<D≤4000	200

قطر العمل: هو قطر العمل الفعلي مرتبط بالقياس الاسمي للأنبوب بعد تطبيق حدود اتسامح ويعطى بالمليمتر ويجب ألا يختلف قطر العمل عن القياس الاسمي للأنبوب بأكثر من ±3.5%.

تسامح التصنيع: هو تسامح التصنيع بالنسبة لقياس العمل والذي يجب ألا يتجاوز احدى المجموعات من الانزياحات المسموح بها من الجدول (4-12)

الجدول (4-12) تسامح التصنيع

القطر الاسمي(مم)	تسامح التصنيع (مم)
150≥D	±1.5%
150<D≤600	±3%
600<D	±0.5%

- **السماكة:**

يجب ألا تكون متوسط القراءات للسماكة أقل من الرقم المعلن عنه من قبل الشركة الصانعة على أن تقاس بدقة 0.1mm وفق المواصفة البريطانية BS 5480/90

- **الطول الفعلي:**

هو المسافة بين سطحين متوازيين ومتعامدين مع محور الأنبوب مارين من نقطتي النهاية للأنبوب دون الأخذ بعين الاعتبار العمق التصميمي الأقصى لدخول الذيل في الأس في حال وجودها.

- **علامات الصنع:**

يجب أن تعلم الأنابيب والقطع الخاصة بالبيانات التالية:

- اسم الشركة الصانعة أو علامتها المميزة.
- تاريخ الصنع.
- القطر الاسمي.
- الطول الفعلي.
- الضغط الاسمي PN.
- الصلابة الاسمية الدنيا.
- رقم المواصفة القياسية.
- وضع علامات مميزة تدل على طبيعة السائل المار بالأنابيب (مياه شرب–صرف صحي–مياه ري–مياه الفضلات الصناعية أو الكيميائية).

3- الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية:

- **مقاومة الشد الطولية:** وتتم وفق الملحق A من المواصفة البريطانية BS 5480/90

المبدأ: تعني مقدرة الأنبوب على تحمل حمولات جائزية وتقاس بمقاومة الشد الطولية وذلك للتأكد بأن الأنبوب يتمتع بمقاومة شد طولية على شريحة مأخوذة من الأنبوب حتى انكسارها كما هو وارد في الجدول(4-13)

الجدول (4-13) الحدود الدنيا لمقاومة الشد الطولية

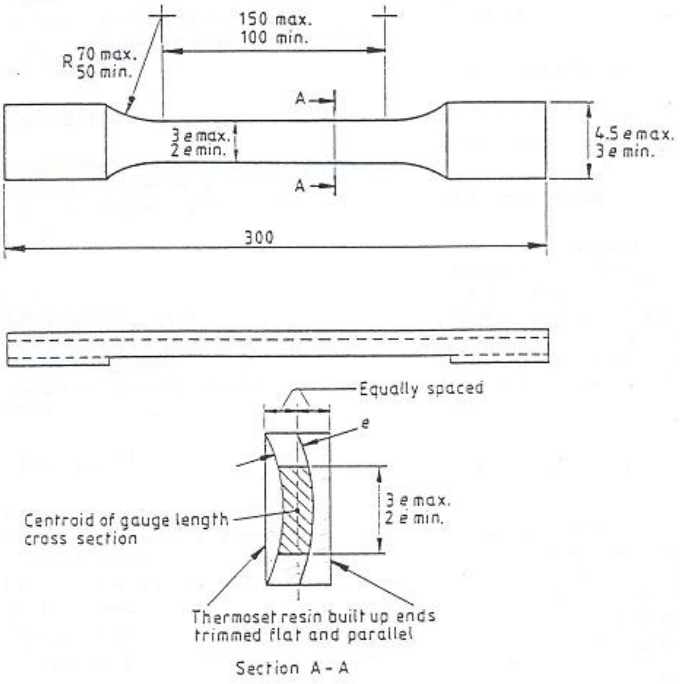
الحدود الدنيا لمقاومة الشد الطولية الأصلية لكل وحدة مدارية						
القياس الأسمي (mm)	الضغط (Bar)					
	≤ 4	>4 - 6≤	>6 - 10≤	>10 - 12.5≤	>12.5 - 16≤	>16 - 25≤
	الحدود الدنيا لمقاومة الشد الطولية الأصلية لكل وحدة مدارية (kN/m)					
100	100	100	100	100	100	100
150	100	100	100	100	100	115
200	100	100	100	100	105	138
250	100	100	100	107	123	164
300	100	100	107	121	141	190
350	100	101	120	136	159	216
400	100	102	132	150	176	242
450	100	111	144	165	194	268
500	100	119	156	179	211	294
600	114	136	180	207	246	345
700	126	152	204	236	281	397
800	150	169	228	265	316	449
900	153	186	252	294	351	506
1000	166	203	276	322	387	552
1100	179	220	301	351	422	-
1200	192	236	325	380	457	-
1300	205	253	349	409	492	-
1400	218	270	373	437	527	-
1500	231	287	397	466	563	-
1600	244	303	421	495	598	-
1700	258	320	445	524	633	-
1800	271	337	469	552	668	-
1900	184	354	493	581	703	-
2000	197	370	517	609	738	-
2100	310	387	542	638	774	-
2200	323	404	566	667	809	-
2300	336	421	590	700	844	-
2400	349	437	614	724	879	-
2500	362	454	638	-	-	-
2600	375	471	662	-	-	-
2800	401	504	710	-	-	-
3000	428	538	759	-	-	-
3200	454	571	807	-	-	-
3400	480	605	855	-	-	-
3600	506	638	903	-	-	-
3800	532	672	952	-	-	-
4000	558	706	1000	-	-	-

الأجهزة:

جهاز لاختبار مقاومة الشد يستطيع أن يعطي القوة المطبقة على القطعة بدقة ±1% من القيمة المعطاة.

قطعة الاختبار:

قطعة الاختبار عبارة عن شريط مقصوص من الأنبوب ومشذب وفق الأبعاد المبينة في الشكل(4-11)، يجب إجراء الاختبار على ثلاث قطع على الأقل، إذا كان تشذيب قطع الاختبار وفق الشكل (4-11) غير ممكن يمكن استعمال قطع اختبار متوازية الجوانب يتراوح عرضها (2 e-3 e) حيث e سماكة قطعة الاختبار.



الشكل(4-11) قطعة اختبار الشد

شروط اجراء التجربة:

يجب إجرار الاختبار في درجة حرارة 15±10 C^o أما في حال حدوث خلاف فيجب إجراء الاختبار في درجة حرارة 23±2 C^o.

طريقة الاختبار:

- يؤخذ عرض العينة من المنطقة الضيقة (التي ستتعرض للكسر) ويسجل الوسطي ويعطى الرمز (w).
- يتم تجهيز أطراف العينة المقوسة بحيث تصبح ملائمة للإمساك بها على جهاز الاختبار.

- يتم الإمساك بقطعة الاختبار في آلة الاختبار بحيث يكون الخط المركزي للقطعة على محور التحميل لآلة الاختبار.
- يتم شد العينة على الجهاز بسرعة منتقاة مسبقاً بحيث يحدث الانكسار بين (3-1) دقيقة ويتم الاختبار بسرعة 5mm/min. قوة الشد العظمى المسجلة لحظة الانكسار تسمى قوة الانكسار وتعطى الرمز (F).
- يتم إجراء التجربة على ثلاث عينات، وتهمل أية عينة تنكسر خارج المقطع الضيق ويختبر بدلاً عنها قطعة أخرى حتى الحصول على ثلاث نتائج.
- يتم حساب مقاومة الشد الطولية في الأنبوب لكل وحدة من المحيط مقدرة ب (N/mm) وذلك باستعمال العلاقة التالية:

مقاومة الشد الطولية $= \frac{F}{W}$

حيث:

F: القوة العظمى المسجلة لحظة الانكسار (نيوتن).

W: العرض الوسطي للمقطع الضيق في قطعة الاختبار (مم).

ملاحظة: يعتبر الفرق بين عرض العينة W وطول القوس مهمل.

- **اختبار الكتامة تجاه التسرب للأنابيب والوصلات بوساطة الضغط الهيدروستاتيكي:**

المبدأ: يتم التأكد من الكتامة تجاه التسرب للأنابيب والوصلات باستعمال ضغط مائي سكوني يبلغ 1.5 مرة من ضغط العمل الأقصى مقدراً بالبار.

الأجهزة:

يتألف الجهاز من قطعتي اغلاق متينتين كنيمتين للنهايتين مسنودتين بشكل ملائم لكيلا تطبق على الأنبوب أية قوة محورية عدا ما هو ناتج عن السائل داخل القطعة المختبرة الشكل(4-12). ويتم تجهيز الأنبوب بوسيلة لقياس الضغط المائي السكوني بدقة ضمن تسامح ±2%.

قطع الاختبار:

هي الأنبوب والوصلة كما تم صنعها.

الشكل(4-12) تطبيق تجربة الضغط الهيدروستاتيكي

الطريقة:

- يتم تجميع الأنبوب والوصلة مع جهاز الاختبار.
- يتم ملء الأنبوب والوصلة بالماء مع الانتباه إلى طرد الهواء بالكامل.
- يتم تطبيق ضغط الاختبار تدريجياً بحيث لا يرتفع الضغط أكثر من 1 بار بالثانية وتتم المحافظة على الضغط لمدة 5min أو لمدة تكفي للسماح بإجراء التفتيش بالعين المجردة على كامل الأنبوب والوصلة، أيهما أطول.
- يتم فحص سطح الأنبوب والوصلة خلال مدة الاختبار ويسجل أي تسرب أو انكسار.

4-3-5 أنابيب بلاستيك حراري من عديد كلوريد الفينيل (PVCU- PVC):

تخضع هذه الأنابيب للمواصفة السورية S.N.S:145 / 1979

إن مادة تصنيع الأنابيب بشكل أساسي من مادة كلوريد البولي فينيل PVC، التي يمكن إضافة بعض المواد المضافة إليها لتسهيل عملية التشكيل والتصنيع لإنتاج أنابيب متقنة الصنع ومتقنة وذات سطوح جيدة الإنهاء، ويجب الانتباه إلى ان استعمال إحدى هذه المواد المضافة بمفردها أو مع بقية المواد الأخرى يجب أن يكون بكميات محددة بحيث لا تؤدي إلى إفساد خواص لحامها أو إفساد المواصفات الفيزيائية والكيميائية أو

تسميم المياه المارة فيها. يسمح بإعادة استعمال المواد الناتجة أثناء عملية التصنيع بشرط أن يتوافق مع المواصفة.

تنقسم الأنابيب حسب تحملها للضغوط مقدرة بالبار إلى فئات وفق الجدول(4-14):

الجدول(4-14) تصنيف أنابيب كلوريد البولي فينيل PVC

الضغط الاسمي (بار)	الفئة
2.5	آ
4	ب
6	ج
10	د
16	هـ

تعتبر هذه الضغوط ضغوط التشغيل التي يمكن أن تتحملها الأنابيب.

الاختبارات التي تجرى على أنابيب البلاستيك UPVC

نوع الاختبار	طريقة إجراء الاختبار	المواصفة
الاختبار البصري Visual inspection	بالعين المجردة	BS :3505،DIN 8062
مقاومة الصدم Impact strength	بجهاز الثقل	BS :3505،ASTM D256
اختبار على حرارة مرتفعة Oven test	بالفرن	BS :3505،ASTM D635
الأبعاد Dimensions	بأداة قياس	BS :3505،DIN8062
الاختبار الهيدروستاتيكي Hydrosta test	بجهاز خاص	BS :3505،DIN 8062

1- الاختبار البصري (Visual Test)

يجب أن يكون الأنبوب مستديراً بشكل مقبول مطابقة لمتطلبات المواصفات الموضحة BS :3505-1968 ، DIN:8062- 1974، كما يجب أن تكون السطوح الداخلية والخارجية للأنبوب ملساء ونظيفة من الفراغات والعيوب الأخرى التي تؤثر على وظيفة الأنبوب، وان تكون جيدة التصنيع ومتناظرة مع محور الأنبوب الشكل(4-13).

2- متطلبات الأبعاد:

- **القطر:**

يعتبر قطر أنبوب كلوريد البولي فينيل القطر الخارجي وتحدد بالمليمتر كما يلي الجدول(4-15):

الشكل(4-13) أنابيب كلوريد البولي فينيل PVC

الجدول(4-15)

القطر الخارجي (مم)	التفاوتات المسموح بها (مم)	القطر الخارجي (مم)	التفاوتات المسموح بها (مم)
5	0.2+	160	0.4+
6	0.2+	180	0.4+
8	0.2+	200	0.4+
10	0.2+	225	0.5+
12	0.2+	250	0.5+
16	0.2+	280	0.6+
20	0.2+	315	0.6+
25	0.2+	355	0.7+
32	0.2+	400	0.7+
40	0.2+	450	0.8+
50	0.2+	500	0.9+
63	0.2+	560	1.0+
75	0.3+	630	1.1+
90	0.3+	710	1.2+
110	0.3+	800	1.3+
125	0.3+	900	1.5+
140	0.4+	1000	1.6+

- **السماكة:**

تحدد سماكات جدران الأنابيب بحسب الضغوط المطبقة وتحدد بالعلاقة التالية:

$$\sigma = \frac{P\,(d-e)}{2\,e}$$

حيث:

σ :الاجهاد الناشئ في مادة الأنابيب (نيوتن/مم^2).

d:القطر الخارجي (مم).

P:ضغط الماء (نيوتن/مم^2).

e:سماكة جدار الأنبوب (مم).

ويبين الجدول(4-16) سماكات الأنابيب المختلفة حسب القطر والفئة:

القطر (مم)	الفئة (أ)		الفئة (ب)		الفئة (جـ)		الفئة (د)		الفئة (هـ)	
	السماكة	كتلة المتر الواحد كغ/مم)	السماكة	كتلة المتر الواحد كغ/مم)	السماكة	كتلة المتر الواحد كغ/مم)	السماكة	كتلة المتر الواحد كغ/مم)	السماكة	كتلة المتر الواحد كغ/مم)
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	0.045
12	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	0.055
16	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	0.087
20	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	0.135
25	-	-	-	-	-	-	1.5	0.172	1.9	0.212
32	-	-	-	-	-	-	1.8	0.264	2.4	0.319
40	-	-	-	-	1.8	0.334	2.0	0.366	3.0	0.525
50	-	-	-	-	1.8	0.422	2.4	0.547	3.7	0.805
63	-	-	-	-	1.9	0.562	3.0	0.854	4.7	1.28
75	-	-	1.8	0.642	2.2	0.766	3.6	1.21	5.6	1.81
90	-	-	1.8	0.774	2.7	1.12	4.3	1.74	6.7	2.60
110	0.950	-	2.2	1.26	3.2	1.64	5.3	2.61	8.2	3.90
125	1.08	1.8	2.5	1.47	3.7	2.12	6.00	3.34	9.3	5.00
140	1.21	1.8	2.8	1.84	4.1	2.62	6.7	4.16	10.4	6.25
160	1.39	1.8	3.2	2.38	4.7	2.43	7.7	5.46	11.9	8.17
180	1.57	1.8	3.6	3.00	5.3	4.35	8.6	6.88	13.4	10.14
200	1.74	1.8	4.0	3.70	5.9	5.37	9.6	8.51	14.9	12.8
225	1.96	1.8	4.5	4.67	6.6	6.73	10.8	10.8	16.7	16.1
250	2.40	1.8	4.9	5.65	7.3	8.38	11.9	13.2	18.6	19.9

الجدول(4-16)

القطر (مم)	الفئة (أ)		الفئة (ب)		الفئة (جـ)		الفئة (د)		الفئة (هـ)	
	السماكة	كتلة المتر الواحد كغ/م	السماكة	كتلة المتر الواحد كغ/م	السماكة	كتلة المتر الواحد كغ/م	السماكة	كتلة المتر الواحد كغ/م	السماكة	كتلة المتر الواحد كغ/م
280	2.3	3.08	5.5	7.08	8.2	10.4	13.4	16.6	20.8	24.9
315	2.5	3.74	6.2	8.95	9.2	13.1	15.0	20.9	23.4	31.5
355	2.9	4.87	7.0	11.4	10.4	16.7	16.9	26.5	26.3	39.9
400	3.2	6.02	7.9	14.5	11.7	21.1	19.1	33.7	29.7	50.8
450	3.6	7.6	8.9	18.3	13.2	26.8	21.5	42.7		
500	4.00	9.37	9.8	22.4	14.6	32.9	23.9	52.6		
560	4.5	11.8	11.0	28.1	16.4	41.4	26.7	65.8		
630	5.00	14.7	12.4	35.7	18.4	52.2	30.00	83.4		
710	5.7	18.8	14.0	45.3	20.7	66.1				
800	6.4	23.9	15.7	57.2	23.3	83.9				
900	8.0	30.2	17.7	72.5	26.3	106				
1000	8.0	37.1	19.7	89.6	29.2	131				

- **علامات الصنع:**

يجب أن تكون الأنابيب موسومة بحروف بارزة وواضحة وبطريقة غير قابلة للتزوير أو الحك أو الشطب بالعلامات التالية:

- اسم الشركة الصانعة أو العلامة.
- تاريخ الصنع.
- القطر والفئة.
- رقم المواصفة القياسية.

3- الاختبارات الفيزيائية والكيميائية:

- **تجربة الحرارة:**

تطبق الطريقة الواردة في الملحق A من المواصفة البريطانية BS :3505-1968.

يتم أخذ عينة بطول 300mm من الأنبوب ويتم وضع علامتين بتباعد 100mm وتوضع في الفرن بدرجة حرارة 150 $C^{o}\pm2$ لمدة تتعلق بسماكة الأنبوب وفق الجدول (4-17):

الجدول(4-17) شروط تجربة الحرارة

السماكة (مم)	المدة (دقيقة)
e < 8.6	15
8.6< e <14.1	30
14.1< e	60

يجب لدى تطبيق هذه الطريقة أن لا يزيد التفاوت في الطول على 5% بعد التجربة. كما يجب ألا يظهر في الأنبوب أي عيب أو تشقق أو فراغات أو بثور.

- **مقاومة الاسيتون:**

تطبق الطريقة الواردة في الملحق B من المواصفة البريطانية BS :3505-1968. تغمر العينة بشكل شاقولي ويكون ارتفاع الاسيتون فوق العينة بمقدار 25mm لمدة ساعتين، يجب لدى تطبيق هذه الطريقة أن لا يظهر في العينة انفصال إلى طبقات رقيقة أو تفسخ. ويجب ألا يؤخذ بعين الاعتبار بالنسبة لهذه التجربة تسطح الأنبوب أو انتفاخه.

- **مقاومة حمض الكبريت:**

تطبق الطريقة الواردة في الملحق C من المواصفة البريطانية BS :3505-1968. يجب لدى تطبيق هذه الطريقة ألا تزداد كتلة العينة بأكثر من 3.16 gr ولا تقل بأكثر من 0.13 gr. ويجب ألا يؤخذ بعين الاعتبار بالنسبة لهذه التجربة تأثير الحمض على مظهر سطح العينة من حيث الخشونة أو قصر اللون أو الاسوداد.

- **الشفافية:** تطبق الطريقة الواردة في الملحق D من المواصفة البريطانية BS :3505-1968. يجب لدى تطبيق هذه الطريقة ألا ينقل جدار الأنبوب أكثر من 0.2% من الضوء المرئي المسلط.
- **التأثير على الماء:** تطبق الطريقة الواردة في الملحق E من المواصفة البريطانية BS :3505-1968. يجب لدى تطبيق هذه الطريقة ألا يكون للأنابيب أي تأثير ضار على تركيب المياه الي تجري بداخلها.

4- الاختبارات الميكانيكية:

- **مقاومة الصدم في الدرجة C^{o} 20:**

تطبق الطريقة الواردة في الملحق F من المواصفة البريطانية BS :3505-1968، ويجب أن تجتاز جميع الأنابيب هذه التجربة بنجاح.

- **مقاومة الصدم في الدرجة C^{o} 0:**

تطبق الطريقة الواردة في الملحق G من المواصفة البريطانية BS :3505-1968، ويجب أن تجتاز جميع الأنابيب هذه التجربة بنجاح.

- **الاختبار الهيدروليكي القصير الأمد:**

تطبق الطريقة الواردة في الملحق h من المواصفة البريطانية BS :3505-1968، ويجب لدى تطبيق هذه الطريقة أن تتحمل العينة الاجهاد المحيطي الأصغري المطبق لساعة واحدة على الأقل دون أي إخفاق كما في الجدول(4-18):

الجدول(4-18) شروط تجربة الضغط الهيدروستاتيكي قصير الامد

قطر الأنبوب(مم)	الاجهاد المحيطي الاصغري (بار)
D≤180	392
D≥200	427

- **الاختبار الهيدروليكي الطويل الأمد:**

تطبق الطريقة الواردة في الملحق j من المواصفة البريطانية BS :3505-1968، ويجب لدى تطبيق هذه الطريقة أن لا يقل مستوى الاجهاد المحيطي لمدة ساعة ولمدة 50 سنة (بالاستقراء) من القيم المحددة أدناه الجدول (4-19):

الجدول(4-19) شروط تجربة الضغط الهيدروستاتيكي طويل الامد

قطر الأنبوب(مم)	الاجهاد المحيطي الاصغري (بار) لمدة ساعة	الاجهاد المحيطي الاصغري (بار) 50سنة
D≤180	392	230
D≥200	427	260

يمكن اعتبار العينة التي أجري عليها الاختبار الهيدروليكي الطويل الأمد لمدة (1-10) ساعة محققة لمتطلبات الاختبار الهيدروليكي القصير الأمد على أن تجتاز أيضاً الاجهاد لمدة ساعة.

6-3-4 أنابيب البولى ايثيلين عالى الكثافة (HDPE):

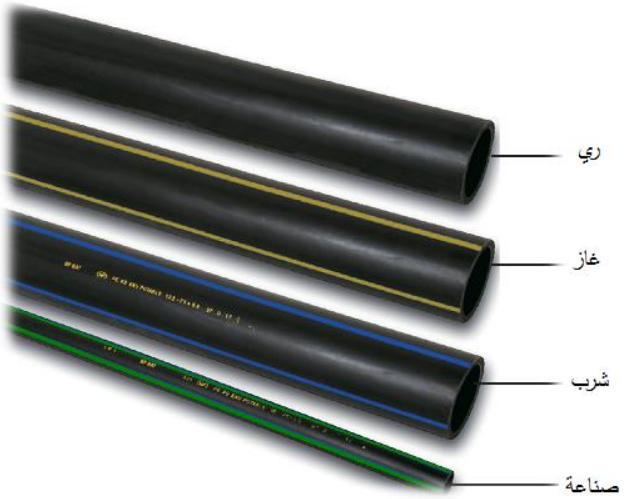
تستخدم أنابيب البولى ايثيلين عالي الكثافة (HDPE) من نوع PE100 حسب المواصفة ISO 4427:1996 أو prEN 12201:1999 أو ما يعادلها في مد خطوط مياه الشرب لما لها من مواصفات ميكانيكية عالية بالإضافة الى تحمل الضغوط العالية

والمرونة العالية التي تخفف بنسبة كبيرة من تأثير ظاهرة الطرق المائي (Water hammer) وصلاحيتها للاستخدام في مياه الشرب ولا يوجد لها أي تأثير على الصحة العامة والبيئة و تفي بمتطلبات المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم/45/.

تتوفر المادة الأولية بالألوان التالية: الأسود–الأزرق–الأصفر–البرتقالي، ويفضل استخدام اللون الأسود في بلادنا (سورية).

ويتم التمييز بلون الخطوط شكل(4-14):

- أسود بدون خطوط: يستخدم في الري.
- أسود بخطوط صفراء: يستخدم في نقل الغاز.
- أسود بخطوط زرقاء: يستخدم في نقل مياه الشرب.
- أسود بخطوط خضراء: يستخدم في الصناعة.



الشكل(4-14) أنابيب البولي اتيلين واستخداماتها

المميزات:

- المرونة العالية التي تناسب الأراضي المتحركة والتربة الرافعة مع مقاومة عالية لتأثير الزلازل.
- المقاومة الذاتية للتربة العدوانية مما يوفر مصروفات الحماية الداخلية والخارجية.
- المقاومة العالية للعوامل البيئية وخاصة الاشعة فوق البنفسجية.
- أكثر مقاومة للنحر من الأنابيب المعدنية.

- مقاومة عالية لتأثير الكيماويات.
- عدم التأثر بالتيارات الشاردة.
- مقاومة عالية للصدمات أثناء التداول.
- خفة الوزن مما يقلل من مصروفات النقل والتداول.
- امكانية اللحام بالتسخين ليصبح الخط وحدة واحدة مع عدم وجود احتمالات التسريب.
- سرعة وتقليل تكلفة التركيب.
- عمر افتراضي يصل إلى 50 عاماً.

التسمية والتصنيف:

يجب أن يسمى أنبوب متعدد الاتيلين حسب نوع المادة الأولية المستخدمة في تصنيعه بحيث يكون مطابقاً لمعطيات الجدول(4-20) الذي يحدد المقاومة الصغرى المطلوبة (MRS) والاجهاد التصميمي الهيدروستاتيكي والجدول(4-21) يحدد العلاقة بين MRS و σ_s ومعامل التصميم عند الدرجة^oC20.

الجدول(4-20) تسمية الأنابيب

تسمية الأنبوب	المقاومة الصغرى المطلوبة (MRS) عند 50سنة وبدرجة^oC20 (ميغا باسكال)	اجهاد التصميم الهيدروستاتيكي الاعظمي المسموح به σ_s (ميغا باسكال)
PE100	10	8
PE80	8	6.3
PE63	6.3	5
PE40	4	3.2
PE32	3.2	2.5

الجدول(4-21) العلاقة بين MRS و σs ومعامل التصميم عند الدرجة 20Co

اجهاد التصميم الهيدروستاتيكي الاعظمي المسموح به σ_s (ميغا باسكال)	المقاومة الصغرى المطلوبة (MRS) (ميغا باسكال)				
	10	8	6.3	4	3.2
	معامل التصميم				
8	1.25				
6.3	1.6	1.25			
5	2	1.6	1.25		
4	2.5	2	1.6		
3.2	3.2	2.5	2	1.25	
2.5	-	3.2	2.5	1.6	1.25

الاختبارات التي تجرى على أنابيب البولى ايثيلين عالى الكثافة (HDPE)

نوع الاختبار	طريقة إجراء الاختبار	المواصفة
الاختبار البصري Visual Test	بالعين المجردة	S.N.S:972 / 2002
اختبار الانكماش Longitudinal reversion	بجهاز قياس الانكماش	Page11،6.2،ISO4427
الكثافة Density	بجهاز الكثافة	S.N.S:972 / 2002
الاختبار الهيدروستاتيكي Hydrostatic test	بجهاز خاص	Page10،Table8،ISO4427
سماكة الجدران Wall thickness	بأداة قياس	Page4،Table2،DIN8074

1- الاختبار البصري (Visual Test)

يجب أن يكون الأنبوب مستديراً بشكل مقبول مطابقاً لمتطلبات المواصفات الموضحة S.N.S:972 / 2002 ، ISO4427- 1996 ، يجب أن يكون سطح الأنبوب ناعماً خالياً من أية عيوب أو مسامات أو تشققات. كما يجب أن تكون السطوح الداخلية والخارجية للأنبوب ملساء ونظيفة من الفراغات والعيوب الأخرى التي تؤثر على وظيفة الأنبوب.

يجب أن تكون نهايات الأنابيب ملساء نظيفة وأن يكون القص عمودي على المحور ويجب تقديم سدات لنهايات الأنابيب لمنع دخول أجسام غريبة أثناء التخزين أو التركيب أن تكون الأنابيب من اللون الأسود بخط أزرق واحد على الأقل على طول الأنبوب ومن نفس مادة الأنبوب (لا تقبل الطباعة) ويجب أن يكون اللون المستخدم من الملونات المنصوص عنها في المواصفات القياسية السورية S.N.S:1080 والخاصة بالملونات المستخدمة في تصنيع المواد اللدائنية الملامسة للأغذية.

2- متطلبات الأبعاد:

- **القطر والسماكة:**

تقاس أبعاد الأنابيب حسب ISO 3126 او prEN 496 أو ما يعادلها في درجة حرارة 23 °± 2°. يتم تحديد سماكة جدار الأنبوب حسب الضغط الاسمي المطلوب وذلك وفق الجدول(4-22) و (4-23) حيث:

SDR(Standard Dimension) هي نسبة القطر الخارجي الاسمي إلى السماكة الاسمية.

S (Pipe Series): سلسلة تصنيف الأنابيب [S]={[SDR]-1}/2

e_{min}: السماكة الدنيا المسموحة في أية نقطة.

e_{max}: السماكة العظمى المسموحة في أية نقطة.

الجدول(4-22) القطر والسماكة والضغط الاسمي

PE 100 σ_S=8Mpa

DN/OD mm القطر الاسمي	السماكة الأسمية Nominal Wall Thickness.mm									
	SDR 6		**SDR 7.4**		**SDR 9**		**SDR 11**		**SDR 13.6**	
	S 2.5		**S 3.2**		**S 4**		**S 5**		**S 6.3**	
	PN 32		**PN 25**		**PN 20**		**PN 16**		**PN 12.5**	
	e min	**e max**	**e min**	**e max**	**e min**	**e max**	**e min**	**e max**	**e min**	**e Max**
20	3.4	3.9	3.0	3.4	2.3	2.7	2.3	2.3	-	-
25	4.2	4.8	3.5	4.0	3.0	3.4	2.3	2.7	2.3	2.3
32	5.4	6.1	4.4	5.0	3.6	4.1	3.0	3.4	2.4	2.8
40	6.7	7.5	5.5	6.2	4.5	5.1	3.7	4.2	3.0	3.5
50	8.3	9.3	6.9	7.7	5.6	6.3	4.6	5.2	3.7	4.2
63	10.5	11.7	8.6	9.6	7.1	8.0	5.8	6.5	4.7	5.3
75	12.5	13.9	10.3	11.5	8.4	9.4	6.8	7.6	5.6	6.3
90	15.0	16.7	12.3	13.7	10.1	11.3	8.2	9.2	6.7	7.5
110	18.3	20.3	15.1	16.8	12.3	13.7	10.0	11.1	8.1	9.1
125	20.8	23.0	17.1	19.0	14.0	15.6	11.4	12.7	9.2	10.3
140	23.3	25.8	19.2	21.3	15.7	17.4	12.7	14.1	10.3	11.5
160	26.6	29.4	21.9	24.2	17.9	19.8	14.6	16.2	11.8	13.1
180	29.9	33.0	24.6	27.2	20.1	22.3	16.4	18.2	13.3	14.8
200	33.2	36.7	27.4	30.3	22.4	24.8	18.2	20.2	14.7	16.3
225	37.4	41.3	30.8	34.0	25.2	27.9	20.5	22.7	16.6	18.4
250	41.5	45.8	34.2	37.8	27.9	30.8	22.7	25.1	18.4	20.4
280	46.5	51.3	38.3	42.3	31.3	34.6	25.4	28.1	20.6	22.8
315	52.3	57.7	43.1	47.6	35.2	38.9	28.6	31.6	23.2	25.7
355	59.0	65.0	48.5	53.5	39.7	43.8	32.2	35.6	26.1	28.9
400	-	-	54.7	60.3	44.7	49.3	36.3	40.1	29.4	32.5
450	-	-	61.5	67.8	50.3	55.5	40.9	45.1	33.1	36.6
500	-	-	----	----	55.8	61.5	45.4	50.1	36.8	40.6
560	-	-	----	----	----	----	50.8	56.0	41.2	45.5
630	-	-	----	----	----	----	57.2	63.1	46.3	51.1

الجدول(4-23) القطر والسماكة والضغط الاسمي

DN/OD mm القطر الاسمي	السماكة الأسمية Nominal Wall Thickness.mm									
	SDR 17		SDR 17.6		SDR 21		SDR 26		SDR 41	
	S 8		S 8.3		S 10		S 12.5		S 20	
	PN 10		PN 9		PN 8		PN 6		PN 4	
	e min	e max	e Min	e max	e min	e max	e min	e max	e min	e Max
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	2.3	2.3	2.3	2.3	----	----	----	----	----	----
40	2.4	2.8	2.3	2.7	2.3	2.3		-	-	-
50	3.0	3.4	2.9	3.3	2.4	2.8	2.0	2.3	----	-
63	3.8	4.3	3.6	4.1	3.0	3.4	2.5	2.9	----	----
75	4.5	5.1	4.3	4.9	3.6	4.1	2.9	3.3	----	----
90	5.4	6.1	5.1	5.8	4.3	4.9	3.5	4.0	----	----
110	6.6	7.4	6.3	7.1	5.3	6.0	4.2	4.8	----	----
125	7.4	8.3	7.1	8.0	6.0	6.7	4.8	5.4	----	----
140	8.3	9.3	8.0	9.0	6.7	7.5	5.4	6.1	-	-
160	9.5	10.6	9.1	10.2	7.7	8.6	6.2	7.0	----	-
180	10.7	11.9	10.2	11.4	8.6	9.6	6.9	7.7	-	-
200	11.9	13.2	11.4	12.7	9.6	10.7	7.7	8.6	-	-
225	13.4	14.9	12.8	14.2	10.8	12.0	8.6	9.6	-	-
250	14.8	16.4	14.2	15.8	11.9	13.2	9.6	10.7	-	-
280	16.6	18.4	15.9	17.6	13.4	14.9	10.7	11.9	---	---
315	18.7	20.7	17.9	19.8	15.0	16.6	12.1	13.5	7.7	8.6
355	21.1	23.4	20.1	22.3	16.9	18.7	13.6	15.1	8.7	9.7
400	23.7	26.2	22.7	25.1	19.1	21.2	15.3	17.0	9.8	10.9
450	26.7	29.5	25.5	28.2	21.5	23.8	17.2	19.1	11.0	12.2
500	29.7	32.8	28.3	31.3	23.9	26.4	19.1	21.2	12.3	13.7
560	33.2	36.7	31.7	35.0	26.7	29.5	21.4	23.7	13.7	15.2
630	37.4	41.3	35.7	39.4	30.0	33.1	24.1	26.7	15.4	17.1

- **التفلطح (Out-of-roundness or Ovality):**

وهو الفرق بين القيمة المقاسة لأكبر قطر خارجي و لأصغر قطر خارجي في نفس المقطع العرضي للأنبوب أو ذيل قطعة خاصة. يجب أن يوافق المواصفة ISO 11922-1 أو prEN 12201-2 أو ما يعادلها حسب الجدول (4-24):

الجدول (4-24) التفلطح

القطر الاسمي mm	القطر الخارجي الاسمي mm	القطر الخارجي الوسطي		التفلطح الأعظميmm
		الأصغري mm	الأعظمي mm	
20	20	20.0	20.3	1.2
25	25	25.0	25.3	1.2
32	32	32.0	32.3	1.3
40	40	40.0	40.4	1.4
50	50	50.0	50.4	1.4
63	63	63.0	63.4	1.5
75	75	75.0	75.5	1.6
90	90	90.0	90.6	1.8
110	110	110.0	110.7	2.2
125	125	125.0	125.8	2.5
140	140	140.0	140.9	2.8
160	160	160.0	161.0	3.2
180	180	180.0	181.1	3.6
200	200	200.0	201.2	4.0
225	225	225.0	226.4	4.5
250	250	250.0	251.5	5.0
280	280	280.0	281.7	9.8
315	315	315.0	316.9	11.1
355	355	355.0	357.2	12.5
400	400	400.0	402.4	14.0
450	450	450.0	452.7	15.8
500	500	500.0	503.0	17.5
560	560	560.0	563.4	19.6
630	630	630.0	633.0	22.1

بالنسبة للأنابيب الملفوفة، يجب أن يتم تحديد قطر اللفة بحيث لا يؤدي اللف إلى أي عيوب موضعية أو تشققات أو أية عيوب أخرى و يجب أن لا يقل قطر اللفة عن 18Dn حسب ISO 4427 أو ما يعادلها.

- **أطوال الأنابيب واستقامتها:**

- يكون طول الأنابيب المستقيمة بحدود 12m وأكثر بالنسبة للأقطار > من 75mm.
- لا يقل طول اللفة عن 100m بالنسبة للأقطار ≤ 75mm.

- **علامات الصنع:**

• جميع الأنابيب يجب أن تحمل وبشكل دائم علامات صنع ويجب أن تبقى خلال التحميل والتنزيل، التخزين، التركيب، خلال الاستثمار ومطبقة بطريقة لا تؤثر على مواصفات الأنبوب.

• علامات الصنع يجب ألا تؤدي إلى أي ضرر في سطح الأنبوب أو حدوث أقنية تسريب عند استخدام جوان في وصلات التداخل بالضغط الميكانيكي.

• يجب أن توسم الأنابيب وبشكل مستمر (مرة كل متر) [يجب أن لا يؤدي وضع علامات الصنع إلى تشقق في الأنابيب وأن لا يؤدي التخزين العادي أو التحميل والتركيب والاستخدام إلى التأثير على العلامات] كما يلي:

– مواصفة الصنع.

– اسم الصانع /العلامة التجارية.

– الأبعاد (القطر الخارجي – السماكة).

– SDR.

– مادة الصنع.PE 100

– الضغط الاسمي PN (بار).

– تاريخ الصنع (السنة – الشهر) + رقم الدفعة للمادة الأولية.

– عبارة الأنبوب صالح لمياه الشرب.

بالنسبة للأنابيب الملفوفة حتى قطر **75** مم يجب أن توضع علامات الترقيم المترية تحدد طول اللفة حتى تلك النقطة بحيث يمكن معرفة المتبقي من طول الأنابيب المتبقية في اللفة.

3- الاختبارات الفيزيائية:

• **الكثافة (compound density):**

تتم التجربة وفق المواصفة ISO 1183 أو prEN 12201-1 أو ما يعادلها في درجة حرارة 23° بالجهاز المبين بالشكل(4-15)، وذلك للتأكد من مطابقة كثافة المادة الخام الداخلة في تصنيع الأنبوب، وكذلك عدم وجود إضافات غير مسموح بها بنسبة أعلى قد تؤثر على خواص الأنبوب.

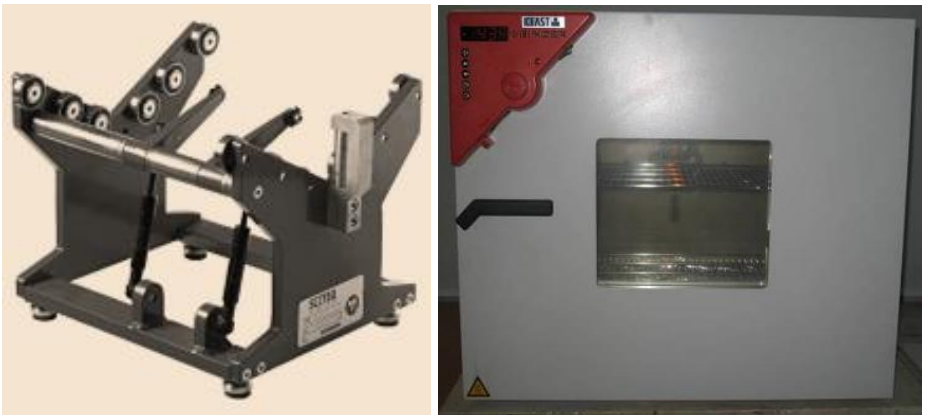
كلما زادت الكثافة تزداد الصلابة. كلما نقصت الكثافة زادت مقاومة الشد ومقاومة الصدمات.

ويجب أن تكون ≤930 كغ/م^3(عدد عينات الاختبار 3).

الشكل(4-15) جهاز قياس الكثافة

- **الانعكـــاس الطـــولي (تغيـــر الطـــول) Longitudinal Reversion:**

يجب أن لا يزيد الانعكاس الطولي عن **3%** عند الاختبار حسب **ISO 2505-1** أو ما يعادلها في درجة الحرارة **(110 ± 2º)** لأنابيب **PE 100**، و يتم تحديد زمن الاختبارات حسب **ISO 2505-2** أو ما يعادلها يبين الشكل(4-16) جهاز تحديد الطول وفرن التشغيل.

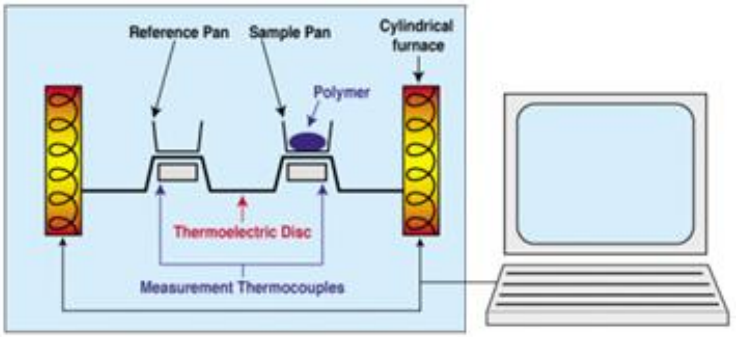


الشكل(4-16) جهاز تحديد الطول وفرن التشغيل

- **الثبات الحراري (Thermal stability) or (Oxidation induction time):**

يجب أن لا يقل زمن الثبات الحراري (Oxidation Induction Time) وهو الزمن الذي تمنع فيه المادة المضادة للأكسدة، أكسدة مادة البولي ايتلين في حال تسرب الأكسجين تحت حرارة عالية عن **20** دقيقة عند الاختبار على درجة حرارة **200º** و ذلك حسب **ISO/TR 10837** أو **EN728** أو ما يعادلها الشكل(4-17).

تؤخذ العينات للاختبار من السطح الداخلي للأنبوب حتى عمق **0.2** مم (عدد العينات :**3**).



الشكل(4-17) جهاز تجربة الثبات الحراري

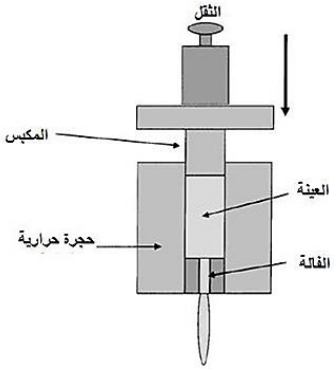
- **درجة الذوبان MFR (Melt mass –flow rate):**

على الصانع تحديد درجة الذوبان للمادة الأولية وللأنابيب وذلك وفق المواصفة العالميةISO 1133-condition T أو ما يعادلها (الحمولة 5 كغ – درجة حرارة التجربة 190 درجة مئوية – الزمن 10 دقائق – عدد عينات الاختبار:3) الشكل (4-18).

ويجب أن تحقق ما يلي:

1- يجب أن لا تختلف عن ± 30% عن القيمة المحددة بمواصفات المادة الأولية حسب ISO 4427.

2- الفرق بين القيمة المقاسة للأنبوب و القيمة المقاسة للمادة يجب أن لا يزيد عن 25%.



الشكل(4-18) جهاز تجربة درجة الذوبان

- **المواد المتطايرة (Volatile content):**

تتم التجربة حسب EN 12099 أو ما يعادلها ويجب أن تكون ≤350 مغ/كغ (عدد عينات الاختبار:1) الشكل (4-19).

الشكل (4-19) تجربة تحديد المواد المتطايرة

- **المحتوى المائي :(Water content)**

تتم التجربة حسب EN 12118 أو ما يعادلها ويجب أن تكون ≤ 300 مغ/كغ (عدد عينات الاختبار:1) الشكل (4-20).

الشكل (4-20) تجربة تحديد المحتوى المائي

- **محتوى الكربون الأسود :(Carbon black content)**

(2.25 ± 0.25)% من الكتلة حسب المواصفة ISO 4427 لعام 1996 أو ما يعادلها و تتم التجربة حسب المواصفة ISO 6964. أبعاد الجزيئات من 10 إلى 25

نانومتر الشكل (4-21).

الشكل (4-21) تجربة تحديد محتوى الكربون الاسود

- **نسبة توزع الكربون الأسود:Carbon black dispersion))**

الشكل (4-22) تجربة تحديد نسبة توزع الكربون الأسود

≥ Grade 3 تتم التجربة حسب المواصفة ISO 11420 أو ما يعادلها الشكل (4-22).

- **تـــوزع ذرات الصـــباغ فـــي البـــولي ايتلـــين (Pigment dispersion):**

≥ Grade 3 تتم التجربة حسب المواصفة ISO 13949 أو ما يعادلها.

4- الاختبارات الميكانيكية:

ما لم يحدد في شروط التجربة يجب أن توضع العينة في درجة حرارة 23 °±2°.

المتطلبات:

يجب أن تحقق الأنابيب المواصفات الميكانيكية الواردة لاحقا وذلك وفق الشروط الواردة في هذه التجارب.

- **القوة الهيدروستاتيكية (الديمومة) (Hydrostatic strength):**

عند الاختبار **ISO 1167 أو EN 921** أو ما يعادلها الشكل (4-23)

يجب أن يحقق الأنبوب المواصفات الآتية:

مادة الأنبوب	إجهاد الشد في جدار الأنبوب circumferential (hoop) stress		
	(100h) of 20° c	(165h) of 80° c	(1000h)of 80° c
PE 100	12.4Mpa	5.5Mpa	5.0Mpa

الشكل (4-23) تجربة الضغط الهيدروستاتيكي

شروط التجربة:

1) Water-in-water

2) End caps السدات محكمة

3) Conditioning period فترة الاختبار

4) Number of test pieces = 3 عدد عينات قطع الاختبار

الضغط الواجب تطبيقه يعطى بالمعادلة التالية:

$$P = \frac{20\ \sigma\ e_{min}}{(D_m - e_{min})}$$

حيث:

D_m : قطر الأنبوب الوسطي.

e_{min} : السماكة الدنيا للأنبوب.

σ : الاجهاد الجداري الذي يتعرض له الأنبوب.

ولا يسمح بفشل أي عينة أثناء الاختبار الشكل (4-24).

يجب إجراء التجارب كاملةً للتأكد من مطابقة المادة للمواصفات ويمكن قبول الأنابيب بشكل أولي بعد تجربتي الـ 100 ساعة و 165 ساعة الواردة أعلاه على الأقل.

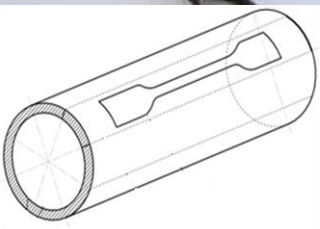
الشكل (4-24) انفجار الأنبوب في تجربة الضغط الهيدروستاتيكي

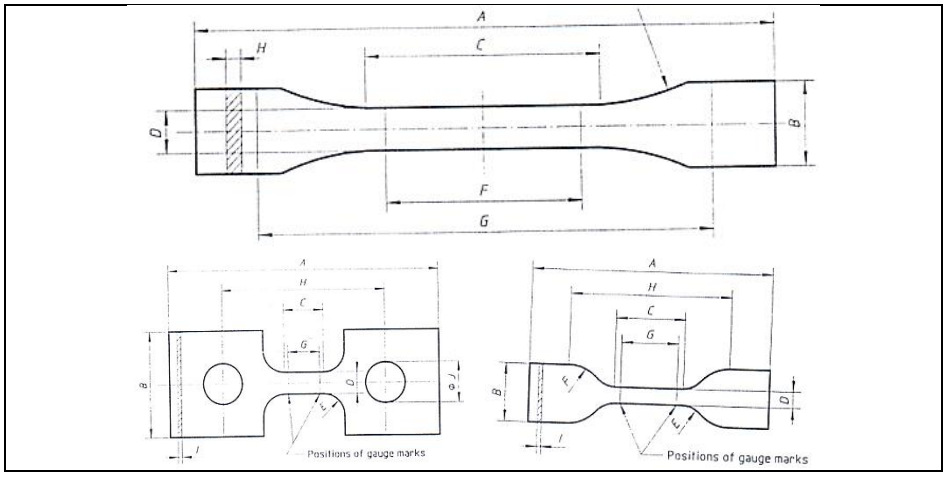
الاستطالة (Elongation at break):

تتم التجربة حسب المواصفة **ISO 6259-1** و **ISO 6259-3** أو **EN 638** أو ما يعادلها ويجب أن تحقق استطالة ≤ **350%** ويتم تحديد شكل العينة وسرعة التجربة الشكل (4-25) كما يلي:

- $e \leq 5mm$ شكل العينة من النوع Type 2 و سرعة التجربة 100 mm/min.
- $5mm < e \leq 12\ mm$ شكل العينة من النوع Type 1 وسرعة التجربة 50 mm/min.
- $e > 12\ mm$ شكل العينة من النوع Type 1 وسرعة التجربة 25 mm/min.

حيث e تمثل السماكة.

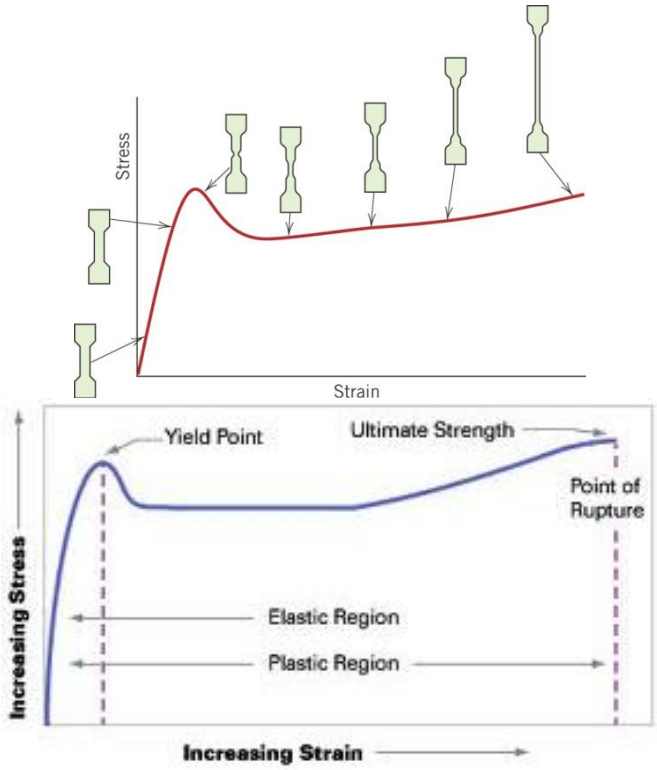




الشكل (4-25) جهاز الشد وأشكال عينات الشد

- **إجهاد الشد:**

يتم إجراء الشد حسب المواصفة **ISO 6259** أو **DIN 53455** أو ما يعادلها الشكل (4-26).



الشكل (4-26) شكل منحني الشد

- **التأثير على نوعية المياه:**

يجب أن يتم إجراء الاختبارات على المياه بعد مرورها في أنابيب البولي ايتلين للتأكد من عدم تأثر المياه وعدم تأثر البولي ايتلين بالمياه المارة فيه وذلك في مراكز البحوث المعتمدة.

لذلك بالنسبة لاستخدامات أنابيب التغذية والدفع للصرف الصحي نرى الآتي:

استخدامات الأنابيب	نوعيه الأنابيب المستخدمة
1- توصيلات المنازل	البلاستيك (UPVC)- البولى إثيلين عالي المقاومة (PE 100)- البولى بروبلين-الحديد المغلفن يفضل البلاستيك والبولي إثيلين لسهولة تشكيله.
2- شبكات التغذية الفرعية التي يتم تركيب البرايز عليها	البلاستيك (UPVC)- - البولي إثيلين (PE 100)
3-شبكات التغذية الرئيسية	البلاستيك (UPVC) - البولي إثيلين ((PE 100)- البوليستر (GRP 5000) الفونت المرن -الخرسانة مسبقة الإجهاد بأسطوانة وبدون - بأطوال حتى 6م.
4- خطوط نقل وتوصيل المياه حتى قطر 800 مم	البولي إثيلين (PE 100) - البوليستر(GRP 10000)- البلاستيك (UPVC) -الفونت المرن - الخرسانه مسبقة الإجهاد بأسطوانة وبدون.
5- خطوط نقل وتوصيل المياه بأقطار حتى 1000 مم	البوليستر (GRP 10000) - الأنابيب الفونت المرن - الأنابيب الخرسانية مسبقة الإجهاد بأسطوانة وبدون.
6- خطوط نقل وتوصيل المياه بأقطار أكبر من 1000 مم	البوليستر (GRP 10000)- الخرسانه سابقه الإجهاد بأسطوانة وبدون.
7- خطوط نقل مياه الصرف الصحي حتى قطر 800مم	البولي إثيلين (PE100)- البوليستر (GRP 10000)- الفونت المرن - الخرسانة مسبقة الإجهاد بأسطوانة وبدون - الأنابيب البلاستيك UPVC
8- خطوط نقل مياه الصرف الصحي حتى قطر 1000 مم	البوليستر (GRP 10000)- الفونت المرن - الخرسانة مسبقة الإجهاد بأسطوانة وبدون
9- خطوط نقل مياه الصرف	البوليستر (GRP 10000)- الخرسانة مسبقة الإجهاد

استخدامات الأنابيب	نوعيه الأنابيب المستخدمة
الصحي أكبر من 1000 مم	بأسطوانة وبدون
10- الأنابيب داخل المحطات	الفونت المرن – الصلب
11-العبارات السطحية	الفونت المرن – الصلب
12- العبارات أسفل الاقنية : انحدار الطرد	 الخرسانة المسلحة الخرسانة مسبقة الإجهاد بأسطوانة وبدون – الفونت المرن
13-أنابيب العبارات النفقيه	الخرسانة المسلحة
14- الأنابيب داخل العبارة	(فونت مرن – صلب) بالفلنجات
15-أنابيب العبارات بالدفع الموجه	البولي إثيلين
16-أنابيب العبارات بالدق	الصلب
17- أنابيب المأخذ : أ- في الجزء داخل المياه: ب- في الجزء على الشاطئ انحدار الدفع	 (فونت مرن – صلب) بالفلنجات الخرسانة المسلحة – الفونت المرن – الخرسانة مسبقة الإجهاد الصلب باللحام – الفونت المرن – الخرسانة مسبقة الإجهاد
18-القطع داخل غرف الصمامات	الفونت المرن – الصلب – من نفس نوع الأنبوب.

4-4 الأنابيب المستخدمة لنقل الصرف الصحي:

تستخدم أنابيب متنوعة لصرف المخلفات السائلة، وهي مصنوعة من مواد مختلفة ويراعى في اختيار نوع الأنبوب الأسس التالية:

- توفر الأنابيب بالأقطار والكميات المطلوبة.
- مقاومة الأنابيب للأحمال الخارجية.
- طبيعة التربة ومدى تحملها.
- السعر المناسب.
- سهولة التنفيذ.

من أهم الأنابيب المستخدمة في الصرف الصحي:

1. Vitrified clay pipes	1. أنابيب الفخار
2. Reinforced concrete pipes	2. أنابيب الخرسانة المسلحة
3. G. R. P	3. أنابيب بولى استر مسلحة بالالياف
4. P. V. C. – U. P. V. C	4. أنابيب بولى فينيل كلورايد
5. Grey cast-iron	5. أنابيب الفونت والفونت المرن
6. HDPE Double Wall Corrugated **Pipes**	6. أنابيب بولى ايثليين عالى الكثافة

1-4-4 الفخار الحجري Verified clay pipe VCP:

تشكل من خليط متجانس من الغضار والمواد الأخرى المناسبة، ثم تحرق عند درجة حرارة لاتقل عن 1100 درجة مئوية ويكون داخل الأنبوب مزججاً (مطلي بطبقة شبيهة بالزجاج) بكامل الطول الفعلي أما خارج الأنبوب فقد يكون مزججاً أو غير مزجج. تنتج بأقطار تتراوح بين (150-1000)mm ذات رأس وذيل وقدرة تحملها للضغط الداخلي قليلة. ويعد هذا النوع من أفضل أنواع الأنابيب الحاملة لمياه الصرف الصحي لكونها رخيصة الثمن وسهلة التصنيع والتركيب والصيانة ولها عمر افتراضي طويل، والشكل (4-27) يوضح عينة من هذه الأنابيب.

الشكل (4-27) أنابيب الفخار

تصنف أنابيب الفخار طبقاً لحمل الأمان في اختبار التهشم كما يأتي:

صنف A: أنبوب ذو مقاومة عالية.

صنف B: أنبوب ذو مقاومة عادية.

يبين الجدول (4-25) تصنيف أنابيب الفخار وفق المواصفة السورية S.N.S:1921 / 1998

الجدول (4-25) تصنيف أنابيب الفخار

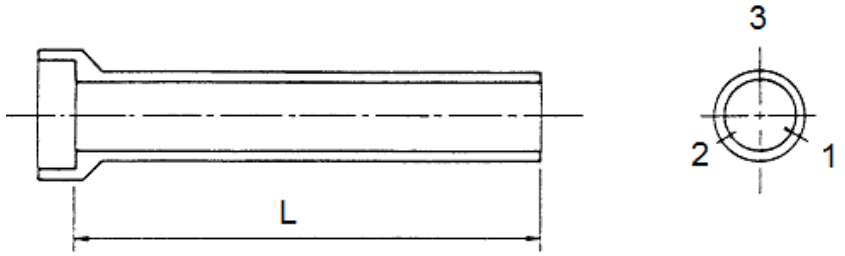
القطر الاسميmm	حمل الامان KN/m	
	الصنف A	الصنف B
100	-	20
150	30	25
200	40	25
250	40	30
300	45	30
350	50	35
400	50	35
450	55	35
500	60	40
600	65	40
700	70	40
800	70	40
900	85	40
1000	100	40

الاختبارات:

المظهر: يجب أن تكون الأنابيب متجانسة المظهر وذات سطح داخلي أملس وأطراف ناعمة وأن تكون خالية من العيوب المرئية الي تؤثر على كفاءة أدائها ولا يسمح باستخدام طلاء داخلي أو خارجي بعد الحرق.

الابعاد: تتم القياسات وفق المواصفة السورية S.N.S:1954 / 1998

الطول: يقاس الطول الفعلي للأنبوب (الطول المستقيم) عند ثلاثة مواضع مختلفة من المقطع العرضي للأنبوب وعلى مسافات متساوية تقريباً كما هو مبين بالشكل (4-28) ويؤخذ متوسط القراءات الثلاث.



الشكل (4-28) طول أنابيب الفخار

القطر: يقاس القطر الداخلي للأنبوب عند طرفي الجزء المستقيم على ان تؤخذ قراءتين متعامدتين عند كل طرف ويعتبر متوسط القراءات هو القطر الداخلي للأنبوب والتسامح المسموح به يحدد بالجدول (4-26) التالي:

الجدول (4-26) تسامح قياس القطر

القطر الاسمي mm	التفاوت mm
100	± 4
150	± 4
200	± 5
250	± 6
300	± 7
350	± 8
400	± 10
450	± 11
500	± 12
600	± 15
700	± 17
800	± 20
900	± 22
1000	± 23

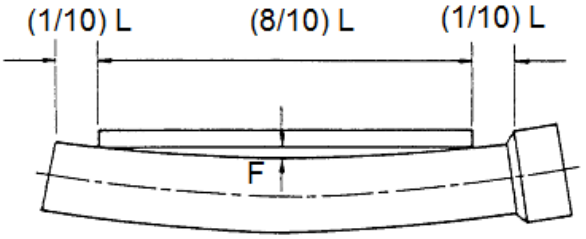
كما يجب ألا يزيد الفرق بين أكبر سماكة للأنبوب الواحد على 2mm للأنابيب ذات قطر أصغر من 300mm و3mm للأنابيب ذات قطر أكبر من 300mm

الاستقامة:

تتم القياسات وفق المواصفة السورية S.N.S:1954 / 1998 والمواصفة الالمانية DIN 1230/1979

يتم القياس بوساطة قدة معدنية مستقيمة من الحديد الصلب طولها (0.8) من الطول الفعلي للأنبوب.

توضع القدة على الجزء المستقيم من الأنبوب من الخارج موازية لمحوره الطولي على ان تبعد عن كل طرف مسافة قدرها (0.1 L) .0 كما هو مبين بالشكل (4-29):



الشكل (4-29) تحديد استقامة أنابيب الفخار

- يقاس الانحراف F عند منتصف القدة.
- يكرر القياس في عدة مواضع على محيط الأنبوب (لا تقل عن ثلاثة).
- تؤخذ أكبر قيمة انحراف وتنسب إلى طول القدة.
- يجب ألا يزيد الانحراف في الاستقامة على5mm لكل متر واحد بطول الأنبوب.

علامات الصنع :

يجب أن تكون الأنابيب موسومة بالعلامات التالية:

- اسم الشركة الصانعة أو العلامة.
- تاريخ الصنع.
- القطر.
- الصنف.
- رقم المواصفة القياسية.

اختبار التهشم:

تتم القياسات وفق المواصفة السورية S.N.S:1954 / 1998 والمواصفة الالمانية DIN 1230/1979

- يجري اختبار التهشم على جزء من الأنبوب بطول لا يقل عن 300mm.

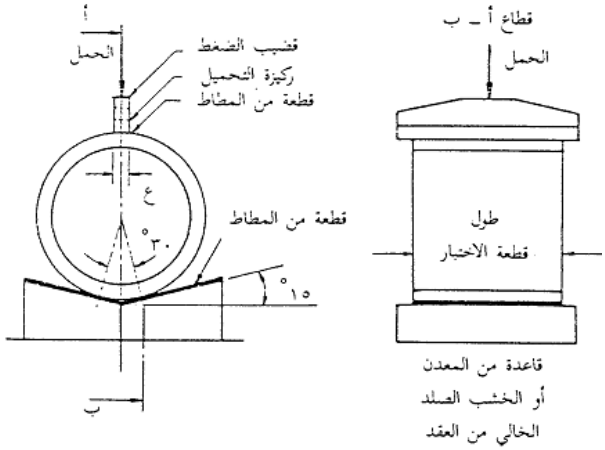
يتم استخدام آلة اختبار ضغط تعطي حمل اختبار بمعدل منتظم مقداره 30KN/m/min مزودة بركائز تحميل مناسبة شكل (4-30).

- يؤخذ عرض ركيزة التحميل (العلوي) طبقاً للقطر الاسمي للأنبوب كما هو موضح بالجدول(4-27):

الجدول (4-27) العلاقة بين عرض الركيزة والقطر الاسمي

القطر الاسمي mm	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
عرض ركيزة التحميل mm	25	25	25	30	35	45	50	55	60	75	85	95	105	115

- توضع عينة الاختبار أفقياً بين الركيزتين العلوية والسفلية بحيث تكون خطوط التحميل موازية لمحورها كما هو مبين بالشكل.



الشكل (4-30) تجربة التهشم

- يتم التحميل تدريجياً بمعدل منتظم حوالي 30KN/m/min حتى الوصول إلى حمل الأمان المحدد لكل صنف في المواصفة القياسية رقم 1921 خلال زمن لايقل عن 60 sec ويترك هذا الحمل مؤثراً على العينة لفترة كافية تسمح بفحص العينة للتأكد من عدم وجود شروخ أو كسور أو أية عيوب أخرى ناتجة عن التحميل.

- يجب أن يتحمل الأنبوب حمل الأمان المبين بالجدول (4-27) دون حدوث كسر أو أية عيوب أخرى.

اختبار امتصاص الماء:

تتم القياسات وفق المواصفة السورية S.N.S:1954 / 1998 والمواصفة الالمانية DIN 1230/1979

- تؤخذ قطعة الاختبار من القطع الناتجة من التهشم لكل وحدة أجري عليها اختبار التهشم بحيث تكون مربعة ما أمكن وبكامل سمكها ولا تقل مساحتها (بالسنتيمتر المربع) عن 30 ضعف سمكها (بالسنتيمتر) وتكون سليمة خالية من الشروخ وجميع حوافها مكسورة غير مشطوفة.
- تنظف قطعة الاختبار بفرشاة من السلك وتجفف عند درجة حرارة لا تقل عن $110C^{o}$ حتى ثبات الوزن ويسجل الوزن لأقرب 0.5 gr ويعتبر هذا الوزن وزن قطعة الاختبار الجاف W1.
- تعلق قطعة الاختبار بوساطة خيط وتغمر في الماء المقطر مع التسخين حتى الغليان لمدة ساعتين تقريباً ثم ترفع قطعة الاختبار من الماء ويزال الماء العالق بها بقطعة رطبة من القماش ثم يوزن لأقرب 0.5 gr ويعتبر هذا الوزن وزن قطعة الاختبار بعد الغليانW2.
- تحسب النسبة المئوية لامتصاص الماء من المعادلة الاتية:

$$M = \frac{W2 - W1}{W1} \times 100$$

- يجب ألا يزيد امتصاص الأنبوب للماء على 8% من وزن قطعة الاختبار.

اختبار مقاومة الاحماض:

تتم القياسات وفق المواصفة السورية S.N.S:1954 / 1998 والمواصفة الالمانية DIN 1230/1979

- يحضر محلول من أحماض الكبريت وكلور الماء و الآزوت والخل وذلك بأخذ الأحجام التالية وتخفيفها بالماء المقطر إلى ليتر واحد للحصول على محلول عياري

حمض الكبريت	28.5 ml
حمض كلور الماء	88.9 ml

حمض الآزوت	65 ml
حمض الخل	57.7 ml

- تؤخذ قطعة الاختبار او اكثر من القطع الناتجة من التهشم لكل وحدة أجري عليها اختبار التهشم بحيث تكون مربعة ما أمكن وبكامل سمكها ولا تقل مساحتها $2500mm^2$ ولا تزيد كتلتها على 200gr وتكون سليمة خالية من الشروخ وجميع حوافها حديثة الكسر.
- تنظف قطعة الاختبار بقطعة نظيفة من القماش.
- تجفف عند درجة حرارة لا تقل عن $150C^o$ حتى ثبات الوزن ويعتبر هذا الوزن وزن قطعة الاختبار قبل الاختبار W1.
- تغمر قطعة الاختبار في حوالي 500ml من محلول الاحماض عند درجة حرارة $(22\pm5)C^o$ لمدة 48 ساعة ثم ترفع بعدها من المحلول وتغسل جيداً بماء مقطر ساخن ثم تغلى قطعة الاختبار في حوالي 500ml من ماء مقطر لمدة 30 دقيقة ويكرر الغليان مرة أخرى باستخدام ماء مقطر جديد.
- تجفف قطعة الاختبار بعد الغليان عند درجة حرارة $150C^o$ حتى ثبات الوزن ويعتبر هذا الوزن وزن قطعة الاختبار بعد الاختبار W2.
- تحسب النسبة المئوية للمواد الذائبة في الأحماض من المعادلة الاتية:

$$M^* = \frac{W2 - W1}{W1} \times 100$$

- يجب ألا تزيد المواد القابلة للذوبان في مزيج الأحماض على 0.25% من وزن قطعة الاختبار.

2-4-4 أنابيب الخرسانة المسلحة:

3-3-4 الأنابيب البيتونية:

تعتبر أنابيب البيتون العادي و المسلحة من أكثر الأنواع استخداماً في تنفيذ مشاريع المياه وخصوصاً الصرف الصحي وتصنع طبقاً للمواصفات العالمية الأمريكية AWWA – C 301.

- أنابيب البيتون العادي:

تصنع أنابيب البيتون العادي بأقطار من 15 – 60 سم من خليط من البحص و الرمل و الإسمنت حسب النسب التالية :

0.75 م^3 بحص عدسي أبعاده 0.5 – 1 سم.

0.5 م^3 رمل أبعاده 0.15 – 0.5 سم.

400 كغ اسمنت.

نسبة الماء إلى الاسمنت 60 %

ويجب استعمال الجبالة الآلية لتحضير الخلطة المذكورة، ثم يصب البيتون في قوالب معدنية من الصاج سماكة 3 مم خالية من النتوءات والاعوجاجات والصدأ.

تدهن سطوح القوالب المعدنية بالزيت لتأمين عدم التصاق البيتون بها، و يدك البيتون في القالب دكاً جيداً إما باستعمال قضبان التسليح أو الرجاجات الميكانيكية، ويفك القالب بعد فترة تتراوح بين 7-12 ساعة و يرش بعدها الأنبوب بالماء رشاً غزيراً لمدة ثلاثة أسابيع أو يغطس في حوض مائي لمدة لا تقل عن أسبوع و بعد مضي ثلاثة أسابيع يصبح الأنبوب جاهزاً للاستعمال.

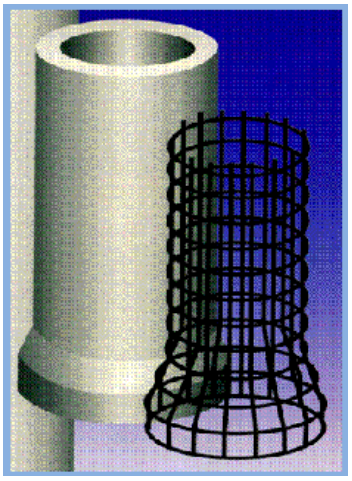
تصنع أنابيب البيتون العادي محلياً بطول 1 متر وبالسماكات الآتية في الجدول(4-28):

الجدول(4-27) قطر وسماكة الأنابيب البيتونية

قطر الأنبوب الداخلي (مم)	سماكة جدار الأنبوب (مم)
150	30
200	40
250	50
300	50
350	60
400	60
500	70
600	80

وتكون هذه الأنابيب بنهاية جرسية كما هو موضح بالشكل(4-31).

الشكل(4-31) أنابيب بيتونية



الشكل(4-32) تسليح أنابيب بيتونية

- أنابيب البيتون المسلح:

تصنع أنابيب البيتون المسلح بأقطار من 20-250 سم. وتستعمل خلطة البيتون العادي كما أنها تحوي على تسليح دائري وتسليح طولي، الأول يكسبها قوة التحمل للضغط الخارجي الواقع عليها والثاني لتثبيت التسليح الدائري ومنع التشققات الطولية في الأنابيب.

في الأنابيب ذات القطر 80 سم وما فوق توضع حلقتان من التسليح الخارجي والداخلي الشكل(4-32).

تصنع أنابيب البيتون المسلح بنفس الأسلوب التي تصنع بها أنابيب البيتون العادي ولكن بأطوال مختلفة، وتستعمل نفس الوصلات.

يشترط في أنابيب البيتون العادي والمسلح أن تكون:

1- تامة الاستقامة وخالية من الاعوجاج أو التشويه.

2- مستديرة المقطع وخالية من التشققات.

3- أن تكون صماء نسبياً وان لا تزيد نسبة امتصاصها للماء عما هو وارد بالنسبة لأنابيب الخزف.

4- أن تتحمل ضغطاً هيدروستاتيكياً وذلك بإيقافها وملئها بالماء، ويجب ألا يظهر أي تدميع أو رشح خلال 15 دقيقة.

5- أن تتحمل ضغوطاً خارجية كافية تتناسب والأعماق التي ستركب عليها.

تتمتع الأنابيب البيتونية بالمزايا التالية:

- أسعارها رخيصة إذا ما قورنت بالأنابيب المعدنية والبلاستيكية.
- سطحها الداخلي ناعم إذا ما أتقنت صناعتها.
- مقاومة للمواد الكيميائية.
- غير ناقلة للكهرباء.

مساوئ الأنابيب البيتونية:

- كبر وزنها.
- لا تتحمل ضغوطاً عالية.
- كثرة الوصلات.
- طريقة تنفيذ الوصلات هي نقطة الضعف الأساسية لأنابيب البيتون.
- تنكسر لدى أقل حركة للأنابيب.
- تتأثر من وجود غاز كبريت الهيدروجين في مياه المخلفات السائلة.

تستخدم هذه الأنابيب بكفاءة في مشروعات مياه الشرب والصرف الصحي والري واستصلاح الأراضي.

يبين الجدول (4-28) طول وسماكة ووزن هذه الأنابيب.

الجدول (4-28) أبعاد الأنابيب الخرسانية مسبقة الاجهاد

DIAMETER	(mm)	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1500	1800	2000
THICKNESS	(mm)	87	87	87	100	110	112	122	142	142	162	157
USEFUL LENGTH	(m)	7	7	7	7	7	7	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
WELGHT/L.M	(kg)	460	530	595	770	940	1045	1240	1685	1795	2445	2605
TOTAL WEGHT	(kg)	3220	3710	4165	5390	6580	7315	7630	10365	11040	15040	16025

تجرى التجارب على الأنابيب البيتونية وفق المواصفات السورية رقم 531/1987 للأنابيب المسلحة و532/1987 للأنابيب العادية.

1- الفحص الظاهري:

يفحص الأنبوب بالعين المجردة للتأكد من نعومة سطحه وخلوه من النتوءات أو الانتفاخات المحلية والشروخ أو أي عيوب ظاهرية أخرى.

2- متطلبات الأبعاد:

- **التصنيف:**

تعتبر المقاومة أساس التصنيف شرط ألا تقل سماكة الجدار عن الحدود الدنيا الموضحة في الجدول (4-29) الذي يظهر أيضاً الأقطار الموافقة لتلك السماكات.

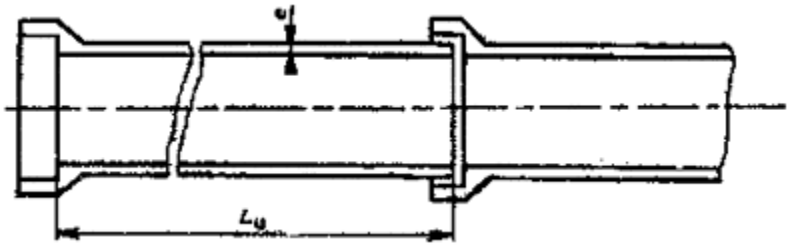
الجدول (4-29) تصنيف الأنابيب الخرسانية

القطر الاسمي الداخلي	صنف أول		صنف ثاني		صنف ثالث	
	ثخانة الجدار الدنيا	المقاومة الدنيا كليونيوتن/م.ط	ثخانة الجدار الدنيا (مم)	المقاومة الدنيا كيلونيوتن/م.ط	ثخانة الجدار الدنيا (مم)	المقاومة الدنيا كيلونيوتن/م.ط
150	25	35	20	29	16	22
200	30	35	22	29	20	22
250	35	35	25	29	22	23
300	45	38	35	33	25	26
400	50	42	45	38	35	29
500	65	55	55	48	45	35
600	85	64	75	52	55	38
700	100	67	95	57	85	41
800	110	70	110	63	90	44

- **الابعاد:**

الطول المفيد:

يجب أن يكون الطول المفيد المبين في الشكل (4-33) وفق القيم الواردة في الجدول (4-30)



الشكل(4-33) الطول المفيد

القطر الاسمي(مم)	طول الأنبوب (م)
D<400	2.5≥LU≥1
D≥400	2.5≥LU≥2

الجدول (4-30) أطوال الأنابيب البيتونية

القطر الداخلي:

يبين الجدول (4-31) تسامحات القطر الداخلي على أن يقاس القطر الداخلي على بعد لا يقل عن10 cm من نهاية الأنبوب.

الجدول (4-31) تسامحات القطر الداخلي للأنابيب البيتونية

القطر الاسمي للأنبوب (مم)	تسامحات القطر الداخلي	
	القطر الأصغري (مم)	القطر الأعظمي (مم)
150	**150**	**160**
200	**200**	**210**
250	**250**	**260**
300	**300**	**310**
400	**400**	**415**
500	**500**	**520**
600	**600**	**620**
700	**700**	**725**
800	**800**	**825**

سماكة الجدار:

يجب ألا تقل سماكة جدار الأنبوب بأي شكل عن القيم المبينة في الجدول(4-12).

- **علامات الصنع:**

تدون المعلومات التالية على كل أنبوب

- القطر الاسمي.
- تاريخ الصنع.
- اسم المنتج وعلامته التجارية.
- نوع الاسمنت المستخدم.
- صنف الأنبوب.
- رقم المواصفة القياسية.
- تحفر المعلومات على مقطع الأنبوب أو تدون بدهان مقاوم للماء.

3- الاختبارات الفيزيائية والميكانيكية:

- **عينات الاختبار:**

يحق للمهندس المشرف اختيار الأنابيب التي سوف تجرب ويتم الاختبار في مخابر معتمدة ويجب أن تكون الأنابيب المجربة خالية من أي رطوبة ممكنة.

- **عدد ونوع عينات الاختبار:**

0.5% من عدد الأنابيب لكل قياس لتجربة الامتصاص والانسحاق.

2% من عدد الأنابيب لكل قياس لتجربة النفاذية.

0.5% من عدد الأنابيب لكل قياس لتجربة الضغط الهيدروستاتيكي.

يجب ألا يقل عدد النماذج لكل اختبار في أي حال عن أنبوبين.

- **تجربة الامتصاص:**

يتم إجراء التجربة في المخبر حيث تؤخذ عينات من الأنابيب التي نجحت في تجربة الكسر بحيث يكون سطح العينة بمساحة من 75 إلى $130cm^2$ وبسماكة هي سماكة جدار الأنبوب.

الأجهزة المستخدمة: ميزان دقته 0.5 ± غ، فرن تجفيف.

- **تجهيز عينة الاختبار:** تؤخذ عينة الاختبار من الأنبوب بوساطة الثقب بحيث لا يقل قطرها عن 30 مم وتكون بسماكة جدار الأنبوب.
- **الطريقة:**

تجفف عينة الاختبار في فرن تجفيف عند درجة حرارة (110 + 5)ْ درجة مئوية حتى يصبح الفرق بين وزنتين متتاليتين بينهما خلال مدة زمنية لا تقل عن 6 ساعات، لا يزيد على 0.1 % من آخر وزن للعينة المجففة ، وبحيث يكون تجفيف العينة بسمك 38 مم أو أقل لمدة 24 ساعة كحد أدنى ، وتجفف العينة بسمك من 38 حتى 75 مم لمدة 48 ساعة كحد أدنى ، وتجفف العينة بسمك يزيد على 75 مم لمدة 72 كحد أدنى، ويستخدم آخر ست ساعات من الحد الأدنى للتجفيف لتحديد وصول العينة إلى وزن التجفيف المناسب أو وصولها إليه.

تغمر عينة الاختبار المجففة في ماء نظيف درجة حرارته من (10-24)ْ درجة مئوية. يسخن الماء حتى يصل إلى درجة الغليان فيما لا يقل عن ساعة ولا يزيد على ساعتين؛ ونستمر في الغليان حتى خمس ساعات.

عند نهاية خمس ساعات غليان يغلق السخان وتترك العينة تبرد في الماء إلى درجة حرارة الغرفة بالفقد الطبيعي للحرارة لمدة لا تقل عن 14 ساعة ولا تزيد على 24 ساعة، ثم ترفع العينة من الماء ويجفف سطحها بسرعة بقطعة قماش أو ورق جاف ماص، وتوزن فوراً لأقرب غرام واحد.

الحسابات:

تحسب النسبة المئوية لامتصاص الماء من المعادلة التالية:

$$M = \frac{W2 - W1}{W1} \times 100$$

حيث:

M = النسبة المئوية لامتصاص الماء بالوزن.

$W2$ = وزن عينة الاختبار بعد امتصاصها للماء بالغرام.

$W1$ = وزن عينة الاختبار بعد التجفيف بالغرام.

وفي حالة وجود حديد التسليح في عينة الاختبار يحدد وزن حديد التسليح في عينة الاختبار وتحسب نسبة امتصاص الماء من المعادلة التالية:

$$M = \frac{W2 - W1}{W1 - W} \times 100$$

حيث:

W = وزن حديد التسليح في عينة الاختبار بالغرام.

وفي نهاية التجربة يجب ألا تزيد نسبة الامتصاص عن 8.5 %

- **تجربة النفاذية:**

تجرى تجربة النفاذية على العينات المقررة حسب (AASHTO T33) ويجب ألا يظهر على السطح الخارجي للأنبوب أية رطوبة أو بقع رطبة بعد انتهاء التجربة بسبب عبور الماء داخل جدران الأنبوب. وفي حال اخفاق أكثر من 20% من عينات التجربة

في مطابقة متطلبات التجربة فيجب عزل العينات الفاشلة وتعليمها أو دمغها حتى لاتشحن وتستخدم وإذا أخفقت مرة ثانية فإن الكمية ترفض كاملة.

أثناء وقت الفحص أو التفتيش خلال تجربة النفاذية إذا ظهرت أية رطوبة أو بقع رطبة على السطح الخارجي للأنبوب فيجب أن تستمر التجربة لمدة لا تزيد عن 24 ساعة فإذا لم يظهر أي تسرب خلال وقت التجربة فتعتبر التجربة ناجحة.

- **التجربة الهيدروستاتيكية:**

يوضع الأنبوب تحت ضغط داخلي هيدروستاتيكي يعادل (69 Kpa) لمدة 10 دقائق كما هو موصوف في (AASHTO T33) شكل (4-34)، يجب ألا يظهر أي تسرب والرطوبة التي تظهر على سطح الأنبوب على شكل بقع لا تعتبر تسرب، في حال أخفقت مرة ثانية ترفض الكمية كاملة.

أثناء وقت الفحص أو التفتيش خلال التجربة الهيدروستاتيكية إذا ظهر أي تسرب على الأنبوب فيجب أن تستمر التجربة لمدة لاتزيد عن 24 ساعة فإذا لم يظهر أي تسرب خلال وقت التجربة فتعتبر التجربة ناجحة.

شكل (4-34) التجربة الهيدروستاتيكية

تجرى التجربة الهيدروستاتيكية على الوصلات كما تجرى على الأنابيب.

الأنابيب المعابة: يجب عزل أي أنابيب يظهر عليها شقوق أو عيوب أخرى في الشكل أو الابعاد بشكل زائد عن الحد المسموح به في هذه المواصفات.

- **اختبار الكسر:** يتم اجراء الاختبار على أنبوب كامل كما هو مبين بالشكل (4-35)

شكل (4-35) تجربة الكسر

الأجهزة:

مكبس مزود بمضخة آلية مع مسجل للقوى ويتألف المكبس من:

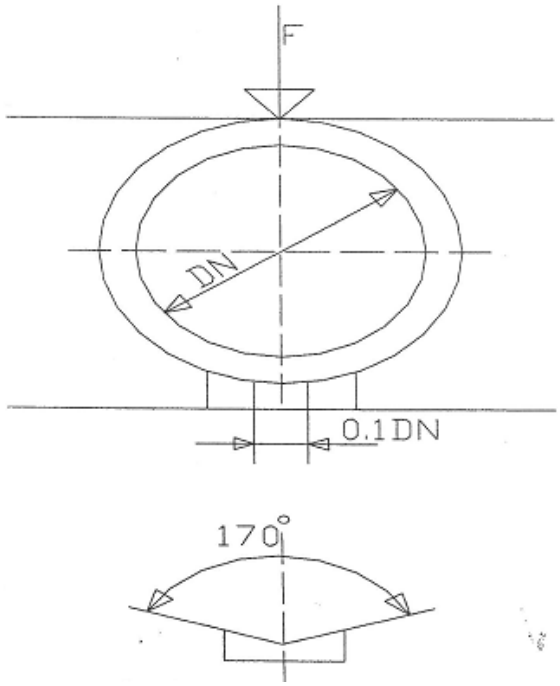
- جسر تحميل مزود في قسمه السفلي بسكين مغطاة بقطعة من المطاط سماكتها2cm وقساوتها (5±60) درجة دولية.

عرض السكين:

5cm للأنابيب ذات الأقطار الاسمية ≥ 1600

15cm للأنابيب ذات الأقطار الاسمية > 1600

- صفيحة سفلية يوضع عليها بشكل متوازي جسران من الخشب يزود قسمها العلوي بقطعة مماثلة للتي وضعت للسكين العلوية، يتباعد الجسران من الداخل بمقدار 1/10 من القطر الاسمي وعلى الأقل 2.5cm ما هو مبين في الشكل(4-36). يمكن استبدال هذين الجسرين بدعامة على شكل (V) زاوية فتحتها 170^{o} مزودة بغطاء من نفس طبيعة القطعة المستخدمة في التحميل ويجب العناية بتمركز الأنبوب أثناء الاختبار وبشكل خاص على الدعامة (V) وبالنسبة للأقطار الاسمية الأكبر من 500mm.



شكل (4-36) طريقة اسناد العينة في تجربة الكسر

الطريقة:

يرطب الأنبوب لمدة 2 ساعة سواءً بالسقاية المستمرة من الداخل والخارج أو بالغمر.

يوضع الأنبوب طولانياً بحيث تكون محصلة القوى الموزعة على طول الجسر تمر من منتصف الطول المطبق عليه الحمولة.

تطبق الحمولة تدريجياً وبدون صد حتى الانكسار مراعين الشروط التالية:

a) يجب ألا تزيد سرعة تزايد الحمولة عن 30KN/ml بالدقيقة.

b) يجب أن يكون زمن التحميل أقل من 2 دقيقة.

تسجل القيمة العظمى للحمولة التي تعطى بوساطة مؤشر الحمولة أثناء الاختبار.

النتائج:

تعطى مقاومة الكسر للمتر الطولي من الأنبوب بالعلاقة.

$$\text{مقاومة الكسر} = \frac{\text{حمولة الانكسار (KN)}}{\text{الطول الفعاللأنبوب (m)}}$$

3-4-4 الأنابيب البولي استر المسلحة بألياف زجاجية (G R P)

كما سبق في شبكات المياه يضاف اليها التجارب الآتي:

- **الصلابة الحلقية:**

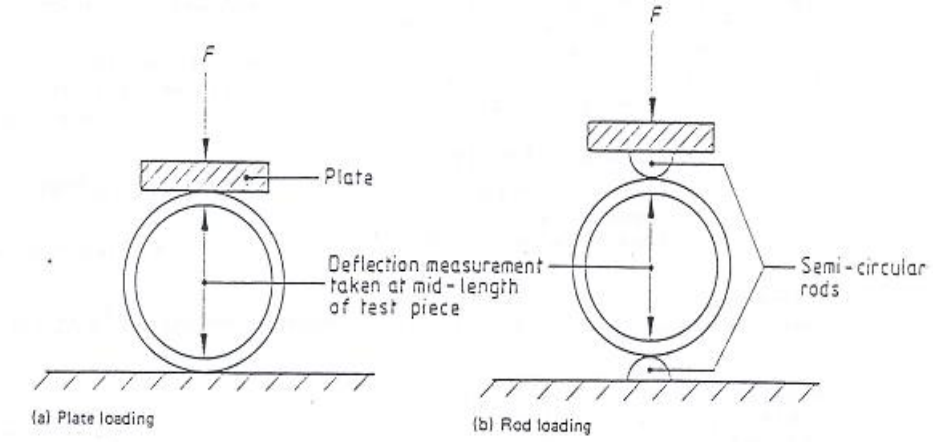
وتتم وفق الملحق H من المواصفة البريطانية BS 5480/90

المبدأ:

يتم تطبيق حمولة على كامل طول قطعة الاختبار المقصوصة من الأنبوب بغية ضغطها قطرياً ضمن حدود (3.5%-2.5%). وبعد مدة معينة من الزمن يتم تحديد العلاقة بين الحمولة والانحناء وذلك بتطبيق الحمولة حتى الوصول إلى الانحناء المحدد ويحافظ على الانحناء دون تغيير لمدة من الزمن وتحدد الحمولة المطبقة في نهاية هذه المدة. والنتيجة التي نحصل عليها في نهاية التجربة تستعمل لحساب قساوة الأنبوب للوحدة الطولية استجابة للتحميل خلال مدة قصيرة.

الأجهزة:

جهاز تطبيق الحمولة: يجب أن يستطيع الجهاز تطبيق قوة ضاغطة(F) بين سطحين متوازيين تماماً او قضبان تحميل غير قابلة للانحناء تحت تأثير القوة المطبقة على عينة الاختبار دون حدوث أي صدمات بما يكفي لجعل العينة تنحني إلى الحد المطلوب وبحيث يستطيع الجهاز المحافظة على انحناء ثابت ضمن حدود تسامح لا تزيد عن ±1% من قيمة الانحناء المراد المحافظة عليه الشكل(4-37).



الشكل(4-37) آلية تطبيق الحمولة

قطعة الاختبار:

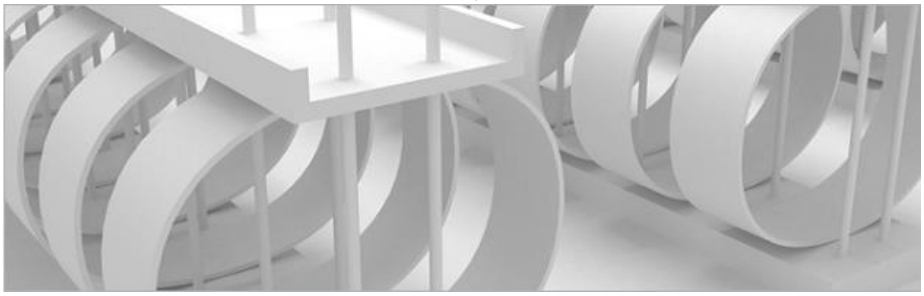
تكون عبارة عن حلقة كاملة مقصوصة من لأنبوب المراد اختباره وبطول (300mm±%5) وبحيث يكون طرفا العينة المقصوصين متوازيين تماماً ومتعامدين تماماً مع محور الأنبوب. ويكفي تحضير قطعة اختبار واحدة.

الطريقة:

- يتم رسم خطوط متوازية من الداخل والخارج للقطعة ومتوازية مع محور الأنبوب وبفارق 120 درجة زاوية حول مدار الأنبوب.
- يتم أخذ طول العينة عند الخطوط المرسومة ويسجل الطول الوسطي للعينة ويرمز له (L).
- يتم أخذ سماكة الجدار عند كل نهاية خط من الطرفين.
- يتم قياس القطر الداخلي عند منتصف كل خط من الخطوط الطولية المرسومة بدقة ±1% ويسجل متوسط القطر الداخلي للعينة ويرمز له (D_i).
- يتم تحديد القطر الوسطي الخارجي ويرمز له (D_m) وذلك من مجموع متوسط سماكة e مع متوسط القطر الداخلي (D_i). ($D_m=D_i+e$)
- نضع العينة على لوح التحميل السفلي بحيث يكون أحد الخطوط المحددة على العينة ملامساً للوح التحميل العلوي ويجب التأكد من أن التماس بين قطعة الاختبار وبين لوح التحميل هو تماس متجانس إلى أبعد حد ممكن الشكل(4-19).
- يتم تطبيق قوة ضاغطة بتزايد ثابت أو بثلاث زيادات متعادلة حتى الوصول إلى نسبة مئوية للانحناء النسبي تتراوح بين (3.5%-2.5%) خلال مدة sec(10±60).
- يتم الاحتفاظ بهذه القوة لمدة2min وتحدد القوة والانحناء بالنسبة للخط المرسوم على العينة في نهاية الزمن.
- بالنسبة للأنابيب التي تقل صلابتها عن $1250\ N/m^2$ بعد ان تتحمل قطعة الاختبار القوة المذكورة أعلاه لمدة دقيقتين في وضعية الخط المرسوم الثالث، يتم زيادة القوة بسرعة تؤدي إلى الحصول خلال مدة لا تزيد عن 60sec على انحناء يبلغ 15% أو ثلاث مرات الانحناء الحلقي الأقصى المسموح به أيهما أكبر يتم بعد ذلك الفحص بالعين المجردة بحثاً عن أية أضرار إنشائية على شكل تشققات أو فصل بالطبقات أو

انكسارات في جدار الأنبوب. ويتم تسجيل الحمولة والانحناء عند حدوث مثل هذه الاضرار ويتم توقيف الاختبار عندما يتم الوصول إلى الالتواء المطلوب أو عندما تستمر زيادة الالتواء دون زيادة في القوة أيهما يحدث قبل الآخر.

- بالنسبة للأنابيب التي تزيد صلابتها عن 1250 N/m^2 بعد ان تتحمل قطعة الاختبار القوة المذكورة أعلاه لمدة دقيقتين في وضعية الخط المرسوم الثالث، يتم زيادة القوة بسرعة تؤدي إلى الحصول خلال مدة لا تزيد عن 60sec على انحناء يبلغ ثلاث مرات الانحناء الحلقي الأقصى المسموح والموصى به من الشركة الصانعة ويتم بعد ذلك الفحص بالعين المجردة بحثاً عن أية أضرار إنشائية على شكل تشققات أو فصل بالطبقات أو انكسارات في جدار الأنبوب. ويتم تسجيل الحمولة والانحناء عند حدوث مثل هذه الاضرار ويتم توقيف الاختبار عندما يتم الوصول إلى الالتواء المطلوب أو عندما تستمر زيادة الالتواء دون زيادة في القوة أيهما يحدث قبل الآخر.



الشكل(4-38) تطبيق تجربة الصلابة على مجموعة من العينات

الحسابات:

يتم حساب الصلابة الحلقية الأصلية (S_o) المقدرة N/m^2 باستعمال المعادلة الآتية:

$$S_0 = \left[0.0186 + \frac{0.025\,\delta}{D_m} \right] \frac{F}{L\,\delta}$$

حيث:

δ: وسطي القياسات الثلاثة للانحناء النسبي مقدرة بـ m التي تم الحصول عليها.

D_m: متوسط القطر الخارجي مقدر ب m والذي يحسب من العلاقة $D_m=D_i+e$.

D_i: القطر الداخلي مقدر ب m.

e: سماكة جدار الأنبوب الصغرى مقدر ب m.

F: متوسط القوة المطبقة للاختبارات الثلاثة المجراة لكل خط مرسوم على العينة ومقدرة بـN.

L: متوسط طول قطعة الاختبار مقدرة ب m.

- **مقاومة الصدم:**

وتتم وفق الملحق J من المواصفة البريطانية BS 5480/90.

المبدأ: يتم اخضاع عدد من قطع الاختبار لصدمات من كتلة ذات وزن معين تسقط عمودياً فوق قطع الاختبار من ارتفاعات مختلفة ويلاحظ ما إذا كانت قطع الاختبار قد اصيبت بأضرار أم لا (خاصة على شكل تشققات في السطح الداخلي للأنبوب). والنتائج التي يتم الحصول عليها تستعمل لتقدير ارتفاع الاسقاط (H_{50}) الذي يؤدي إلى حدوث أضرار في 50% من القطع المختبرة.

الأجهزة:

- جهاز كتلة ساقطة يتألف من هيكل متين يحمل سكة توجيه.
- الكتلة يجب أن تستطيع السقوط بشكل حر داخل الأنبوب وأن يكون وزنها gr(5±515). وأن يكون سطحها الصادم نصف كروي بنصف قطر 50mm.

حامل قطعة الاختبار:عبارة عن مسند على شكل الحرف V بزاوية 120 درجة وطول يعادل على الأقل طول عينة الاختبار، يوضع على قاعدة صلبة بشكل يجعل الخط العمودي المار من مركز السطح الصادم نصف كروي يمر من الخط المركزي لوجه المسند المذكور ضمن حدود تسامح 2.5mm أو 1% من القطر الخارجي للمقطع المراد صدمه أيهما أكبر. ويجب أن يكون المسند والقاعدة التي يرتكز عليها صلبين إلى حد يجعلهما لا يصابان بأي تشوه ولا تحدث أية حركة استجابة لصدم القطعة.

- يمكن استعمال صبغة سريعة التسرب بلون معاكس للون قطعة الاختبار ككاشف وذات لزوجة منخفضة جداً بغية السماح لها بالدخول إلى داخل التشققات السطحية التي قد تحدث نتيجة الصدم.

قطع الاختبار:

تكون عبارة عن مقطع كامل من الأنبوب بطول يعادل 3 مرات قطر الأنبوب أو 1.5m أيهما أصغر.

الطريقـة: تنقسـم الإجـراءات إلـى اختبـارين، الاختبـار الأولـي يهـدف إلـى تحديـد ارتفـاع الاسقاط المناسب بغية المباشرة بالاختبار الأساسي.

الاختبار الأولي:

يتم اختيار ارتفاع ليس من المتوقع معه حدوث أي تشققات في السطح الداخلي لقطعة الاختبار. ويتم إخضاع قطعة الاختبار لصدمة واحدة من الكتلة الساقطة والتفتيش في السطح الداخلي بحثاً عن أية تشققات وفي حالة الشك تستخدم الصبغة الكاشفة. إذا لم يتم اكتشاف أي دليل على حدوث أضرار يزاد علو الاسقاط بمقدار 100mm ويعاد الاختبار. نستمر بإعادة الاختبار على هذا النحو حتى يحدث ضرر للسطح الداخلي لقطعة الاختبار. يتم تسجيل أعلى ارتفاع لم يحدث ضرراً ويسمى هذا الارتفاع HP، وبعد ذلك يتم الانتقال مباشرة إلى الاختبار الرئيسي.

إذا أدت عملية الإسقاط من الارتفاع الذي تم اختياره من البداية إلى إحداث ضرر للسطح الداخلي لقطعة الاختبار يتم عندئذ تخفيض علو الاسقاط بمقدار 100mm ويعاد الاختبار. ويستمر إعادة الاختبار مع التخفيض على هذا الشكل حتى الوصول إلى علو إسقاط لا يحدث أي ضرر للسطح الداخلي لقطعة الاختبار. يسجل أعلى ارتفاع للإسقاط لا يحدث عنده ضرراً ويسمى هذا الارتفاع HF، وبعد ذلك يتم الانتقال مباشرة إلى الاختبار الرئيسي.

الاختبار الرئيسي:

يؤخذ Hp كأول ارتفاع إسقاط لهذا الجزء من إجراءات الاختبار وتعتبر النتيجة التي أدت إلى الحصول HP كنتيجة إيجابية أولى لدى إجراء الحسابات.

تتم إضافة 100mm على ارتفاع الإسقاط الأولي وتختبر القطعة الأولى من أصل مجموعة لا تقل عن تسع قطع ويجرى التفتيش في السطح الداخلي عن أية أضرار أو تشققات، وفي حال عدم وجود أية أضرار تعتبر النتيجة إيجابية وتضاف 100mm أخرى ويتم اختبار قطعة أخرى. أما إذا ظهرت أية تشققات أو أضرار في السطح الداخلي

فتعتبر النتيجة سلبية ويتم تخفيض الارتفاع بمقدار 100mm واختبار قطعة أخرى. يستمر هذا الاجراء حتى اختبار جميع القطع.

الحسابات:

يتم تقدير ارتفاع السقوط H50 الذي يحدث أضرار في 50% من الحالات عم طريق استعمال المعادلة التالية:

$$H50 = \left(\sum Hp + \sum HF\right) / 2000$$

4-4-4 أنابيب بولى فينيل عديد كلوريد الفينيل (PVCU- PVC):

كما سبق في شبكات المياه

5-4-4 أنابيب الفونت والفونت المرن:

كما سبق في شبكات المياه

6-4-4 أنابيب بولى ايثليين عالي الكثافة المحلزن ذو الجدار المقوى:

- تصنع هذه الأنابيب طبقا للمواصفات الأوروبية ((2007 – EN 13476.

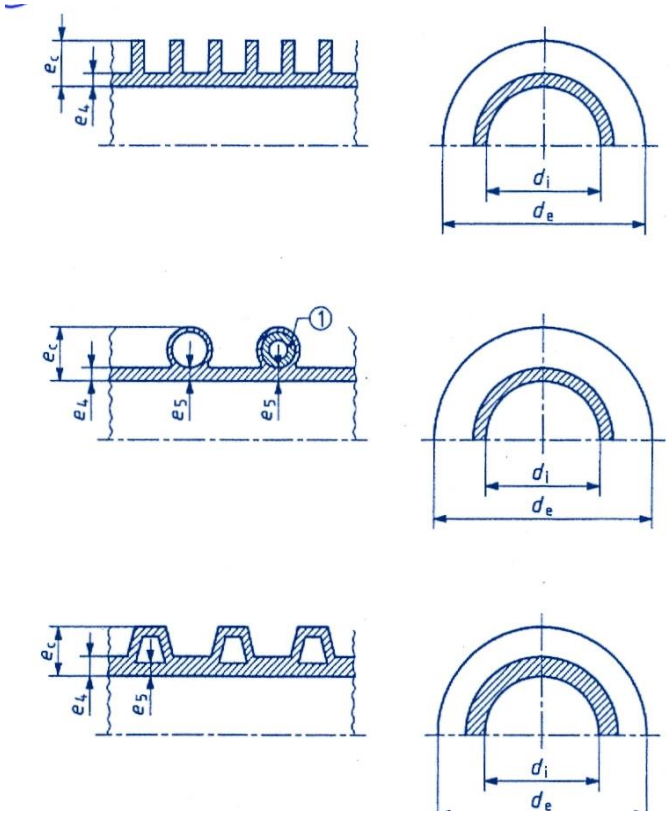
يتم تصنيع الأنابيب من البولي إثيلين عالي الكثافة وتكون ذات جدارين الجدار الخارجي معرج والجدار الداخلي مستوى وأملس بحيث يكون (M.R.S) للبولي إثيلين (100) الشكل(4-39).

الشكل(4-39) أنابيب البولي اتيلين المحلزن

- تكون الأنابيب من النوع ذي الرأس والذيل ويتم توصيلها بجوان كاوتش.
- يصنع الجوان الكاوتش من خامة (N.B.R).
- يتم تشكيل أعصاب التقوية الخارجية بشكل متقن من حيث التباعد وقطر العصب وسماكة التغطية وذلك وفق الأحمال الخارجية التي سيتعرض لها الأنبوب داخل الأرض طبقاً للأشكال التالية الشكل(4-40):

1- التجارب المخبرية التي تجرى على أنابي البولي اتيلين المستخدمة في شبكات الصرف الصحي:

تجرى التجارب وفق المواصفة السورية 3062 تاريخ 2005 وتخضع لجميع التجارب التي تم ذكرها لأنابيب مياه الشرب مضافاً إليها تجربتي المرونة والصلابة الحلقية.



Typical examples of wall construction type B

الشكل(4-40)

- **المرونة الحلقية:**

المبدأ النظري:

يتم اختبار المرونة الحلقية عن طريق قياس القوة والانزياح أثناء إزاحة مقطع حلقي من الأنبوب بشكل قطري بسرعة ثابتة وحتى الوصول إلى انزياح 30% على الأقل أو عندما يكون التمزق (أو الانكسار) قد حصل سابقاً في الأنبوب.

تتم ملاحظة كل قطعة اختبار أثناء الاختبار ويتم التفتيش فيها لاحقاً عن إشارات لنماذج عدة محددة من الانهيار الميكانيكي.

الأدوات المستعملة:

آلة الضغط الاختبارية:

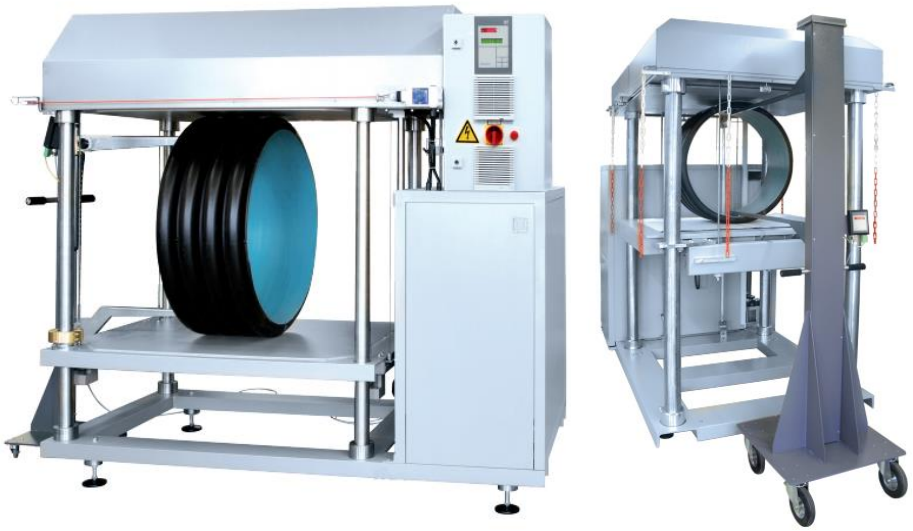
تخضع إلى الشروط المطلوبة في EN ISO 9969 ولكن قادرة على إحداث انزياح قطري قدره 30% على الأقل للقطعة المختبرة عند السرعة القابلة للتطبيق الجدول(4-32).

الجدول (4-32): سرعات الانزياح تبعاً لقطر الأنبوب

القطر الاسمي dn mm	سرعة الانزياح mm/min
$d_n \leq 100$	2 ± 0.4
$100 < d_n \leq 200$	5 ± 1
$200 < d_n \leq 400$	10 ± 2
$400 < d_n \leq 1000$	20 ± 2
$d_n > 1000$	50 ± 5

وضع الأبعاد وجهاز قياس القوة:

تخضع إلى الشروط المطلوبة في EN ISO 9969 ولكن قادرة على قياس انزياحات قطرية أكبر من 30% على الأقل والأقطار الموافقة والقوى الضاغطة الشكل (4-41).



الشكل (4-41) طريقة إجراء تجربة الصلابة والمرونة الحلقية

قطع الاختبار:

ثلاث قطع اختبار يجب أن يتم تحضيرها من أنبوب مفرد، كما هو محدد في المواصفة EN ISO 9969 وتسمى a-b-c على التوالي.

التكييف:

التكييف يجب أن يكون كما هو محدد في المواصفة EN ISO 9969.

إجراءات العمل:

1- قم بإجراء الاختبار وفقاً للإجراءات المعطاة في EN ISO 9969 و لكن استمر في تطبيق الضغط أثناء قياس التغير في القطر الخارجي قدره 30 % على الأقل أو إلى أن تتكسر القطعة المختبرة أيهما يحدث أولاً.

2- راقب وسجل الانزياح عند ظهور أول علامة لكل من الانهيارات الميكانيكية التالية إذا حدثت:

a. تصدع الجدار تشقق أو الداخلي أو البطانة.
b. تشقق جداري.
c. ترقق جداري.
d. تمزق القطعة المختبرة.

e. تغير اتجاه تقوس (انحناء) المقطع العرضي للقطعة المختبرة (الالتواء أو الانبعاج تحت تأثير القوة الضاغطة).

ابيضاض الأنبوب يجب ألا يتم اعتباره دلالة على أحد الانهيارات الميكانيكية المذكورة سابقاً.

3- حضر رسماً بيانياً للقوة مع الانزياح لكل من القطع المختبرة وابحث عن النموذج والوضعية لكل حدث ذو علاقة بالقوة والانزياح المتوافقين وسجلهما.

تقرير الاختبار:

إن تقرير الاختبار يجب أن يتضمن المعلومات الآتية:

- إشارة إلى هذه المواصفة وإلى المواصفات الأخرى المشار إليها.
- تعريف شامل لأنابيب البلاستيك الحراري يتضمن:
  - الصانع.
  - نموذج الأنبوب.
  - الأبعاد.
  - تاريخ الإنتاج.
  - أطوال القطع المختبرة.
  - كتلة المتر الطولي للأنبوب.
- درجة حرارة الاختبار.
- المخطط البياني للقوة مع الانزياح الموافق.
- قيم القوة والانزياح التي عندها تحصل إحدى الحوادث الآتية:
  - تشقق أو تصدع الجدار الداخلي أو البطانة.
  - ترقق جداري.
  - تمزق القطعة المختبرة.
  - تغير اتجاه تقوس (انحناء) المقطع العرضي للقطعة المختبرة (الالتواء أو الانبعاج تحت تأثير القوة الضاغطة).
- الانزياح والقوة عند النقطة العظمى إذا حصلت هذه القيم.

- يجب ذكر أية عوامل من الممكن أن تكون قد أثرت على النتائج مثل أية أمور عرضية أو أية تفاصيل عملية غير محددة في هذه المواصفة الدولية.
- تاريخ الاختبار.

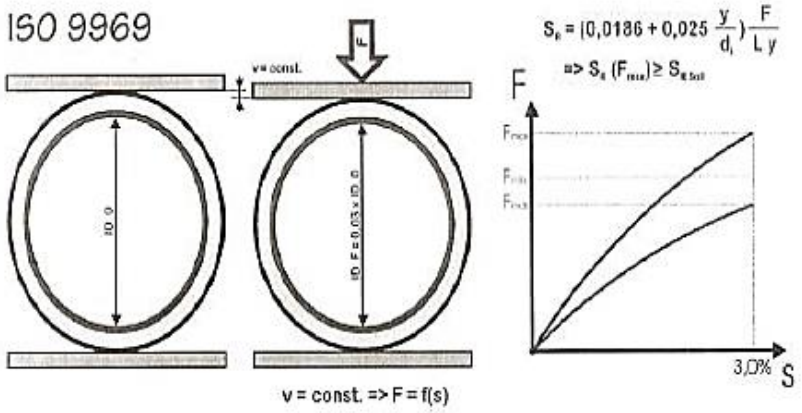
- **الصلابة الحلقية:**

مبدأ الاختبار:

تحدد الصلابة الحلقية عن طريق قياس القوة والانزياح أثناء إزاحة الأنبوب بمعدَّل ثابت. يُعرَّض الأنبوب إلى ضغط بشكل شاقولي على العينة ناتج عن صفيحتين مسطحتين متوازيتين يتم التطبيق بسرعة ثابتة يعتمد مقدارها على قيمة قطر الأنبوب الشكل(4-41). وتحدد قيمة سرعة الانزياح بالجدول رقم (4-32)، حيث يتم رسم منحني بياني للقوة والانزياح المقابل لها حيث تحسب الصلابة الحلقية كتابع للقوة اللازمة لإعطاء انزياح عرضي على الأنبوب و بشكل قطري قدره (0.03 di) كما هو مبين في الشكل (4-42).

يجب أن يتم وسم الأنبوب الذي تقاس الصلابة الحلقية له على الجهة الخارجية له، كما يجب أن تؤخذ بشكل خاص من هذا الأنبوب الموسوم ثلاث قطع اختبار c ,b,a وذلك بحيث تكون نهايات القطع المختبرة متعامدة مع محور الأنبوب وبحيث توافق أطوالها القيم المعطاة في الجدول (4-33):

من أجل الأنابيب ذات الأقطار الاسمية الأقل أو تساوي 1500 mm فإن الطول الوسطي لكل من قطع الاختبار يجب أن يكون L=300 ± 10 mm.



الشكل(4-42) يبين طريقة رسم المنحني البياني بين القوة والانزياح المقابل (0.03 di)

الجدول(4-33) يبين عدد قياسات الطول تبعاً لقطر الأنبوب

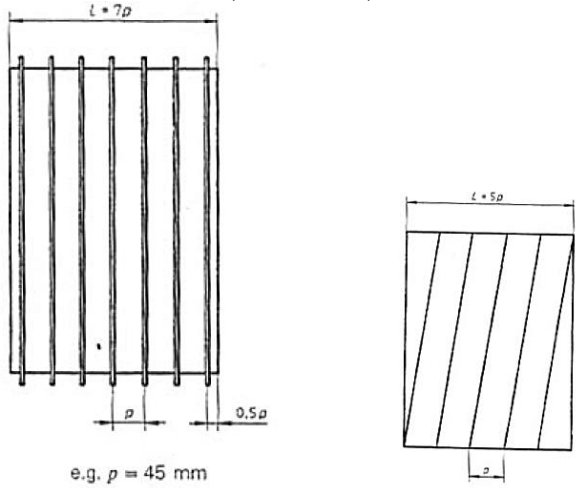
القطر الاسمي dn mm	عدد قياسات الطول
$d_n \leq 200$	3
$200 < d_n < 500$	4
$d_n \geq 500$	5

من أجل الأنابيب ذات الأقطار الاسمية الأكبر من 1500 mm فإن الطول الوسطي بالميليمترات لكل من قطع الاختبار يجب أن يكون على الأقل 0,2 dn.

الأنابيب ذات البنى الجدارية ذات الأضلع المتعامدة أو التعرجات أو أية بنى منتظمة أخرى يجب أن تقطع بحيث تحتوي كل قطعة اختبار العدد الكامل الأصغري من الأضلع أو التعرجات أو البنى الأخرى اللازمة لتحقيق الطول المطلوب الوارد سابقاً، ويجب أن يكون القطع في المنطقة المتوسطة الواقعة بين ضلعين من أضلع الجدار أو بين تعرجين.

من أجل الأنابيب المثلّمة بشكل متصل (مائل) (أنظر الشكل 3)، فإن طول كل قطعة الاختبار يجب أن يكون بحيث تحتوي العدد الكامل الأصغري من الالتواءات (الأثلام) اللازمة لتحقيق الشروط أو المتطلبات لطول قطعة الاختبار، ويتم حساب قيمة القطر الداخلي di بشكل وسطي لهذه القيم الثلاثة مستخدمين المعادلة التالية:

$$d_i = (d_{ia}+d_{ib}+d_{ic})/3$$



الشكل(4-43) يبين طريقة قص عينات الاختبار في جميع الحالات
(أنبوب مثلّم بشكل شمسي مائل – أنبوب مضلع عمودياً)

يجب أن يكون عمر قطع الاختبار عند بداية الاختبار على الأقل 24h، كما يجب تكييف قطع الاختبار بالهواء عند درجة الاختبار لمدة لا تقل عن 24 ساعة قبل القيام بالتجربة.

ملاحظة: تتم تجربة الصلابة الحلقية أولاً ولتحديد المرونة الحلقية فيمكن الاستمرار بالضغط حتى يتم الوصول إلى الانزياح المطلوب للمرونة الحلقية.

طريقة حساب الصلابة الحلقية:

تحدد الصلابة الحلقية عن طريق قياس القوة والانزياح أثناء تطبيق قوة شاقولية لتحقيق انزياح في القطر الداخلي بقيمة 3% أي:

$$Y/d_i = 0.03$$

وفق المعادلة الآتية: $S = \{0.0186 + 0.025\, yY/d_i\}\, F/L\, Y$

بعد إجراء تجربة الصلابة الحلقية لكل من القطع الاختبارية الثلاث a,b,c نطبق المعادلات التالية:

$$S_a = \{0.0186 + 0.025\, yY/d_i\}\, F_a/L_a\, Y_a$$
$$S_b = \{0.0186 + 0.025\, Y/d_i\}\, F_b/L_b\, Y_b$$
$$S_c = \{0.0186 + 0.025\, Y/d_i\}\, F_c/L_c\, Y_c$$

حيث:F : القوة الموافقة لانزياح نسبي يحصل في قطر الأنبوب الداخلي مقداره 3% d_n

L: الطول بالأمتار للقطعة المختبرة.

Y :الانزياح بالأمتار الموافق لانزياح نسبي مقداره 3.0%: $y/d_i=0.03$

بعد ذلك يتم حساب الصلابة الحلقية للأنبوب بالكيلو نيوتن على المتر المربع كمتوسط حسابي لهذه القيم الثلاث مستعملاً المعادلة التالية: $S=(S_a + S_b + S_c)/3$

ملاحظة: ورد في المواصفة القياسية السورية رقم 3062 لعام 2005 أن الصلابة الحلقية الاسمية للأنابيب يجب أن تصمم بحيث تحقق ما يلي:

DN≤500: SN4, SN8 or SN16
DN>500: SN2, SN4, SN8 or SN16

يجب أن تُصنع الأنابيب بحيث تحقق صلابة فعلية تساوي أو أكبر من الصلابة الاسمية المحسوبة وفق القوانين السابقة.

بدائل الأنابيب التي يمكن استخدامها في اعمال مشروعات الصرف الصحي

م	استخدامات الأنابيب	نوعيه الأنابيب المستخدمة
1	وصلات المنازل	أنابيب الفخار بجهد تهشم عادي وصلة ثابتة أو وصلة مرنة. أنابيب UPVC أنابيب الفونت المرن بالجوان.
2	شبكات الانحدار الفرعية	أنابيب الفخار بجهد تهشم عادي وصلة ثابتة أو وصلة مرنة. الأنابيب UPVC أنابيب GRP صلابة 1250او2500 أنابيب البولي اثيلين 80PE أنابيب الخرسانة العادية.
3	شبكات الانحدار الرئيسية حتى قطر 600 مم	الأنابيب الفخار بجهد تهشم عادي وصلة ثابتة أو وصلة مرنة. الأنابيب UPVC أنابيب GRP صلابة 1250او2500 أنابيب البولي اثيلين 80PE أنابيب بولي اثيلين متعرج أنابيب خرسانة مسلحة
4	المجمعات من 700مم حتى 100 مم	الأنابيب الفخار بجهد تهشم فائق وصلة مرنة الأنابيب UPVC أنابيب GRP صلابة 10000 أنابيب البولى اثيلين 100PE أنابيب بولى اثيلين متعرج. أنابيب خرسانة مسلحة.
5	المجمعات اكبر من 1000مم	أنابيب خرسانة مسلحة مبطنة. أنابيب بولي اثيلين متعرج. أنابيب GRP صلابة 10000
6	التفرعات الداخلة للبيارات ومحطات الرفع ذات البوابات ذات الصمامات	خرسانه مسلحة – خرسانة مسبقة الاجهاد – فونت مرن
7	خطوط أنابيب الدفع	فونت مرن – خرسانة مسلحة مسبقة الاجهاد – أنابيب GRP صلابة 10000 أنابيب UPVC أنابيب 100PE
8	الأنابيب داخل محطات المضخات	فونت مرن– صلب

م	استخدامات الأنابيب	نوعيه الأنابيب المستخدمة
9	الأنابيب داخل غرف الصمامات	فونت مرن – صلب– من نفس نوع الأنبوب
10	الأنابيب بين الوحدات	فونت مرن – خرسانة مسبقة الاجهاد
11	أنابيب العبارات السطحية	فونت مرن – خرسانة مسبقة الاجهاد
12	أنابيب العبارات أسفل الخنادق بالحفر المكشوف	فونت مرن – خرسانة مسبقة الاجهاد– خرسانة مسلحة
13	أنابيب العدايات	الخرسانة المسلحة
14	أنابيب داخل العبارات	(فونت مرن – خرسانه مسبقة الاجهاد) بالفلنجات

5-4 الصمامات الخاصة بشبكات المياه والصرف ولوازمها:

1 – صمامات بوابية للأقطار من 50 مم إلى أقل من 300 مم وتكون من الفونت المرن.

2 – صمامات فراشة للأقطار 300 مم فأكبر وتكون من الفونت المرن.

3 – صمامات عدم الرجوع للأقطار من 50 إلى 250 مم وتكون ذات بوابة تفتح أفقياً وللأقطار من 300 مم فأكبر تكون ذات قرص مائل.

4 –صمام قلاب وهو صمام عدم رجوع يركب على نهاية الأنابيب ومصمم للاستعمال على الأطراف المقفلة لمنع دخول المياه المرتدة.

5 – صمامات تعمل بعوامة وتستخدم للتحكم في مناسيب المياه للخزانات ويكون كروي الشكل أفقي أو قائم الزاوية.

6 – صمامات الهواء وتنقسم إلى نوعين:

أ – صمام هواء مزدوج ويستخدم من أجل تخفيض الهواء الواقع تحت الضغط وبكميات كبيرة حيث تسمح الفتحات الكبيرة بخروج أو دخول الهواء خلال ملء وتفريغ الخطوط الرئيسة بينما الفتحات الصغيرة تعمل على إخراج الهواء المتراكم الواقع تحت الضغط في النقاط العالية من الخطوط الرئيسة وتكون مساحة الفتحة الكبيرة مساوية أو أكبر من مدخل الصمام وتكون صمامات الهواء مزودة بصمام قفل فراشة أو بوابي ملائم للضغوط التي تصل إلى 16 بار.

ب – صمام هواء مفرد ويستخدم هذا النوع لتفريغ او دخول الهواء خلال ملء أو تفريغ الأنابيب كما يستخدم للتفريغ الاوتوماتيكى للهواء المضغوط المتراكم في النقاط العالية من الخطوط الرئيسة.

7 – صمامات تخفيض الضغوط ويتم تركيبها وفقاً لمعدلات الضغط واوجه ضبط الضغط المحددة لخفض الضغط العالي الموجود في المدخل اوتوماتيكياً بحيث يتم خفض الضغط بقدر ثابت بغض النظر عن تغيير معدل التدفق او تغيير الضغط في المدخل او تغيير كليهما ومن أنواع هذه الصمامات نوع كباس ذو ضغط عالي ونوع يتم تشغيله وتوجيهه بقوة الدفع الهيدروليكى.

8 – صمامات ذات حاجز لخفض الضغط وهي صمامات تحكم بقاعدة واحدة يتم التحكم فيها هيدروليكيا وكروية ذات حاجز.

9 – صمامات تنظيم الضغط وهو صمام موحد الاتجاه للتحكم في ضغط المياه وتكون المياه متماثلة حول مقطع الصمام الداخلي.

10 – صمامات عزل لتجاوز السرعة وهي عبارة عن صمامات فراشة يتم التحكم بها بقوة الدفع الهيدروليكي ويتم فتحها عن طريق مرفاع رئيسي ويتم غلقها بقوة الوزن ويجب ان يتم غلقها أوتوماتيكياً في حال تجاوز سرعة التدفق التي قد تحدث في حالة انفجار أنبوب أو زيادة سرعة المياه عن المعدل المحدد.

11 – صمامات عامة للتحكم والتشغيل يجب أن تعمل هذه الصمامات في المضخات وصمامات فحص مضخات الغلق البطيء والفتح البطيء وصمامات التحكم في الاندفاع وصمامات تسريب الهواء والصمامات الفاصلة التي تعمل بالتفريغ الهوائي والصمامات المساعدة بصورة اوتوماتيكية او بقوة الدفع الهيدروليكي.

12 – صمامات التصريف (الغسيل) وتكون عبارة عن صمامات بوابية يتم تركيبها في غرف الصمامات حسب المخططات التنفيذية او حسب تعليمات المهندس.

1-5-4 توابع ولوازم الصمامات لخطوط المياه

1 – حلقات منع التسرب (الجوانات).

2 – الوصلات المرنة (FLEXIBLE COUPLINGS) وتجمع في الموقع استناداً الى تعليمات المصنع وذلك لضمان احكام التوصيلات بشكل دائم وفقاً لشروط التمدد والتقلص والانتقال والهبوط للسماح بانحراف زاوي وحركة محورية لطرفي الأنبوب

الموصولين وللمحافظة على وصلة محكمة الاغلاق لمنع التسرب ودائمة وتكون مصنوعة من الفولاذ.

3 – الوصلات القابلة للفك (DISMANTLING COUPLINGS) وتؤمن هذه التوصيلات توصيلاً امتدادياً بين أقسام الأنابيب ويتم تركيبها مقابل الصمامات لتامين التفكيك السهل من شبكة الأنابيب او للسماح بضم الأنابيب لدى ازالة صمام الفراشة للصيانة وتكون مصنوعة من الفولاذ.

4 – وصلات مشفهة حديدية (FLANGED ADAPTORS) وتكون من الحديد المرن وذلك لتوصيل الأنابيب مع المحابس ويكون طول الوصلة 200 مم للأقطار أصغر من 150 مم وتكون 250 مم للأقطار ما بين 200 مم 300 مم ووفقاً لما يتم اقراره للأقطار أكبر من 300 مم

5– مفاتيح التشغيل وهى عبارة عن قضيب لاقط مؤتلف ومفتاح من النوع الرافع مع قضيب عامودي بطول 1.5 متر وقضيب افقي بطول 0.50 متر ويتم توفير هذه المفاتيح بنسبة مفتاح واحد لكل 5 صمامات.

6 – الصناديق السطحية (SURFACE BOXES) وتكون من الحديد المرن ويتم سبك حرف W على الحلقات من الفولاذ المرن أو الحديد المشغول وغطاء الصندوق ويكتب على الغطاء كلمة مياه باللغتين العربية والانجليزية ولها 3 انواع:

أ – درجة ثقيلة نوع (أ) للطرق المرصوفة حمولات الآليات لغاية 11.50 طن.

ب – درجة وسطية نوع (م) حيث تكون استثنائية الاليات الثقيلة لغاية 7.50 طن.

ج – درجة خفيفة نوع (ل) حيث لا تدخلها العربات المزودة بعجلات لغاية 2.50 طن.

7- ويوجد على الصندوق نتوء على محور التجويف بحيث يمكن ادخال مفتاح على شكل حرف T وذلك لسهولة عملية فتح الغطاء.

8 – الدواليب المدارة باليد من الحديد المرن ويتم توفيرها بنسبة دولاب واحدة لكل ٥ صمامات.

9 – تكون اغطية الصمامات من الحديد الصلب أو الفونت المرن.

10 – مجموعات مفاتيح الرفع وتصنع من الحديد المرن ويتم توريدها بنسبة مفتاح واحد لكل خمسة أغطية يتم تركيبها او لجزء منها.

6-4 غرف الصمامات لخطوط المياه والدفع للصرف الصحي

1- تنفذ للأنابيب ذات القطر 300 مم وأكبر وتنقسم الى نوعين:

أ – وحدات مسبقة الصب وتكون الخرسانة من فئة 20/250 باستخدام الاسمنت البورتلاندى العادي.

ب – وحدات مصبوبة في مكانها وتكون الخرسانة العادية من فئة 25/210 والمسلحة من فئة 25/250 باستخدام الاسمنت البورتلاندى العادي.

2 – يجب أن تكون الأغطية والإطارات والقواعد غير مترجرجة (لا يصدر عنها صوت طقطقة عند مرور السيارات فوقها ومحكمة وذات رؤوس صلبة على ان تشير الكتابة المضافة على الأغطية الى طبيعة الشبكة (صرف صحى SEWERAGE) وتصنف على الوجه التالي:

أ – في الطريق العام القدرة على التحمل للحمولات الثقيلة وزن 40 طن.

ب – في الارصفة وممرات العربات الدارجة وطرق الدراجات الهوائية القدرة للحمولات المتوسطة وزن 25 طن.

ج – في ممرات المشاة والمناطق المزروعة القدرة على التحمل للحمولات الخفيفة ٧ طن

3 – يجب أن تكون الاغطية دائرية بحد ادنى للقطر 600 مم أو مستطيلة بفتحة مقاس 600× 1200 مم ما لم يشر إلى خلاف ذلك على المخططات مع تزويدها بثقوب للتهوية مع الدهان بالقار الايبوكسى بنسبة (70% ايبوكسى – 30% قار) سمك لا يقل عن 250 ميكرون.

4 – يجب ان تكون الدرجات الحديدية من الفولاذ الطري المبرد المصمت ومجلفن بمعدل 200 غرام من الزنك للمتر المربع وتغطى الدرجة بطبقتين من البولي ايثيلين او البولي بروبيلين

5 – تطلى الاسطح الخرسانية الجاهزة للغرف بالمستحلب البيتومينى بسمك لا يقل عن 400 ميكرون على ان تطلى الاسطح الداخلية بطبقتين من الايبوكسى.

6-4 المطابق وغرف التفتيش للصرف الصحى

1 – تكون المطابق من الخرسانة التي تصب في الموقع او من الخرسانة الجاهزة مسبقة الصب المعدة للتركيب على الا تزيد المسافة بين المطبقين عن 100 متر وتكون

ادنى مسافة بين المطابق حسب ظروف الموقع وحسب تعليمات المهندس ويجب ان تتوافق الوحدات التي تصب في الموقع مع شروط القسم الخاص بالأعمال الخرسانية من هذه المواصفات .

2 – وحدات الخرسانة المصبوبة مسبقا يجب صبها في قوالب حديدية مانعة للتسرب قبل 3 اسابيع على الاقل من استخدامها .

3 – يجب ان تكون القنوات في قاع المطابق ملساء ونصف دائرية وذات حجم مساوى لقطر خط الصرف الصحي المحاذي.

4 – يجب تشكيل الميول بقاع المطبق بمونة الاسمنت المقاوم للكبريتات فئة 20/250 على أن ترتفع رأسياً من اعلى الأنبوب إلى ارتفاع لا يقل عن باطن سقف أنبوب المخرج.

5 – يجب دهان المطابق وغرف التفتيش من الخارج بثلاث طبقات من البيتومين بسماكة لا تقل عن 600 ميكرون .

6 – الأسطح الداخلية لغرف التفتيش يجب طلاؤها بأربع طبقات من دهان ايبوكسى الفحم المقطرن بنسبة 70% من الايبوكسى و30% من قطران الفحم الحجري أو النباتي بسماكة لا تقل عن 1000 ميكرون على الأقل .

7 – الأسطح الداخلية للمطابق يتم تبطينها بالفيبرجلاس أو البولي ايثيلين عالي الكثافة مع تغطية أرضيات المطابق من الداخل بمونة ايبوكسية.

8 – يجب صب درجات الحديد داخل الوحدات مسبقة الصب أو تثبيتها في فتحات محددة سابقا أثناء الصب مع مراعاة عدم استخدامها كمواضع للرفع.

9 – اختبار المطابق يتم كالآتي :

أ – يتم سد مداخل ومنافذ المطابق.

ب – تملأ المطابق بالماء وتترك لمدة 24 ساعة أو لمدة أطول بما يسمح بالامتصاص التام.

ج – تعاد تعبئة المطابق بالمياه حتى القمة.

د – يجب ألا تزيد نسبة التسرب المسموح به على مدى ما يزيد عن 24 ساعة عن 1% من الحجم الإجمالي لفتحة الدخول.

10 – المنشآت الساقطة للمطابق: في حالة وجود سقوط اكبر من 600 ملم الى 1500 ملم بين قاع الأنبوب الداخل وقمة الأنبوب الخارج يتم تزويد المطابق بسقوط خلفي ذو درجة ميل 45 مع تغليف الأنابيب والوصلات التي أصبحت جزءا من المنشآت الساقطة بالخرسانة نوع (أ) وفى حالة زيادة هذا السقوط عن 1500 ملم يتم تزويد المطابق بسقوط خلف ذو درجة ميل 90 درجة مع التغليف بالخرسانة كما سبق.

11 – يجب تنظيف كافة الغرف وأحواض التجميع للمطابق والمداخل والمخارج بشكل شامل وتام من أي تراكمات للطمي والأنقاض أو المواد الغريبة من أي نوع كان.

12 – يجب تطبيق المطابق والغرف بمادة الفيبر جلاس في حالة زيادة نسبة عدوانية مياه الصرف الصحي وزيادة نسبة الأحماض الكبريتية بها ويكون ذلك استنادا إلى الرسومات على ألا تقل سماكة التبطين عن 7 مم بالنسبة لكافة الأسطح الداخلية.

– يكون القطر الداخلي لحلقات المطبق مسبق الصب كالتالي:

قطر أكبر أنبوب داخل المطبق	القطر الداخلي لحلقات المطبق	القطر الداخلي لحلقة قاعدة المطبق
من 200 إلى 600 مم	1200 مم	1200 مم
أكبر من 600 مم إلى 900 مم	1500 مم	1500 مم
أكبر من 900 مم إلى 1500 مم	2000 مم	2000 مم

الفصل السابع
طرق حماية الأنابيب
درجات عدوانية التربة والمياه الأرضية

1-7 مقدمة:

تلعب المواد المستخدمة في العزل ضد الرطوبة والمياه دوراً هاماً في الهندسة المدنية عامة والهندسة الصحية على وجه الخصوص وذلك لما لها من تأثير مباشر على سلامة العناصر الإنشائية وتحديد العمر الافتراضي لها حيث أن معظم العيوب التي تحدث في تلك العناصر والتي مؤداها حدوث تلف وانهيار لها أساسها التآكل الناتج عن عوامل البيئة المحيطة والتي تعتبر الرطوبة والمياه هما أشد تلك العوامل فتكاً بتلك العناصر الإنشائية ٠٠ وعليه فإن الاهتمام بالمجاري المائية على مختلف أنواعها من أنابيب وصمامات ووصلات وخلافه له كبير الأثر على المنشآت المدنية والصحية وإطالة العمر الافتراضي لكلاهما.

2-7 التآكل في الأنابيب المعدنية (الفونت والصلب)

يمكن إيجاز أهم أسباب التآكل الخارجي للأنابيب على النحو التالي:

1-2-7 تآكل ناتج عن تكون الخلايا الكهروكيميائية:

نتيجة تسرب التيارات الكهربائية من التربة خلال الأنابيب المعدنية (الحديد – الفونت) حيث تساعد على مرور تلك التيارات لكونها موصل جيد للكهرباء حيث يسمح ذلك بتكون ما يسمى بالخلية الكهروكيميائية الناتجة عن اختلاف فروق الجهد على طول خط الأنابيب مما يسبب التآكل عند النقط التي يترك فيها التيار الكهربائي خط الأنابيب ومثال ذلك ما يحدث من تسرب للتيارات الكهربائية لخطوط القطار وماله من بالغ الأثر في زيادة التآكل لتلك الأنابيب وعليه فان تلك الأنابيب يجب لحامها وعزلها جيداً عند الوصلات لتلافي هروب تلك التيارات التي مؤداها عمل فروق جهد مكونة بذلك الخلية الكهروكيميائية سالفة الذكر.

ويمكن تكون الخلية الكهروكيميائية في تلك الأنابيب ليس فقط من تأثير تسرب التيارات الكهربائية ولكن قد تتولد أيضاً نتيجة لاختلاف الضغوط على طول خط الأنابيب

أو اختلاف معدن الأنابيب والأملاح الموجودة بالتربة ويساعد على تكون هذه التيارات وجود اختلاف في الرقم الهيدروجيني عن القيمة المتعادلة (7) التي قد تقل لتصبح حامضية أو تزيد لتصبح قلوية.

2-2-7 التآكل الناتج عن طبيعة التربة:

في حالات كثيرة تحتوي التربة وخاصة الطينية منها على كبريتات ماغنيزيوم وكالسيوم مما يجعلها تذوب في مياه التربة التي تتسرب من طبقات الأرض وتتراكم حول الأنابيب مكونةً وسطاً قلوياً يعمل على زيادة الرقم الهيدروجيني يؤدي إلى تكوين خلايا كهروكيميائية تسرع من تآكل جسم الأنبوب وبخاصة تلك النقط التي أزيلت عنها طبقات العزل لسبب ما لتؤدي في النهاية إلى تآكل جسم الأنبوب.

3-2-7 التآكل الداخلي للأنابيب:

للمياه تأثير معروف على إذابة معدن الحديد بالأنابيب ولكن في حالة وجود طبقة من الصدأ الداخلي يقلل ذلك من استمرار التآكل وإذا ما أزيلت هذه الطبقة استمر تآكل المعدن تحتها، ويساعد على تآكلها وجود ثاني أكسيد الكربون بالماء إذ يؤدى إلى إذابة الكربونات الموجودة في طبقة الأكسيد فتزول أولاً بأول مما يسرع من عملية التآكل، وهنالك طرق عديدة للإبقاء على طبقة الأكسيد على السطح الداخلي لمعدن الأنبوب ولكن ذلك يتطلب عديد من التجارب والاختبارات مما يزيد من صعوبة استخدام هذه الطرق.

3-7 التآكل في أنابيب الخرسانة:

تصنع الأنابيب الأسمنتية من الخرسانة العادية أو المسلحة بطريقة الضغط أو اللف المركزي وتستعمل الأنابيب الأسمنتية المسلحة للمياه تحت ضغوط منخفضة والأسمنتية العادية بدون تسليح لصرف المياه غير المضغوطة حيث أن الأنابيب التي يقل قطرها عن 127 mm يصعب تسليحها ويحدث التآكل في تلك الأنابيب نتيجة إما لتآكل الخرسانة أو نتيجة لصدأ الحديد المستخدم في تسليحها وعليه فإنه يجب حماية سطح الخرسانة المستخدمة من وصول أي مسببات للتآكل مما يساعد بدورة على حماية الحديد المستخدم في تسليحها ومن العوامل المؤثرة على عملية التآكل لمثل هذه الأنابيب ما يأتي:

1 – نوع التربة. 2 – طبيعة المياه الجارية في تلك الأنابيب.

3 – درجات الحرارة وتغيرها.

4–خواص الخرسانة ونسبها وطريقة صبها ومعالجتها وعزلها.

ويضاف إلى ذلك جميع العوامل المؤدية إلى تآكل الخرسانة المعروفة كظاهرة الكربنة والتآكل بالكلوريدات.

7-4 المواد المستخدمة في أعمال عزل الأنابيب:

1 – المستحلبات البيتومينية بنوعيها (البيتومينية والبيتومينية المطاطية).

2 – المحاليل البيتومينية (منها البلوريتان).

3 – المواد الإيبوكسية. 4 – مركبات الاكريليك البوليمرية.

5 – بادئ مانع للصدأ (أساسه أكسيد الحديد الاحمر).

6 – مواد حشو الفواصل والوصلات (أساسها مادتي البولي سلفيد السيليكون) البولي يورثان المعدل بالقار.

7-5 الاشتراطات الواجب توافرها في تنفيذ عزل الأنابيب:

1 – الإعداد الجيد للأسطح وذلك بإزالة أي آثار للصدأ والشوائب ومعالجة أي عيوب بالأسطح.

2 – التأكد من الجفاف التام للأسطح.

3 – المعالجة الجيدة لأماكن الوصلات والتقاطعات لتلافي تسرب المياه عند هذه الأماكن.

4 – الاختيار الأمثل لمواد العزل بما يتناسب مع نوع الأنابيب (حديد – فونت ٠٠٠٠)

5 – التأكد من ملائمة المواد المستخدمة في العزل والظروف المحيطة.

6 – حماية الطبقات العازلة من تأثير الأشعة فوق البنفسجية في الوجه النهائي الذي يتطلب ذلك.

7-6 طرق الحماية والعزل للأنابيب:

بعد أن تطرقنا إلى الأسباب التي تؤدى إلى عملية التآكل والنحر في الأنابيب وجب علينا الآن أن نستعرض طرق الحماية والعزل، وقبل ذلك جميعه يجب أولاً أن نحدد بدقة الدرجة المطلوبة للحماية حيث أن تصميم طبقات العزل يتم تحديده بناء على مدى شدة العوامل التي تؤدى إلى التآكل والتي يمكن إجمالها في الطبيعة البيئية والظروف المحيطة بالأنابيب أثناء استخدامها.

مما تقدم فإنه يمكن عمل مقياس لشدة أو ضعف هذه الظروف على نحو يمكن من خلاله تصنيف واستغلال أمثل للمواد المستخدمة في أعمال العزل ومما هو متعارف عليه في أعمال عزل الأنابيب انه تم تقسيم أنواع التربة المستخدمة خلالها تلك الأنابيب إلى أربعة أنواع رئيسة على أساس مدى مهاجمة التربة للأنابيب (درجة العدوانية) نتيجة لاحتوائها على أملاح ومعادن من شأنها التفاعل مع جسم الأنبوب وتؤدى إلى تآكله وأيضاً مدى ممانعة هذه التربة لمرور التيارات الكهربائية التي من شأنها تكوين الخلايا الكهروكيميائية في الأنابيب المعدنية.

يمكن على هذا الأساس السابق ذكره تقسيم التربة من حيث درجة العدوانية إلى ما يلي:

1 – تربة غير عدوانية. 2 – تربة متوسطة العدوانية.

3 – تربة عدوانية. 4 – تربة شديدة العدوانية.

وليس هناك مجالاً للاستفاضة في شرح الأسس العلمية التي تم على أساسها هذا التقسيم ولكن ما يعنينا الآن هو معرفة المواد، وكذلك النظم المستخدمة لوقاية وعزل الأنابيب كل على حسب نوعه وكذلك تبعاً لنوع التربة من حيث درجة العدوانية كما هو موضح بالجدول (7-1).

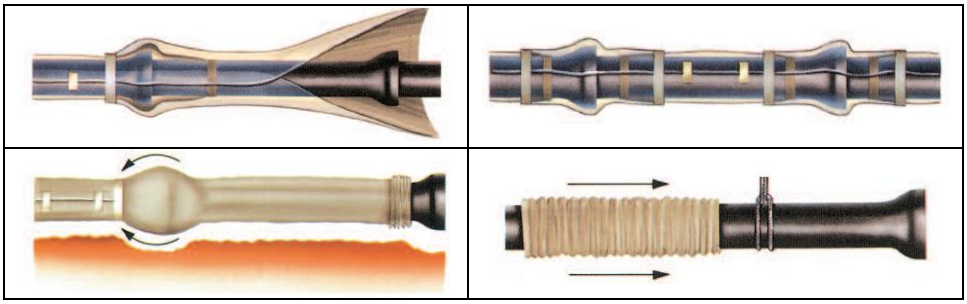
الجدول رقم (7-1) يوضح عناصر ودرجات عدوانية التربة المحيطة والمياه الأرضية.

بعض العناصر والعوامل الضارة	غير عدوانيه (Non – aggressive)		متوسطة العدوانية (Moderately (aggressive)		عدوانية (aggressive)		شديدة العدوانية (Highly Aggressive)	
	التربة	المياه الأرضية	التربة	المياه الأرضية	التربة	المياه الأرضية	التربة	المياه الأرضية
محتوى الكبريتات (SO_4)	أقل من 0.1 % (بالوزن)	أقل من 300جزء في المليون	من 0.1 % إلى 0.5 % (بالوزن)	من 300 إلى 1000 جزء في المليون	من 0.5 % إلى 2.0 % (بالوزن)	من 1000 إلى 5000 جزء بالمليون	أكثر من 2.0 % (بالوزن)	أكثر من 5000 جزء في المليون
محتوى الكلوريدات (CL)	أقل من 300 جزء في المليون		من 300 إلى 1000 جزء في المليون		من 1000 إلى 2000 جزء في المليون		أكثر من 2000 جزء في المليون	
الرقم الهيدروجيني (PH)	من 8.0 إلى 7.0		من 7.0 إلى 6.0		من 6.0 إلى 4.5		أقل من 4.5 *	
الممانعة الكهربية للتربة (أوم / سم)	أكثر من 3000		من 3000 إلى 1500		من 1500 إلى 1000		أقل من 1000	

* في حالة استخدام أنابيب صلب أو فونت مرن (مطاوع)، تعتبر التربة شديدة العدوانية وأيضا إذا زاد الرقم الهيدروجيني (PH) على ٨.٥ حيث يؤدى ذلك إلى انخفاض الممانعة الكهربية للتربة.

1-5-7 عزل الأنابيب من الخارج:

تبلغ أهمية العزل من الخارج للأنابيب مبلغاً كبيراً نظراً لما تتعرض له الأنابيب من ظروف وعوامل بيئية متغيرة وعلية فإن الاهتمام بتصميم طبقات العزل يتعاظم حتى يمكن الحفاظ على هذه الأنابيب وكذلك إطالة العمر الافتراضي لها الشكل (7-1).



الشكل (7-1) عزل الأنابيب وقطع الوصل من الخارج

ولتسهيل مهمة التنفيذ واختيار المواد فإن الجدول (7-2) يوضح طرق عزل السطح الخارجي للأنابيب.

جدول (7-2) المواد المستخدمة في عزل الأنابيب من الخارج

نوع الأنبوب	درجة عدوانية التربة والمياه الأرضية			
	غير عدوانيه	متوسطة العدوانية	عدوانيه	شديدة العدوانية
حديد صلب	يدهن السطح الخارجي للأنابيب ووصلاتها وقطعها الخاصة بطبقة دهان أولى (برايمر)، ثم بطبقتين من طلاء بيتوميني (PF4) بسمك لا يقل عن 2.5 ملليمتر بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.	يدهن السطح الخارجي للأنابيب ووصلاتها وقطعها الخاصة بطبقة دهان أولى (برايمر)، ثم يغلف بطبقتين من ألياف الزجاج المشبعة بقطران الفحم مع الرش بالقطران الساخن تليها طبقه من محلول الجير والملح وزيت الكتان المغلي بسمك إجمالي لا يقل عن 5 ملليمترا بعد الجفاف.	تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الخارجي للأنبوب والقطع الخاصة والوصلات: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الخارجي بثلاث طبقات من الإيبوكسي بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع. **الطريقة الثانية:** يدهن السطح الخارجي بالبلاستيك (بولي كلوريد الفينيل) بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع. **الطريقة الثالثة:** تتبع الطريقة المذكورة في حالة التربة متوسطة العدوانية، بالإضافة إلى تغليف الأنبوب بغلاف (كم) من البولي إيثيلين عند التركيب سمكه لا يقل عن 200 ميكرون.	تتبع إحدى الطريقتين الأولى والثانية المذكورتين في حالة التربة العدوانية بالإضافة إلى تغليف الأنبوب بغلاف (كم) من البولي إثيلين عند التركيب سمكه لا يقل عن 200 ميكرون في كل من الطريقتين.

نوع الأنبوب	درجة عدوانية التربة والمياه الأرضية			
	غير عدوانيه	متوسطة العدوانية	عدوانيه	شديدة العدوانية
فونت مرن	يدهن السطح الخارجي للأنابيب ووصلاتها وقطعها الخاصة بطبقتين من طلاء بيتوميني (P . F . 4) بسمك لا يقل عن 2 ملليمتر بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.	تتبع إحدى الطريقتين التاليتين لوقاية السطح الخارجي للأنابيب والقطع الخاصة والوصلات: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الخارجي بمحلول غنى بالزنك ثم بطبقتين من طلاء بيتوميني (P . F . 4) بسمك لا يقل عن 2.5 ملليمتر بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع. **الطريقة الثانية:** يغلف السطح الخارجي بألياف الزجاج المشبعة بقطران الفحم مع الرش بالقطران الساخن بسمك لا يقل عن 3 ملليمتر بعد الجفاف.	تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الخارجي للأنابيب والقطع الخاصة والوصلات: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الخارجي بمحلول غنى بالزنك ثم بطبقتين من طلاء بيتوميني (P . F . 4) بسمك لا يقل عن 2.5 ملليمتر بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع ثم تغلف الأنبوب عند التركيب بغلاف (كم) من البولي إثيلين سمكه لا يقل عن 200 ميكرون. **الطريقة الثانية:** يدهن السطح الخارجي بثلاث طبقات من الايبوكسى بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.	تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الخارجي للأنابيب والقطع الخاصة والوصلات: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الخارجي بمحلول غنى بالزنك ثم بثلاث طبقات من طلاء بيتوميني (P . F . 4) بسمك لا يقل عن 3 ملليمتر بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع ثم يغلف الأنبوب عند التركيب بغلاف (كم) من البولي إثيلين سمكه لا يقل عن 200 ميكرون. **الطريقة الثانية:** يدهن السطح الخارجي بثلاث طبقات من الايبوكسى بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف ولايسمح باستعمال مخفف من أي نوع ثم تغلف الأنبوب بغلاف (كم) من البولي اثيلين عند التركيب سمكه لا يقل عن 200 ميكرون.

نوع الأنبوب	درجة عدوانية التربة والمياه الأرضية			
	غير عدوانيه	متوسطة العدوانيه	عدوانيه	شديدة العدوانيه
خرسانة عاديه أو مسلحة	يدهن السطح الخارجي للأنابيب ووصلاتها وقطعها الخاصة بطبقتين من طلاء بيتومينى (P. F. 4) بسمك لا يقل من 350 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.		يصنع جسم الأنبوب والقطع الخاصة باستعمال الأسمنت المقاوم للكبريتات ثم تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الخارجي للأنابيب والقطع الخاصة والوصلات: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الخارجي بطبقتين من طلاء بيتومينى (P. F. 4) لا يقل من 350 ميكرون بعد الجفاف. ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع ثم تغلف الأنبوب عند التركيب بغلاف (كم) (**Sleeve**) من البولى إيثيلين سمكة لا يقل عن 200 ميكرون. **الطريقة الثانية:** يغلف السطح الخارجي بألياف الزجاج المشبعة بإيبوكسى قطران الفحم بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع. **الطريقة الثالثة:** يدهن السطح الخارجي بالبلاستيك (بولى كلوريد الفينيل) بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف ، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.	يصنع جسم الأنبوب والقطع الخاصة باستعمال الأسمنت المقاوم للكبريتات ثم تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الخارجي للأنابيب والقطع الخاصة الوصلات: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الخارجي بثلاث طبقات من طلاء بيتومينى (P. F. 4) بسمك لا يقل من 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح بأستعمال مخفف من أي نوع. ثم يغلف الأنبوب عند التركيب بغلاف (كم) من البولى إيثيلين سمكة لا يقل عن 200 ميكرون ويمكن كبديل للكم لف الأنبوب حلزونياً بشرائط من البولى إيثيلين سمكها لا يقل عن 200 ميكرون تتراكب على بعضها بمقدار كاف. **الطريقة الثانية:** يغلف السطح الخارجي بألياف الزجاج المشبعة بالأيبوكسى بسمك لا يقل عن 500 ميكرون بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع. **الطريقة الثالثة:** يدهن السطح الخارجي بالبلاستيك (بولى كلوريد الفينيل) بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.

نوع الأنبوب	درجة عدوانية التربة والمياه الأرضية			
	غير عدوانيه	متوسطة العدوانية	عدوانيه	شديد العدوانية
أسبستوس أسمنتى	يدهن السطح الخارجي للأنابيب ووصلاتها وقطعها الخاصة بطبقتين من طلاء بيتومينى (PF4) بسمك لا يقل عن 350 ميكرون بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.		يصنع جسم الأنبوب والقطع الخاصة باستعمال الأسمنت المقاوم للكبريتات، ثم تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الخارجي للأنبوب والقطع الخاصة والوصلات: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الخارجي بطبقتين من طلاء بيتومينى (PF4) لا يقل عن 350 ميكرون بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع ثم يغلف الأنبوب عند التركيب بغلاف (كم) (Sleeve) من البولي إيثيلين سمكه لا يقل عن 200 ميكرون. **الطريقة الثانية:** يغلف السطح الخارجي بألياف الزجاج المشبعة بإيبوكسى قطران الفحم بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع. **الطريقة الثالثة:** يدهن السطح الخارجي بالبلاستيك (بولى كلوريد الفينيل) بسمك لا يقل عن ٣٧٥ ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.	يصنع جسم الأنبوب والقطع الخاصة باستعمال الأسمنت المقاوم للكبريتات، ثم تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الخارجي للأنبوب والقطع الخاصة والوصلات: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الخارجي بثلاث طبقات من طلاء بيتومينى (PF4) بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع، ثم يغلف الأنبوب عند التركيب بغلاف (كم) من البولى إيثيلين سمكه لا يقل عن 200 ميكرون ويمكن كبديل للكم لف الأنبوب، حلزونياً بشرائط من البولي إيثيلين سمكها لا يقل عن 200 ميكرون تتراكب على بعضها بمقدار كاف. **الطريقة الثانية:** يغلف السطح الخارجي بألياف الزجاج المشبعة بالإيبوكسى بسمك لا يقل عن 500 ميكرون بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع. **الطريقة الثالثة:** يدهن السطح الخارجي بالبلاستيك (بولي كلوريد الفينيل) بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.

نوع الأنبوب	درجة عدوانية التربة والمياه الأرضية			
	غير عدوانية	متوسطة العدوانية	عدوانية	شديدة العدوانية
خرسانة مسبقة الإجهاد (ذات أسطوانة داخلية من الصلب)	يدهن السطح الخارجي للأنابيب ووصلاتها وقطعها الخاصة بطبقتين من طلاء بيتومينى (P . F . 4) بسمك لا يقل عن 350 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع		تصنع خرسانة التكسية الخارجية لجسم الأنبوب وخرسانة القطع الخاصة ومونة الوصلات باستعمال الأسمنت المقاوم للكبريتات ثم تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الخارجي للأنابيب والقطع الخاصة والوصلات: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الخارجي بطبقتين من طلاء بيتومينى (P.F.4) لا يقل عن 350 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع ثم يغلف الأنبوب عند التركيب بغلاف (كم) (Sleeve) من البولي إيثيلين سمكه لا يقل عن 200 ميكرون **الطريقة الثانية:** يغلف السطح الخارجي بألياف الزجاج المشبعة بإيبوكسى قطران الفحم بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع **الطريقة الثالثة:** بدهن السطح الخارج بالبلاستيك (بولي كلوريد الفينيل) بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع	تصنع خرسانة التكسية الخارجية لجسم الأنبوب وخرسانة القطع الخاصة ومونة الوصلات باستعمال الأسمنت المقاوم للكبريتات ثم تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الخارجي للأنابيب والقطع الخاصة والوصلات: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الخارجي بثلاث طبقات من طلاء بيتومينى (P.F.4) بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع ثم تغلف الأنبوب عند التركيب بغلاف (كم) من البولي إيثيلين سمكه لا يقل عن 200 ميكرون ويمكن كبديل للكم لف الأنبوب حلزونياً بشرائط من البولي إيثيلين سمكها لا يقل عن 200 ميكرون تتراكب على بعضها بمقدار كاف **الطريقة الثانية:** يغلف السطح الخارجي بألياف الزجاج المشبعة بالأيبوكسى بسمك لا يقل عن 500 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع **الطريقة الثالثة:** يدهن السطح الخارجي بالبلاستيك (بولي كلوريد الفينيل) بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع

نوع الأنبوب	درجة عدوانية التربة والمياه الأرضية			
	غير عدوانيه	متوسطة العدوانيه	عدوانيه	شديدة العدوانيه
فخار مزجج ذاتياً	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية
بلاستيك (بولى كلوريد الفينيل غير الملدن)	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية
بولستر مسلح بألياف الزجاج	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية
بولي اتيلين	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية	لا تحتاج إلى وقاية

- في جميع الحالات يتم تنظيف وتجهيز السطح الخارجي قبل البدء في عملية الوقاية.
- في جميع الحالات يتم دهان الأجزاء المعدنية لنهايات الأنبوب والقطع الخاصة بطبقة دهان أولى (برايمر) من محلول غني بالزنك تليها طبقة من البولى يوريثان.
- في حالات التربة متوسطة العدوانية والعدوانية وشديدة العدوانية، يتم استبدال ناتج حفر الخنادق بمواد ردم منقولة من خارج المنطقة على أن تكون ناعمة ونظيفة وخالية من المواد الضارة وبقايا الصخور والأنقاض.

2-5-7 عزل الأنابيب من الداخل:

نظراً للتأثير السابق ذكره للمياه فإنه وجب أيضاً مراعاة حماية السطح الداخلي للأنابيب ضد تأثير المياه أو السوائل الأخرى المارة بها (مياه الصرف الصحي)

يوضح الجدول (7-3) الطرق المستخدمة في عمليات العزل الخاصة بالسطح الداخلي للأنابيب ولكل نوع من أنواع الأنابيب على حده.

وتجدر الإشارة إلى أن الأنابيب المصنوعة من البلاستيك (بولي كلوريد الفينيل غير الملدن – البوليستر المسلح بألياف الزجاج – البولي اتيلين) لا تتأثر بمياه الشرب أو مياه الصرف الصحي وبالتالي لا تحتاج هذه الأنابيب إلى وقاية داخلية.

وكذلك فإن أنابيب الفخار المزجج لا تستخدم في نقل مياه الشرب كما أنها لا تتأثر بمرور مياه الصرف الصحي بداخلها لذا لا تحتاج إلى وقاية داخلية. والجدول (7-3) يوضح طرق عزل الأنابيب من الداخل.

جدول (7-3) طرق الوقاية الواجب إتباعها لعزل السطح الداخلي

لأنواع الأنابيب المختلفة تبعاً لنوع السائل المنقول

نوع الأنبوب	نوع السائل المنقول	
	مياه الشرب	مياه الصرف الصحي
فونت مرن	تتبع إحدى الطرق الأربع التالية لوقاية السطح الداخلي للأنبوب والقطع الخاصة: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من الإيبوكسى بسمك لا يقل عن 350 ميكرون بعد الجفاف. **الطريقة الثانية:** يدهن السطح الداخلي بطبقة من البروليتان بسمك لا يقل عن 125 ميكرون بعد الجفاف. **الطريقة الثالثة:** يدهن السطح الداخلي بطبقتين من طلاء بيتومينى (PF4) بسمك لا يقل عن 350 ميكرون بعد الجفاف. **الطريقة الرابعة:** للأقطار الكبيرة التي تسمح بذلك، يبطن السطح الداخلي بطبقه غير منفذه من مونه أسمنتيه عالية الكثافة والمقاومة، سمكها لا يقل عن 12 ملليمتراً بشرط توافر الاحتياطات اللازمة للحفاظ على هذه الطبقة من التلف أثناء النقل والمناولة والإنزال و التخزين والتركيب.	في الحالات التي تصلح للاستخدام فيها، تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الداخلي للأنبوب والقطع الخاصة تبعاً لخصائص السائل المنقول: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من الإيبوكسى بسمك لا يقل عن 425 ميكرون بعد الجفاف. **الطريقة الثانية:** يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من البروليتان بسمك لا يقل عن ٣٥٠ ميكرون بعد الجفاف. **الطريقة الثالثة:** يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من البلاستيك (بولي كلوريد الفينيل) بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف.
صلب	تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الداخلي للأنبوب والقطع الخاصة: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الداخلي بطبقة دهان أولى (برايمر) سريع الجفاف ثم بثلاث طبقات من الإيبوكسي بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف. **الطريقة الثانية:** يدهن السطح الداخلي بطبقة دهان أولى تليها طبقتان من البروليتان بسمك لا يقل عن 250 ميكرون بعد الجفاف. **الطريقة الثالثة:** يدهن السطح الداخلي بطبقة دهان أولى تليها طبقتان من إيبوكسى الفينول بسمك لا يقل عن 250 ميكرون بعد الجفاف.	في الحالات التي تصلح للاستخدام فيها، تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الداخلي للأنبوب والقطع الخاصة تبعاً لخصائص السائل المنقول: **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الداخلي بطبقة دهان أولى (برايمر) سريع الجفاف تليها ثلاث طبقات من الإيبوكسى بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف. **الطريقة الثانية:** يدهن السطح الداخلي بطبقة دهان أولى تليها ثلاث طبقات من البروليتان بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف. **الطريقة الثالثة:** يدهن السطح الداخلي بطبقة دهان أولى تليها طبقه منتظمة من قطران الفحم الساخن بسمك لا يقل عن 3 مليمتر بعد الجفاف.

نوع الأنبوب	نوع السائل المنقول	
	مياه الشرب	مياه الصرف الصحي
خرسانة عادية أو مسلحة	غير مستخدمة	تصنع خرسانة جسم الأنبوب والقطع الخاصة والوصلات من الأسمنت المقاوم للكبريتات وتتبع إحدى الطريقتين التاليتين في وقاية السطح الداخلي تبعاً لخصائص السائل المنقول: **الطريقة الأولى:** تتم تكسية السطح الداخلي بشرائح دقيقة من البلاستيك (بولى كلوريد الفينيل) سمكها لا يقل عن 2 ملليمتراً مثبتة على كامل المحيط الداخلي للأنبوب (360°) . **الطريقة الثانية:** يتم دهان السطح الداخلي بكاملة بثلاث طبقات من إيبوكسى قطران الفحم بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.
خرسانة مسبقة الإجهاد ذات أسطوانة داخلية من الصلب	لا تحتاج إلى وقاية	تتبع إحدى الطريقتين التاليتين لوقاية السطح الداخلي: **الطريقة الأولى:** تصنع خرسانة القطع الخاصة وخرسانة التبطين الداخلية للإسطوانه الصلب للأنبوب من الأسمنت المقاوم للكبريتات مع اتباع أحد الإجراءين التاليين تبعا لخصائص السائل المنقول: [1] تكسية السطح الداخلي بشرائح دقيقه من البلاستيك (بولي كلوريد الفينيل) سمكها لا يقل عن 2 ملليمترا مثبته على كامل المحيط الداخلي للأنبوب (360 °) . [2] دهان السطح الداخلي بكاملة بثلاث طبقات من ايبوكسى قطران الفحم بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع **الطريقة الثانية:** تصنع خرسانة التبطين الداخلية للأسطوانة الصلب للأنبوب من الخرسانة عالية الكثافة والمقاومة باستعمال أسمنت عالي الألومينا بسمك لا يقل عن 35 ملليمتر مع العناية الفائقة في صناعة ومعالجة هذه الطبقة الخرسانية واستعمال الحد الأدنى لنسبة الماء للأسمنت بها

نوع الأنبوب	نوع السائل المنقول	
	مياه الشرب	مياه الصرف الصحي
أسبستوس أسمنتي	☐ لا تحتاج إلى وقاية بصفه عامه ☐ في بعض الحالات قد يقتضي الأمر حماية طبقات الوقاية الخارجية للأنبوب من الانفصال عن جدارها أو ضعف قوة التصاقها به، بفعل المياه المارة داخل الأنبوب والمتخللة لجدارها تحت ضغط. **وتتبع في مثل هذه الحالات إحدى الطريقتين التاليتين:** **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الداخلي للأنبوب والقطع الخاصة بطبقتين من طلاء بيتومينى (P.F.4) بسمك لا يقل عن 300 ميكرون بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع. **الطريقة الثانية:** يدهن السطح الداخلي للأنبوب والقطع الخاصة بطبقه من الإيبوكسى بسمك لا يقل عن 125 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.	يصنع جسم الأنبوب والقطع الخاصة باستعمال الأسمنت المقاوم للكبريتات، ثم تتبع إحدى الطريقتين التاليتين لوقاية السطح الداخلي للأنبوب والقطع الخاصة تبعاً لخصائص السائل المنقول. **الطريقة الأولى:** يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من الإيبوكسى بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع. **الطريقة الثانية:** يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من إيبوكسى قطران الفحم بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف من أي نوع.
فخار مزجج ذاتياً	غير مستخدمة	لا تحتاج الى وقاية
بلاستيك (بولى كلوريد الفينيل غير اللدن)	لا تحتاج الى وقاية	لا تحتاج الى وقاية
بوليستر مسلح بألياف الزجاج	لا تحتاج الى وقاية	لا تحتاج الى وقاية
بولي اتيلين	لا تحتاج الى وقاية	لا تحتاج الى وقاية

الفصل السادس
الأعمال الترابية
حفر الأنابيب وتمديدها-الردم واختبار جودة التنفيذ

1-6 مقدمة:

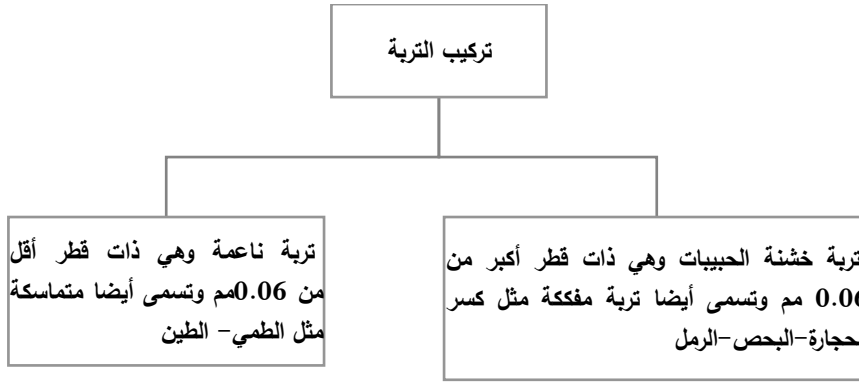
تشمل هذه الأعمال الحفريات اللازمة للخنادق التي ستمدد فيها الأنابيب الجديدة بمختلف أقطارها مع القطع الخاصة وكذلك الحفريات اللازمة للأعمال الملحقة كالدعامات وغرف الصمامات وغيرها.

كما تشمل أعمال فرش الرمل والردميات اللازمة قبل وبعد تمديد الأنابيب حسب المخططات المرفقة وترحيل نواتج الحفريات الفائضة إلى خارج حدود المدينة وحسب موافقة مهندس الإدارة.

أقسام التربة:

تتكون التربة أساساً من مواد معدنية تكونت من تفكك الصخور وتحللها باختلاف أنواعها سواءً أكانت صخور بركانية أو صخور رسوبية أو صخور متحولة، تفتتت بسبب العوامل الجوية مثل الرياح أو الأمطار أو عوامل كيميائية كتأثرها بالأحماض العضوية الموجودة في الأرض أو تحلل النباتات أو الحيوانات بفعل تغير درجات الحرارة، فمنها ما بقي في مكانه وسميت بالتربة الباقية ومنها ما انتقل بفعل الرياح أو الأمطار إلى مكان آخر وسميت بالتربة المنقولة.

تقسم التربة تقسيماً هندسياً باعتبار عاملين رئيسين وهما: الأول-حجم الحبيبات.



الثاني–قوى التماسك بين الحبيبات.

فإذا أخذنا في الاعتبار العامل الأول فإن تقييم التربة يكون على النحو الآتي:

1- طين.

2- طمي.

3- رمل.

4- بحص.

5- كسر الحجارة.

أما إذا أخذنا في الاعتبار العامل الثاني فإن تقسيمها يكون على النحو الآتي:

1- تربة مفككة:

وتشمل الرمل والبحص وكسر الحجارة.

2- تربة متماسكة:

وتشمل الطين والطمي.

والجدول (5-1) يوضح تقسيم التربة حسب حجم الحبيبات أو حسب نوع قوى التماسك بين تلك الحبيبات.

الجدول (5-1) تقسيم التربة حسب حجم الحبيبات أو حسب نوع قوى التماسك بين تلك الحبيبات

حجم الحبيبات (مم)	النوع	التسمية	المجموعة
0.002-0.001	طين	طين	تربة متماسكة
0.006-0.002	طمي	طمي ناعم	
0.02-0.006		طمي متوسط	
0.06-0.02		طمي خشن	
0.06-0.02	رمل	رمل ناعم	تربة مفككة
0.06-0.2		رمل متوسط	
2-0.6		رمل خشن	
2-6	بحص	بحص ناعم	
6-20		بحص متوسط	
20-6		بحص خشن	
60-200	حجارة	حجارة	

2-6 أعمال الحفر:

يقصد بها عملية تفكيك التربة أو الصخور ونقلها من مكانها الأصلي في موقع الحفر إلى الأماكن المطلوب ردمها أو إلى الأماكن المخصصة للتخلص من الأتربة الزائدة.

1-2-6 أنواع عمليات الحفر:

تقسم عمليات الحفر على حسب المواد المنقولة المكونة للتربة وهي كما يأتي:

1) المواد الصخرية:

ويطلق عليها صخور صم وغالبا ما تستخدم طريقة التفجير في تفكيك هذه المواد وثم تحمل باستخدام معدات حفر مخصصة، وتنقل على مركبات أو أي وسيلة أخرى.

2) كسر الحجارة

كسر الحجارة هي عبارة عن الصخور المتآكلة نتيجة عوامل التعرية أو بعض المؤثرات العضوية أو تكون خليطا من التربة والصخور وتحفر باستخدام معدات مخصصة للحفر من دون اللجوء إلى عملية التفجير.

3) المواد العادية:

يقصد بهذه المواد أي نوع من الأنواع الأخرى من التربة غير التي ذكرت من قبل وتحفر بمعدات الحفر المعروفة من دون اللجوء إلى استخدام المواد الناسفة.

1-1-2-6 تكلفة الحفر:

تتم المحاسبة على الحفر على أساس سعر المتر المكعب مضروباً في كميات الحفر التي تقدر بتكعيب الأماكن الأصلية التي كانت تشغلها والتي تم حفرها. على أن يشمل السعر تفكيك التربة وتحميلها ونقلها وفرشها أو ردمها في أماكن الردم المقترحة وأحيانا يشمل سعر الحفر بعض عمليات إخلاء وإعداده الموقع أو تسوية ميول الحفر والردم.

2-1-2-6 نقل مواد الحفر:

بعد إتمام عملية الحفر يتم نقل مواد الحفر بعيداً عن مكان المشروع أو تنقل إلى مناطق الردم في المشروع نفسه. ويستخدم في نقل ناتج الحفر قلا بات خلفية أو عربات تفريغ سفلي. تصنف هذه العربات بالمواصفات الآتية:

1) سعة المحرك ونوعه. 2) عدد الإطارات.
3) عدد المحاور (ثنائية– أحادية). 4) نوع التفريغ (جانبي–خلفي–سفلي).
5) نوع المواد المنقولة (تربة – صخور– فحم .....).
6) سعة الصندوق (طن– $م^3$). 7) طريقة التفريغ.

ولا ننسى في هذا المجال أن ننبه إلى أن هناك العديد من العوامل التي تؤثر في نقل الأتربة، فمنها على سبيل المثال حجم المشروع وطبيعة التربة والظروف الجوية ومهارة العاملين في تشغيل المعدات والمشرفين عليها.

فلذلك يصعب تحديد النوع المناسب لأي موقع، ولذلك لابد من أخذ هذه العوامل في الاعتبار التي تختلف باختلاف المشروع.

2-2-6 أعمال الحفر اللازمة لتمديد شبكات المياه والصرف الصحي:

تعد أعمال الحفر اللازمة لتمديد شبكات المياه والصرف الصحي تحت الطرق من الأعمال الأساسية التي لابد منها. ويقصد بأعمال الحفر هنا هو عمل مجرى خاص لهذه الخدمات بمواصفات محددة لهذا الغرض بوساطة معدات مخصصة لذلك.

تعد أعمال الحفريات الأكثر كلفة في أعمال التركيب لأنابيب المياه ويجب تنفيذها بأقل كلفة ممكنة . وتجري معظم هذه الحفريات بوساطة الحفار الهيدروليكي (الباكر) وهي معدات سهلة الحركة والتشغيل وتمنح القدرة على التحكم بطريقة ممتازة، ويجب اختيار حجمها بما يتناسب وحجم الأنابيب المراد تركيبها فالحفارة الكبيرة جداً سوف تتسبب بتلف أكبر مما هو ضروري بينما تنجز الحفارة الصغيرة العمل ببطء شديد. هذا ويجب ثلم الشوارع الإسفلتية والإسمنتية مسبقاً باستخدام المطرقة الهوائية أو المنشار ذي الحد الماسي وهذا يقلل من إلحاق الضرر بالشوارع ويقلل بالتالي من الكمية الواجب استبدالها من الشارع، ويفضل قيام شركات متخصصة بهذه الأعمال لما في ذلك من توفير مادي، ويجب عدم استخدام قطع الأسفلت و الإسمنت الكبيرة في طمر الحفريات، ومن الأفضل أن يكون هناك سيارة شحن بالجوار لنقل مخلفات الحفريات من الأسفلت والإسمنت إلى منطقة بعيدة وذلك تجنبا للتعامل مع هذه المخلفات مرتين ، أما إذا استخدم حفار دوار فقد ينتج عن ذلك مخلفات وأنقاض صغيرة يمكن استخدامها كطبقة ردم عليا.

تنفذ الحفريات الترابية أو الصخرية أو المتضمنة للماء في أرض مهما كان نوعها ومهما بلغت درجة صلابتها وبحسب نسب الصخر المذكورة في جدول تحليل الأسعار سواءً كان الحفر بالأيدي العاملة أم بوساطة الآلات الميكانيكية على أن تنفذ الحفريات بموجب القياسات والشكال المحددة بالمخططات وحسب الحاجة التي يقتضيها المشروع على أن تكون الحفريات مستقيمة والمنحنيات صحيحة، ويكون عرض الحفريات متناسباً وأقطار الأنابيب.

تمدد هذه الخدمات تحت الطرق بطريقتين رئيستين هما:

1- طريقة الخندق المفتوح.

2- طريقة الثقب الأفقي.

ويعتمد اختيار الطريقة على نوع الخدمة واتجاهها بالنسبة للطريق، وتعد الأحوال الطبيعية والناحية الفنية والاقتصادية من الأمور التي لها دور كبير في ذلك.

6-2-2-1 الخندق المفتوح:

تحفر الخنادق المفتوحة أو ما يسمى بخنادق الأنابيب بحسب المخططات النهائية للأنابيب بحيث تكون مستقيمة ومنتظمة المنحنيات والمنحدرات طبقا للرسومات التصميمية. وقبل البدء بالعمل لابد من توفر جميع المواد والمعدات اللازمة لهذه الطريقة.

يمكن تلخيص عملية الإنشاء بالمراحل الآتية:

المرحلة الأولى: إعداد الموقع

1- قبل البدء بأعمال الحفريات: يلزم التأكد من توفر التراخيص الخاصة بالحفر جميعها، والمواد والمعدات اللازمة للعمل، ويتحمل المقاول جميع المخالفات في حال بداية العمل من دون تلك التصاريح. ويجب عليه أن يستعلم عن أماكن الكابلات الكهربائية والهاتفية وتمديدات المياه والصرف الصحي وكل شيء مدفون في الأرض، لتجنب الحوادث والأضرار التي قد تحدث لهذه التمديدات أثناء الحفر. والمقاول هو المسؤول الوحيد عن جميع الأضرار التي تحدث من إجراء الحفر إن كانت خسائر مادية أو إنشائية أو خلافه، وعلى المقاول وضع الحمايات اللازمة من حواجز وحبال ولوحات إعلامية حول الحفريات لتنبيه المواطن وحمايته، ووضع الجسور فوق الحفريات في الأماكن

المناسبة لتسهيل مرور المواطنين، كما يجب عليه أخذ الاحتياطات اللازمة لمنع حدوث أي أضرار للمواطن من جراء الحفريات وتنفيذ الأعمال أو أية عرقلة للسير. وقبل بدء المقاول في قطع الشوارع الرئيسة التي تعترض مسار الحفر يجب أخذ موافقة إدارة المرور المختصة قبل العمل مباشرة، ولا يتم بأي حال من الأحوال إجراء أي حفريات لتمديد الخدمات من دون الحصول على تراخيص بذلك من مكتب التنسيق والمتابعة بالأمانة أو البلدية. ويقوم المقاول بتقديم الخرائط التنفيذية موضحاً عليها الموقع والخدمة المطلوبة والعروض والأعماق المطلوبة، كما يقدم برنامج زمني لأعمال الحفر.

2- إعلام المالكين والجمهور: قبل البدء بأعمال الحفريات يجب إعلام أصحاب الممتلكات المجاورة وبيان تفاصيل الأعمال التي ستتم بالجوار وتوقيتاتها، فبعض هؤلاء ينزعجون بسبب تعطيل أو إغلاق أو التسبب باتساخ مداخل بيوتهم ومواقف سياراتهم لمدة من الزمن، وهذه التوقيتات لا تتناسب بالتأكيد مع أوقات الاحتفالات والمناسبات الاجتماعية لأصحاب الممتلكات ولذا يجب إعطاؤهم فترة كافية من الوقت لعمل برامجهم الشخصية، إضافة إلى إعطائهم الوعود بأن كل شيء سيعود إلى ما كان عليه وحسب المواصفات وضمن الوقت المحدد، كما يجب إعلام الجمهور مسبقا بالعمل المنوي القيام به ومبرراته، وتعد هذه فرصة للتعويض عن الإزعاج حيث يتم إعلام الجمهور بالفوائد المجنية من المشروع من أنظمة إطفاء وتحسين ضخ المياه بعد انتهاء هذه العمليات المزعجة قليلا، كما يتم النشر عن المشروع في الجرائد المحلية وتوضع الإشارات الإرشادية والتحذيرية للمشاة وللسائقين في منطقة العمل قبل بدئه بحوالي أسبوع .

3- تسجيل أحوال الموقع قبل البدء بالعمل: إذا كان موقع العمل في المدينة فإن من المحبذ أخذ مجموعة من الصور الفوتوغرافية على طول خط البناء قبل بدء العمل وتسجيل تواريخ أخذها، ويجب الانتباه وبشكل خاص إلى تسجيل أحوال الممرات الجانبية والسياجات والأشجار والشجيرات، فإذا كانت هناك ادعاءات بأن الموقع لم تتم إعادته إلى وضعه الأصلي بالشكل الصحيح فإن الصور تساعد في الإثبات بأن سياج المالك مثلا كان مكسورا قبل بدء العمل، أو على العكس ، بأن التلف الناجم

كان أكثر مما هو متوقع ويجب بالتالي إعادة الوضع إلى ما كان عليه قبل بدء العمل.

4- تجهيز المخططات اللازمة لأعمال التمديدات وكذلك مخططات الخدمات الأخرى التي قد تعترض الخندق مثل تمديدات خطوط الكهرباء والتلفونات وأنابيب المياه والصرف القديمة ثم القيام بتوقيع أماكنها على مخططات الموقع بالتحديد حتى تتفاداها معدات الحفر. ويعد المتعهد هو المسؤول الأول عن سلامة خطوط هذه الخدمات فعند حدوث أي قطع أو تلف لهذه الخدمات فيجب إبلاغ الجهات ذات العلاقة حتى تقوم بإصلاحها على نفقة المتعهد مع دفع غرامة الأضرار والتعطيل لهذه الخدمات.

يجب الإبقاء دائما على مسافة فاصلة بين خطوط المياه الرئيسة وخطوط الصرف الصحي، فالنظرية السائدة هي احتمال حدوث تسربات من خطوط الصرف الصحي تؤدي إلى تشبع التربة المجاورة بمخلفات الصرف الصحي، فإذا تزامن هذا مع وجود تسرب في خطوط المياه القريبة بحيث تصبح خطوط المياه منخفضة الضغط، أدى ذلك الى شفط مخلفات المياه العادمة إلى داخل هذه الخطوط.

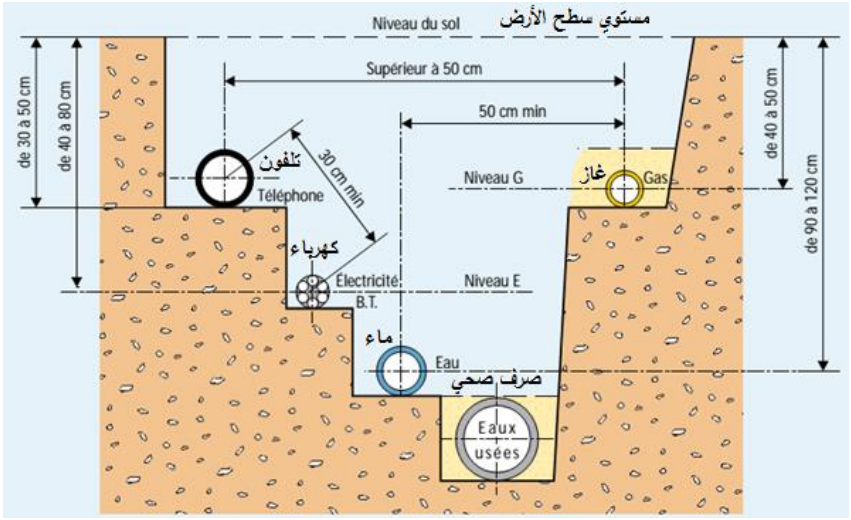
تنص القاعدة العامة على ضرورة كون المسافة الأفقية الفاصلة بين الخطوط الرئيسة للمياه وخطوط الصرف الصحي (3 متر) على الأقل وأن يكون خط المياه على ارتفاع (0.3 متر) فوق خط الصرف الصحي الشكل (6-1).

5- تجهيز الموقع وتنظيفه وإزالة العوائق باستبعاد الأشياء المعوقة للإنشاء خارج الموقع.

6- تجهيز جميع المواد المطلوبة للإنشاء مثل:

- الأنابيب وملحقاتها.
- المعدات المطلوبة في أعمال الحفر والردم والتمديد.

7- وضع الحواجز اللازمة لمنع العربات والأفراد وتأمينهم من الحوادث وعمل التحويلات المرورية والتحذيرية والحواجز والإنارة الليلية حسبما ورد في المواصفات والشروط المطلوبة. وعليه اتباع الخطوات الآتية:



الشكل(6-1)

a) وضع لوحة إرشادية بأبعاد (60 X100)سم على أول الحفرية وآخرها وعند التقاطعات الرئيسة، ويكتب على اللوحة المعلومات الآتية:

- اسم الشركة أو المؤسسة المنفذة ورقم هاتفها والجهة التابعة لها.
- اسم الاستشاري ورقم المشروع.
- رقم هاتف مكتب التنسيق والمتابعة أو الجهة التنسيقية المسؤولة.

b) تقسيم مناطق الحفريات في الطريق إلى (منطقة تحذير إشعار متقدم – منطقة حماية منطقة عمل – منطقة إعادة المرور إلى حالة الطريق العادي).

c) توزيع اللوحات الإرشادية على طول الحفر بالمسافات المناسبة لكل عمل وبأماكن ظاهرة.

d) عدم خروج ناتج الحفر (الأتربة) أو المعدات عن العرض المسموح به في الرخصة.

e) الإضاءة الليلية الجيدة ووضع الأسهم المضيئة والعلامات الفسفورية العاكسة وإضاءة الفليشر عند بداية مكان العمل ونهايته.

f) مراعاة رش الأتربة ونواتج الحفر بالماء في أثناء العمل منعاً لإثارتها لئلا تتسبب في منع الرؤية.

g) وضع أجهزة امتصاص الصدمات في الأماكن التي يحتمل وقوع اصطدام مثل أعمدة جسر أو أعمدة إنارة.

h) استخدام الحواجز الخرسانية المطلية بألوان أو شرائط عاكسة في الموقع بالشوارع الرئيسة.

i) يلتزم المقاول بأن يزيل الأتربة وناتج الحفر في نهاية يوم العمل، ولا يتم وضعه بجانب الحفر، وأن يحافظ على نظافة الموقع.

j) في الطرق السريعة يجب أخذ احتياطات أكثر بالنسبة لوضع العلامات والمسافة اللازمة قبل موقع العمل.

k) وضع جسور لعبور المشاة بحيث لا تتجاوز المسافة بين كل جسرين 100 متر في حالة الشوارع الآهلة بالسكان و200 متر للأماكن غير الآهلة بالسكان.

المرحلة الثانية: الرفع المساحي للمنطقة وتحديد موقع الخندق عليها

1- يحدد منسوب ثابت على الأرض وهو ما يسمى بالروبير وذلك باستعمال جهاز الميزان المساحي ليمكن تحديد مناسيب الأرض على طول محور الخندق ومن ثم تحديد عمق الحفر المطلوب للخندق.

2- يحدد محور الخندق بوساطة جهاز التيودوليت والشواخص والخيوط، ثم يتم تخطيط المحور على الأرض.

3- عمل ميزانية طولية لتحديد مناسيب الأرض الطبيعية على المحور.

4- تحديد عرض الخندق على جانبي المحور استعداداً للحفر باستخدام الشريط للقياس والخيط والشواخص.

5- في حال التخطيط على طبقة الإسفلت السطحية يستخدم المنشار الكهربائي للقص في الطبقة الإسفلتية قبل بدء الحفر.

ويبين الشكل (6-2) طريقة توقيع محور الخندق على الأرض الطبيعية باستخدام التيودوليت والشواخص والخيط بين النقطتين A و B.

الشكل(6-2) توقيع محور الخندق على الأرض الطبيعية

المرحلة الثالثة: البدء في الحفريات

1- عند البدء في حفر الخندق بواسطة المعدات المخصصة لذلك لابد من مراعاة دعم الحفريات من الانهيار ومراقبة جوانب الحفر أثناء عملية الحفر.

2- يدق في جوانب الحفر (علامة) حديد على العمق المطلوب ثم يشد خيط بين هذه العلامات حتى يأخذ القاع الميل المطلوب تبعا لميل محور خط الأنابيب في حال تمديد أنابيب الصرف.

3- قد تواجه حفريات خطوط المياه الرئيسة صخوراً كبيرة أو سلسلة صخور طينية أو صخوراً صلبة، وهذا يتطلب تحديد احتمالية عدم القدرة على دفن الخط الرئيس إلى العمق المطلوب بدون الحفر في الصخور لأن لذلك أثراً كبيراً في كيفية تقدم العمل، وأسهل طريقة هنا هي حفر ثقوب على مسافات متساوية للفحص أو إجراء حفريات سريعة باستخدام حفار الباكر على امتداد موقع الحفريات. وعند الحاجة إلى أعمال الحفريات بوساطة التفجيرات فيجب إناطة هذه الأعمال وحصولهم على التأمين اللازم، أخذين بعين الاعتبار حتمية الإبقاء على سجلات بالتفجيرات جميعها وأوقات حصولها لمواجهة أي ادعاءات بحصول أي دمار نتيجة هذه التفجيرات.

4- هناك أنواع من التربة التي لا ينصح بأن تحيط بأنابيب خط المياه الرئيسة مثل تربة أنقاض مناجم الفحم والرماد والطين الكبريتي ومخلفات المناجم ومخلفات المصانع وتربة مكب النفايات. في حال مواجهة مثل هذه الأنواع من التربة فيجب إجراء الحفريات لمستويات لا يبقى معها أي أثر لهذه التربة والتخلص منها بالطرق السليمة، وبعد تمديد الأنابيب يجب ملء الحفريات بالمواد المناسبة والتي يتم توريدها إلى موقع العمل.

5- إذا كان مستوى المياه الجوفية في منطقة العمل أعلى من مستوى أرضية الخندق ، فإن المياه الجوفية سوف تملأ الخندق .تعد محاولة تمديد أنابيب المياه تحت الماء من الأعمال الصعبة وقد تؤدي إلى مشاكل تسرب المياه من نقاط التجميع والوصول للأنابيب وذلك لدخول الأجسام الغريبة مثل الطمي والأوراق ومواد أخرى واستقرارها تحت حشوات الوصلات بشكل غير متعمد، إضافة إلى العمل في الأراضي المشبعة بالمياه تعد من الأعمال الصعبة لوجود احتمالية كبيرة لانهيار الخندق، هذا و يتذبذب

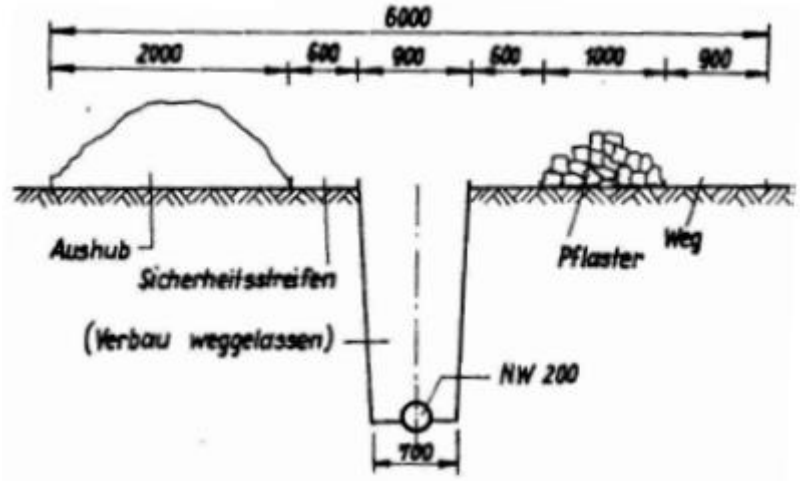
في بعض المناطق منسوب المياه الجوفية خلال السنة ويجب اختيار الأوقات الجافة لتحاشي الصعوبات الناجمة عن المياه الجوفية. و إذا دعت الضرورة إلى عمل تمديدات الأنابيب تحت مستوى المياه الجوفية، فإن الممارسة المعتادة هي أن يتم ضخ المياه الجوفية قبل بدء الحفريات بحفر أبار ذات مستوى أقل من مستوى قعر الخندق ووصل الآبار بنظام مشعب ومضخات ومن ثم ضخ المياه باستمرار إلى أن تصبح عمليات الحفر أمنة، ويجب استشارة السلطات المحلية المسؤولة حول التخلص من المياه المضخوخة، علماً بأن عملية نزح المياه مكلفة ومن شأنها أن تزيد الكلفة الكلية لتركيب الخطوط الرئيسة ولذا يجب أخذها بعين الاعتبار قبل البدء بأي عمل.

6- يراعى في أثناء الحفر أماكن خطوط الخدمات السابق تحديدها من الخرائط الخاصة بها والتي يجب تخطيط موقعها على الأرض في أثناء عملية التخطيط وقبل البدء في إجراءات الحفر.

7- عند إجراء عمليات الحفر لخنادق الأنابيب فإن المواد الناتجة عن هذه الحفريات يجب أن تكدس بجانب الخندق على طرفه الأسفلتي مما يوفر الحماية للعمال والخندق من حركة السيارات ويبقى معدات الردم على الشارع مما يقلل من الضرر الناجم عن استخدامها. ويجب الإبقاء على مسافة ما بين الأكوام والخندق بحيث تسمح هذه المسافة لسير العمال على جانب الخندق وتمنع سقوط الأكوام فيه، هذا ويجب الاهتمام بحقيقة أثر وزن الأكوام القريبة من الخندق على احتمالية انهيار جوانبه، والقاعدة العامة تقضي بأن توضع الأكوام على مسافة (0.6 م) عن حافة الخندق البالغ عمقه (1.5 م) وحوالي (1.2 م) للخنادق الأعمق. وهناك فوائد أخرى للإبقاء على مسافة بين الأكوام والخندق مثل الحيلولة دون سقوط المشاة في الخندق أو تسبب المشاة في سقوط الأوساخ على العمال المتواجدين في الخندق بشكل غير متعمد شكل (6-2').

8- على المقاول أن يتخذ كافة الإجراءات اللازمة للتصرف بالأتربة المستخرجة من الحفريات فيترك قرب موقع العمل ما هو لازم وصالح لإعادة ردمه فيه ويستعمل المتبقي في المناطق المحتاجة للردم ضمن المشروع، وما زاد عن ذلك أو ما هو غير صالح للاستعمال في أشغال الردم يرحله المقاول إلى خارج الموقع حسب تعليمات

المهندس المشرف إلى خارج الموقع بأي وسيلة لئلا يؤدي تركه إلى إرباك عملية المرور. أما في حال الإنشاء على طرق لم تستخدم بعد فيتم إبعادها عن مكان الحفر لئلا تربك العمل ثم تنقل الأتربة بعد ذلك ضمن أعمال التسوية التابعة للطريق..



شكل (6-'2) توضع أكوام الردم بجانب الخندق

9- يجب أن يتم حفر الخندق بدقة قدر الإمكان ليطابق المنسوب الذي تم تحديده ويعطي أرضية مستوية ومستمرة، وتوفر الأرضية المستوية الصلبة الدعم للأنابيب

10- يراعى عند الحفر ما يأتي:

- أن تكون أبعاد الحفر مطابقة للتخطيط تماماً مع مراعاة العرض الأدنى للخندق المحدد من الجهة المشرفة على المشروع.
- يجب أن يكون قاع الحفر مستوياً ومنسوبه مطابق لمنسوب التأسيس المتفق عليه في المخططات مع التنبيه على الحد الأدنى للعمق المحدد وتنفذ الحفريات حتى المنسوب المطلوب وبدون زيادة وفي حالة زيادة الحفر عن المنسوب اللازم على المقاول إصلاح الخطأ بالطريقة التي يحددها المهندس المشرف من جهة الإشراف.
- ينبغي دعم جوانب الحفر لمنع انهيارها وإبقاء الدعامات حتى الانتهاء من تنفيذ التمديدات اللازمة والبدء في إزالتها بالتدريج مع الردم على طبقات كما يأتي فيما بعد.
- يفضل استخدام المعدات الميكانيكية المناسبة تبعاً لطبيعة التربة.

- إذا زاد عمق الحفر عن الأعماق التصميمية وجب ملء الزيادة في الحفر بخرسانة عادية لضبط القاع على المنسوب المطلوب.
- لا يباشر المقاول وضع انابيب الخدمات وغيرها من الأعمال قبل أن يقوم المهندس بالكشف على الحفريات المنجزة، والتصريح له بمباشرة تلك الاعمال.

1) انشاء خنادق الأنابيب:

عند تركيب خطوط الأنابيب فإن تجهيز قاع الحفر وفرشه بالرمال له أهمية كبيرة في المحافظة على سلامة الخط وذلك للأسباب التالية:

- تقليل الإجهادات الواقعة على الأنابيب لزيادة الأمان.
- منع تحرك الأنابيب باتجاه سريان المياه والذي يعرضها إلى قوة كبيرة قد تؤدى إلى كسرها.
- حماية الأنابيب من حدوث كسر أو خدش خارجي نتيجة وجود الحصى أو الحجارة.

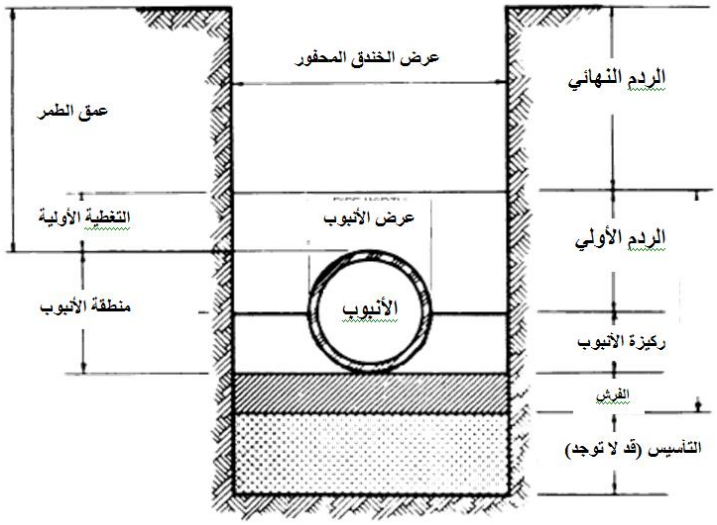
الخندق القياسي:

يتم في الغالب دفن أنابيب الشبكة في خنادق تحت الارض من أجل حمايتها من الاضرار والكسر الذي قد تسببه أحمال المرور وكذلك حمايتها من التجمد الذي ينتج عن الانخفاض في درجات الحرارة

يعبر الشكل التالي عن مسميات ومصطلحات طبقات الردم للأنبوب، يجب أن تكون أبعاد الخندق كحد أدنى كما هو مبين بالشكل (6-3).

حيث يتكون قطاع خندق الحفر من الطبقات التالية:

1- طبقة التربة الأصلية (قاع الخندق).
2- طبقة الأساس (حجر مكسر).
3- طبقة منطقة الأنبوب (تراب منخول أو رمل ناعم نظيف).
4- طبقة جسم الخندق (نواتج الحفر– التربة المستصلحة – حفر الإستعارة– بقايا المقالع – حجر مكسر).
5- طبقة السطح (الإسفلت).



شكل (6-3) الخندق القياسي

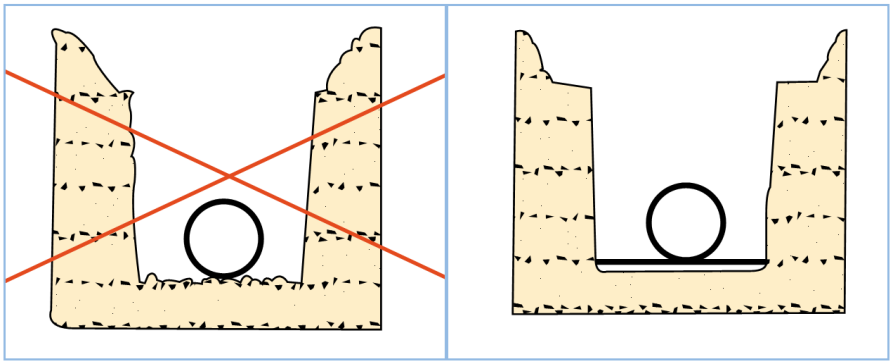
وليس للمهندس الحرية المطلقة في اختيار مواد الردم، بل إن الناحية الاقتصادية والإمكانيات المحلية لهما شأن هام في تحديد التربة التي ستستخدم في الردم وعليه اختيار أنسبها وأقربها إلى مسار الخطوط والاستفادة منها لأقصى الحدود في أعمال الردم. ويُستفاد عادةً من نواتج الحفر السابق الزائدة ما لم يثبت عدم مناسبتها مطلقاً لأعمال الردم.

- **أساس الخندق:**

بعد إنجاز الحفريات اللازمة لتمديد الأنابيب و استلامها من قبل مهندس الإدارة و بعد التأكد من مطابقتها للشروط و أخذ قياساتها يطلب من المتعهد المباشرة بفرش طبقة من الرمل بسماكة /10/ سم تحت الأنابيب، وهي الطبقة التي توضع تحت جسم الأنبوب ، وتبعاً لتربة القاع ولنوعية الأنبوب ووزنه يمكن أن تكون من المواد الحبيبية (الرمل/ البحص الصغير) أو من البيتون ، و يجب أن يكون الرمل من منشأ كلسي و خالي من البحص و المواد الغريبة أو العضوية التي قد تؤثر على مادة الأنبوب و بذرات تتراوح بين (0.1-5) مم، و بعد فرش طبقة الرمل و تسويتها يباشر المتعهد بأعمال تمديد الأنابيب.

وتقوم هذه الطبقة بعدة وظائف أساسية يجب أن تحققها من خلال نوعيتها وسماكتها أهمها:

- توفير طبقة داعمة ساندة للأنبوب يتم بواسطتها توزيع الضغط ويجب ألا يستند الأنبوب على الوصلة كدعامة له.
- نظراً لأن قاع الحفر لا يمكن أن يكون مستوياً تماماً فهي تساعد على تحقيق المناسيب والميول التصميمية للأنبوب أثناء التركيب وبعده.
- يوفر السرير قوة مقاومة تضاف إلى مقاومة الأنبوب ليعملا معاً على مقاومة الأحمال الخارجية شكل (4-6).

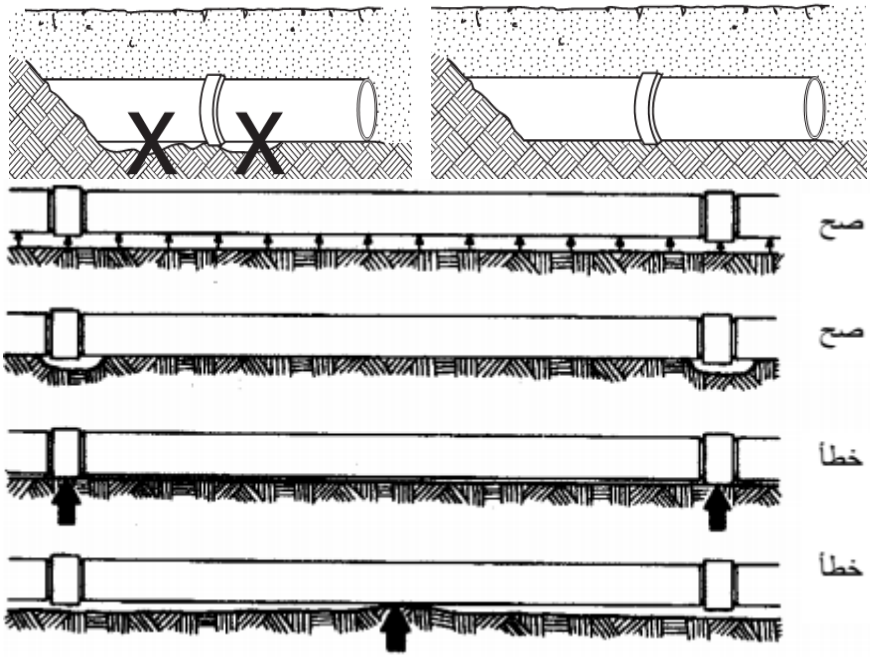


شكل (4-6) سرير الأنبوب

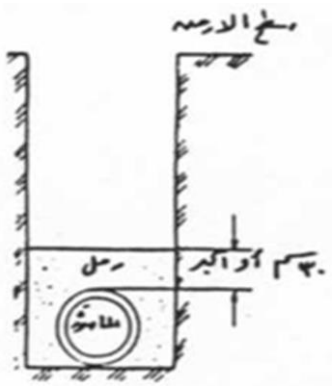
يجب أن تكون أرضية الخندق مستوية بحيث يكون جسم الأنبوب ثابتاً ومدعوماً على امتداد طوله. ويتم استخدام لوح تسوية لفحص استواء أرضية الخندق وكشف أماكن الارتفاع أو الانخفاض. ويبين الشكل (5-6) الوضع الصحيح للأنابيب حيث يجب تحاشي تركيز الوزن على الأطراف الواسعة للأنابيب، ويتم عادة حفر باليد تحت النهايات الواسعة للأنابيب وذلك للغرض المذكور سابقاً إضافة إلى توفير الحيز الكافي لتنفيذ عملية وصل الأنابيب.

يجب أن يكون عرض الخندق كافياً لوضع ورص مادة ردم منطقة الأنبوب وعند وجود صخور أو قشرة جوفية صلبة أو تربة ناعمة أو غير متماسكة أو غير مستقرة في قعر الخندق، يصبح من الضروري تعميق طبقة الوسادة أكثر للوصول إلى دعم طولي مناسب ومتناسق، ويعود القرار لمهندس المشروع بخصوص الاختيار وفق شدة عدم الاستقرار بين انشاء اساسات خاصة بجعل مادة القعر مستقرة أو بالحفر إلى مسافة أعمق واستبدال التربة بأساس ومد وسادة من الحجارة و الحصى المجروشة يعتمد عمقها على مدى عدم استقرار حالة تربة القعر على أن لا يقل هذا العمق عن 150 مم وان

تؤدي دعماً منتظما ومتصلاً للأنبوب،حيث أن الفرشة الموجودة تحت الأنابيب تهدف إلى توفير الحماية الدائمة لخطوط الأنابيب فإنه يجب مراعاة حالة الأرض وحالة الأحمال التي تتعرض لها الأنابيب في الموقع وفق ما يلي:



شكل (6-5) الوضع الصحيح لاستناد الأنبوب

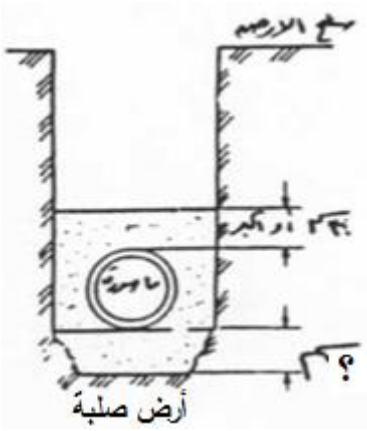


شكل (6-6) استناد الأنبوب في الأرض الطبيعية

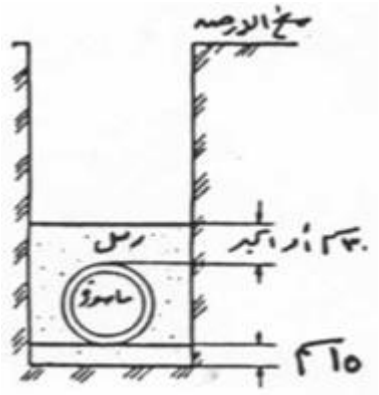
1- في حال الأرض الطبيعية الجافة: عندما تكون طبيعة التربة عادية ناعمة أو رملية فإنه يتم تسوية قاع الخندق تماماً حتى يتم ارتكاز كامل جسم الأنبوب عليه شكل(6-6)

2- في حال الأرض الصخرية الجافة: عندما تكون طبيعة التربة صخرية أو شديدة الصلابة فإنه يجب زيادة عمق خندق الأنابيب 15 سم وإعادة ردمه مع الرص والرش والتسوية بمواد ردم مختارة ناعمة أو متدرجة إذا توافرت في التربة الناتجة عن الحفر أو توريد رمال ناعمة نظيفة، وتستخدم أدوات الرص الميكانيكية أو اليدوية شكل (6-7).

3- في حال الأرض الرخوة أو المفككة: فإنه يُستمر في حفر الخندق وزيادة عمق الحفر حتى الوصول إلى منسوب الأرض الطبيعية الصلبة ثم يُردم هذا العمق الزائد من الحفر إما بالبيتون الردمي أو بمواد ردم متدرجة مع الرش والرص بمعدات الرص الميكانيكية أو اليدوية والتسوية على طبقات حتى يتم الوصول إلى عمق الخندق المطلوب تصميمياً وفق المقاطع الطولية شكل (6-8).



شكل (6-8) استناد الأنبوب في الأرض الرخوة

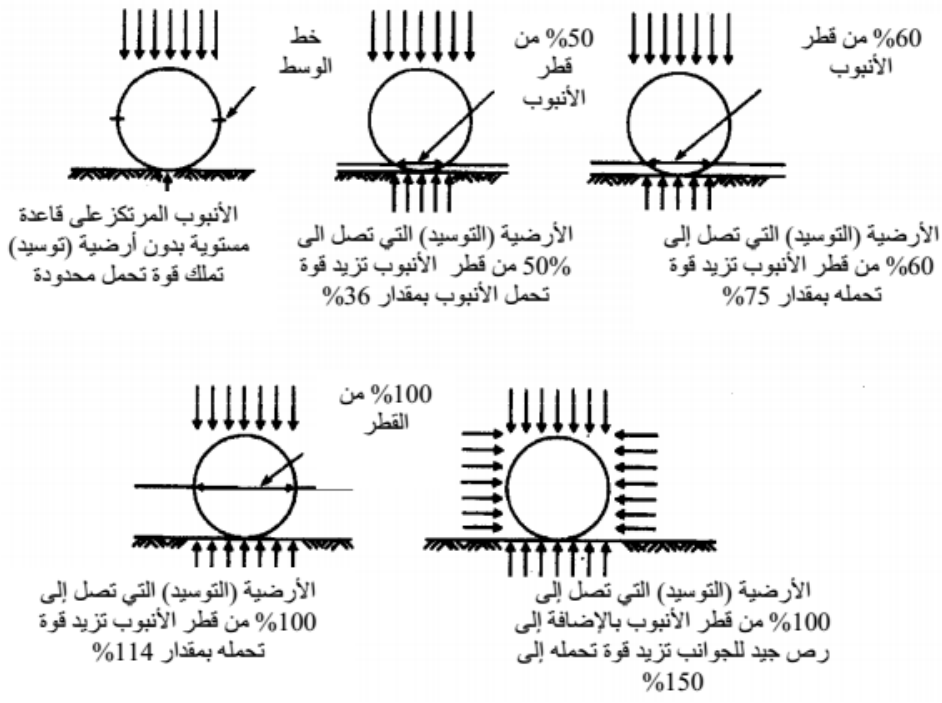


شكل (6-7) استناد الأنبوب في الأرض الصخرية

4- في حال الأرض المحتوية على مياه: عند وجود مياه سطحية ضمن منسوب الخطوط المنفذة يتم الردم فوق الأنابيب بالبحص وحيد التدرج (من أسفل الأنبوب وحتى 30 سم فوق مولده العلوي)، حيث يعمل البحص كشبكة دريناج يتم تصريف نهايتها (أخفض نقطة) إلى أخفض حفرة تفتيش مجاورة بواسطة أنبوب PVC مثقب (دريناج) قطر 150 مم وبطول2 م.

حال الانتهاء من وضع الأنابيب في الخندق، يجب زيادة قوة تحمل الأنابيب من الأوزان وذلك برص الكوم لضغط كبير يؤدي إلى تشويه شكل الأنبوب.

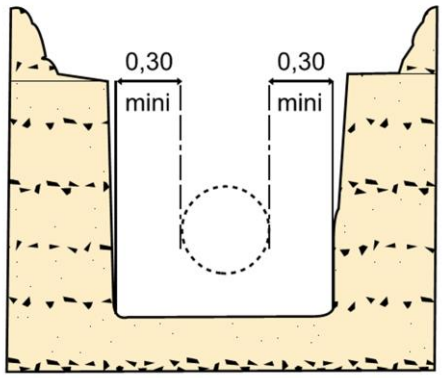
إذا كانت الأرضية مرصوصة حتى خط منتصف الأنبوب فإن الدعم يزداد إلى حد كبير، وإذا كانت الأرضية مرصوصة بشكل تام حول الأنبوب فإن الدعم (زيادة التحمل) سيرتفع إلى 150% شكل (6-9).



شكل (6-9) الاستناد بحا وجود مياه

- **عرض الخندق:**

يعتمد العرض الأمثل لمجرفة الحفر على حجم الأنابيب المنوي تركيبها وعمق الخندق وكذلك الخبرة المحلية المتعلقة بطبيعة التربة في موقع العمل. فمن ناحية يجب أن يكون عرض الخندق صغيراً ليساعد في سرعة العمل والإنجاز والتقليل من الضرر الناجم وإعادة الإصلاح، ومن ناحية أخرى يجب أن يكون عرض الخندق كافياً بحيث يحافظ على بقاء جوانب الخندق ويسمح للعمال بإنجاز العمل بالشكل الصحيح شكل (6-10).



شكل (6-10) عرض الخندق

إن عـرض الخنــدق فــي أعلــى الأنبوب يجب ألا يكون أكبر من اللازم لتـأمين المكـان المناسـب لـربط الأنابيـب فـي الخنـدق ودحـل منطقـة ردم الأنبـوب علـى الاكتـاف، ويتعلـق عـرض الخنـدق تبعاً لقساوة الأنبوب وعمق الطمر.

ويبـين الجـدول(6-1) العلاقـة بـين قطر الأنبوب وعرض الخندق.

الجدول(6-1) العلاقة بين قطر الأنبوب وعرض الخندق

قطر الأنبوب (الداخلي) بالميليمتر	عرض الخندق	
	الأدنى	الأقصى
150	650	950
200	700	1000
250	750	1050
300	850	1150
350	900	1200
400	950	1250
450	1050	1350
500	1100	1400
600	1250	1550
700	1350	1650
800	1500	1800
900	1600	1900
1000	1750	2050
1100	1900	2200
1200	2000	2300
1300	2150	2450
1400	2250	2550
1500	2400	2700
1600	2550	2850
1700	2650	2950
1800	2800	3100
1900	2900	3200
2000	3050	3350
2100	3200	3500
2200	3300	3600
2300	3450	3750
2400	3550	3850

- **عمق الخندق**

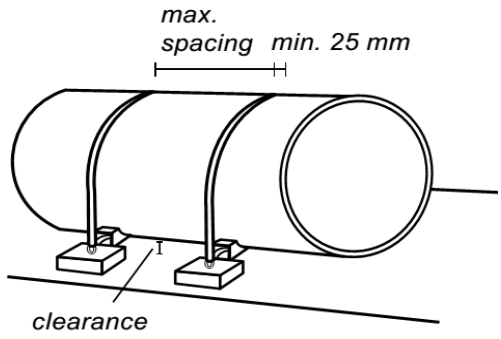
يـتم تحديـد عمـق الخنـدق بأخـذ تصـميم خـط الأنبـوب بعـين الاعتبـار والخدمــة المنشــودة وخــواص الأنبــوب وقياسـه والظـروف المحليـة مثـل خـواص التربـــة وربـــط الحمـــل الســـتاتيكي بالــديناميكي لتوزيــع الأوزان الســطحية وجعـل التـأثير علـى الأنابيـب محـدوداً بحيث تتم حمايته من التلف. والاهتمام بضـمان أن عمـق الطمـر يكفـي لمنـع السوائل المنقولة من التأثر بتغلغل الجليد. تأمين غطاء لمنع طفو الأنبوب العارض في المناطق ذات المياه الجوفية القوية.

يجب مراعاة العمق الأدنى من الغطاء فوق الأنبوب.

- 0.6m دون أحمال مواصلات.
- 1.0m مع حمولة شاحنات.
- 1.5m مع حمولة شاحنات وعند استعمال معدات الدحل فوق الأنبوب.

عنـدما يكـون منسـوب الميـاه الجوفيـة مرتفعـاً ولمنـع الأنابيـب مـن الطفـو يجـب المحافظة على عمق الطمر الأصغري المعادل إلى قطر واحد. توضع طبقة الغطاء قبل

إغلاق أنظمة إزالة المياه الشكل (6-10). وبشكل بديل يمكن معالجة التركيب بتثبيت الأنابيب وفي حال تفضيل التثبيت يجب أن تكون الأشرطة من مادة رقيقة بعرض 25mm توضع على مسافات حدها الأقصى مبين بالجدول (6-2).



الشكل(6-10) تثبيت الأنبوب في حال وجود مياه

الجدول(6-2) العلاقة بين قطر الأنبوب والمسافة الأعظمية بين شريطي التثبيت

القطر الاسمي DN (mm)	المسافة الأعظمية بين شريطي التثبيت (m)
< 200	1.5
200-400	2.5
500-600	4.0
700-900	5.0
≥ 1000	6.0

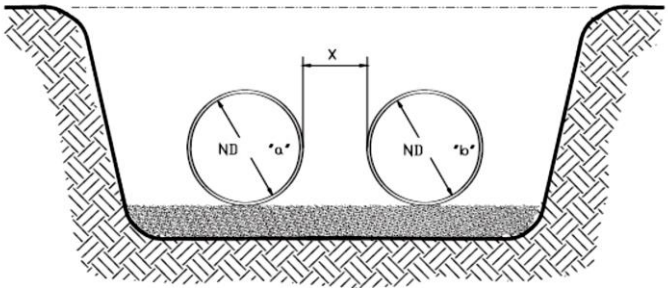
يعتمد عمق الخندق الأعظمي على عمق الطمر المسموح به وبشكل عام تطمر أنابيب الضغط على عمق 3m.

- **الأنابيب المتعددة في خندق واحد:**

عند تركيب أكثر من أنبوب في خندق واحد يجب المحافظة على مسافة دنيا لتأمين مكان عمل كاف لضمان دحل جيد للردميات تحت أكتاف الأنبوب الشكل(6-11) والجدول(6-3).

الجدول (6-3) المسافة بين الأنابيب

القطر الاسمي DN (mm)	المسافة بين الأنابيب X (mm)
200-600	300
700-1200	600
1300-2400	300

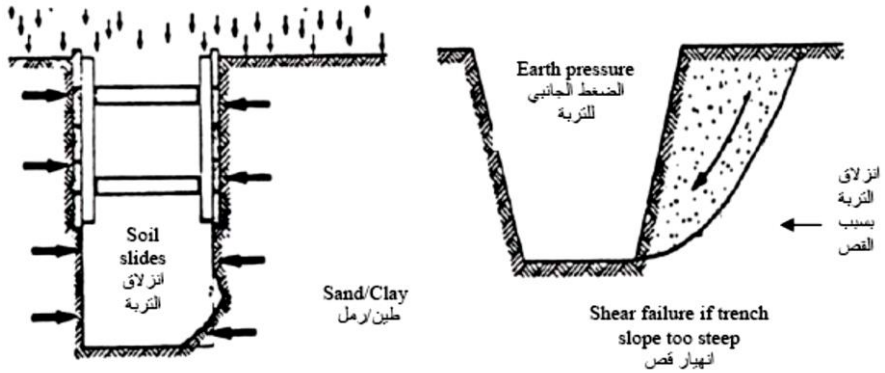


الشكل(6-11) الأنابيب المتعددة في خندق واحد

1) سند جوانب الحفر:

أعمال الحفر في الأعماق الكبيرة أو التربة غير المتماسكة مثل الرمل تستدعي هذه الظروف سنداً لجوانب الحفر حتى لا يحدث انهيار للحفر أثناء العمل. وفي حال إنشاء خنادق الأنابيب يكون عرض الخندق ضيقاً ومحدداً وبالتالي لا يمكن أن يكون الحفر رأسياً بكامل عمق الخندق وهذا الأمر لا يمكن فيه أن تسلم جوانب الخندق من الانهيار.

والشكل (6-12) يبين انهيار القص بسبب أن الميل الجانبي حاد وكذلك التدعيم غير الكافي لجوانب الخندق مما يؤدي في الحالتين لانزلاق التربة.



الشكل(6-12) انهيار القص

وعندما تكون جدران الخندق غير قوية ولا متماسكة، عندها يجب اختيار الطريقة المناسبة لتدعيمها ولإنجاز العمل يجب إتباع إحدى الطرق الآتية:

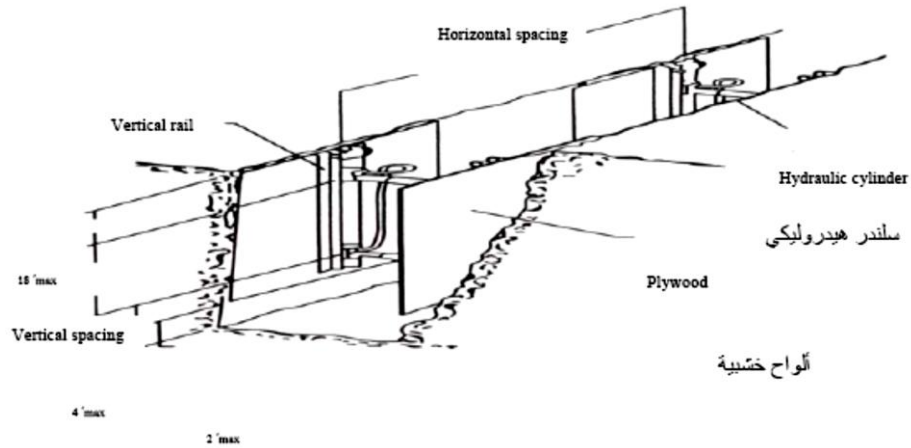
1- توسيع عرض الخندق كثيراً من الأعلى بجعل الجوانب متدرجة أو مائلة ولكن يجب الانتباه إلى أن كميات الحفر الزائدة لن تدفع قيمتها، وستزيد أعمال الردم كثيراً.

2- طريقة سند بألواح أفقية مرتكزة على ركائز رأسية ثم على ركائز أو عارضات أفقية عمودية عليها.

3- طريقة **السند** بستائر رأسية مرتكزة على دعامات أفقية ثم على ركائز أو عارضات أفقية عمودية عليها.

وتستخدم في سند الجدران الأخشاب أو الحديد أو كلاهما معاً حسب عمق الحفر التصميمي، وتعتمد هذه الطرق على نوعية التربة التي نقوم بسند جوانبها وهناك تربة غير متماسكة ومتفككة كالتربة الرملية يلزمها التدعيم وسند جوانب الحفر بأقوى الأساليب المتبعة وهناك تربة متماسكة مع بعضها وقوة تماسكها عالية كالتربة الطينية لها القدرة على تماسك جزيئاتها دون انهيار لأعماق معينة لذلك نعتمد أخف الطرق لسند جوانبها.

ويبين الشكل(6-13) الطريقة الصحيحة لتدعيم جوانب الحفر بالشكل الصحيح حتى لا يتسبب في أي انزلاق في التربة من جوانب الحفر.



الشكل(6-13) تدعيم جوانب الحفر

1- استعمال النظام التدعيمي المعدني الصندوقي Trench Box وهو ممتاز ولكنه مكلف جداً حيث تثبت أنظمة **التدعيم** حتى منسوب رأس (أعلى) الأنبوب للسماح بعدها بإتمام الحفر بالعرض المحدد وصولاً إلى منسوب القاع، وإذا كانت تربة قاع الخندق سيئة أو صخرية يجب زيادة عمق الحفر بمقدار /10سم/ لإعطاء السرير سماكة أكثر لحماية الأنبوب ومن البديهي أن حفرية الخندق يجب أن تكون مطابقة للمقطع الطولي الشكل(6-14).

الشكل(6-14) التدعيم الصندوقي

أسباب انهيار جدران الخندق:

عموما تصنف التربة إلى التربة الطينية والطين القاسي والرمل والطمي ويمكن إجراء الحفريات بسهولة وأمان في التربة الطينية والطين القاسي المنخفض الرطوبة، أما التربة الرملية الجافة فهي بحاجة إلى عناية واهتمام خاص كونها سهلة الانهيار، أما الطين القاسي المبتل فلا يمكن التنبؤ بتصرفه عند الحفر واحتمالية الانهيار فيه مرتفعة.

على الرغم من أن مظهر التربة قد يدل على أنها متماسكة، إلا أن هذا لا يعني أن جدران الخندق لن تنهار، ومن أهم أسباب انهيار الحفريات ما يأتي:

- ضغط الماء المتواجد في التربة.
- ثقل المعدات وأليات الحفريات التي تعمل بالقرب من الحفريات.
- ثقل التربة الناتج عن الحفر المتواجدة بجوار الخندق.
- جدران الخندق الزائدة العمق وبشكل لا يتلاءم مع نوعية التربة.
- التشققات في التربة والتي يكون سببها في العادة تركيب مسبق لخطوط خدمات أخرى كخطوط الصرف الصحي أو خطوط أنابيب الغاز.

يحدث انهيار جدران الخندق في معظم الأحيان في فصل الشتاء وبداية فصل الربيع حيث تكون التربة مشبعة بالماء. وتحدث الانهيارات عادة بشكل مفاجئ ودون

سابق إنذار، ولكن هناك بعض العلامات والدلائل التي تساعد العمال على التنبؤ بقرب حدوث انهيار وهي:

- تشققات في سطح الأرض وبشكل مواز للخندق على بعد 1\2 أو 3\4 عمق الخندق من حافته.
- تساقط التربة من جدران الخندق.
- هبوط سطح الأرض بالقرب من الخندق.
- التغير المفاجئ في لون التربة خلال الحفريات مما يدل على وجود حفريات سابقة في الموقع.

منع انهيار الخندق:

إن عدم وجود الدعامات أو انهيارها هو السبب الرئيس في حالات الوفاة أو الإصابة في الأعمال التي تجري تحت سطح الأرض. ويعد توفير الدعامات لأعمال الحفريات من متطلبات إدارة الصحة والسلامة المهنية والقوانين المعمول بها، وعدم التقيد بهذه التعليمات يؤدي إلى غرامات شديدة وعالية، وتتطلب التعليمات بشكل عام حماية الحفريات التي يزيد عمق الخندق فيها على (1.2– 1.5 م). وهناك خمس وسائل تساعد في عدم انهيار الحفريات وهي: الحفر بجدران مائلة والتدريع والدعم والتصفيح واستخدام الدعائم المعدنية القابلة للطي.

يجب على المقاول، وعلى مسئوليته الخاصة، أن يقوم بإسناد جوانب الحفر منعاً لانهيارها، وذلك لأجل حماية العاملين والأعمال التي في داخلها على حد سواء. ولا يدفع إلى المقاول علاوة أو سعر إضافي مقابل ذلك.

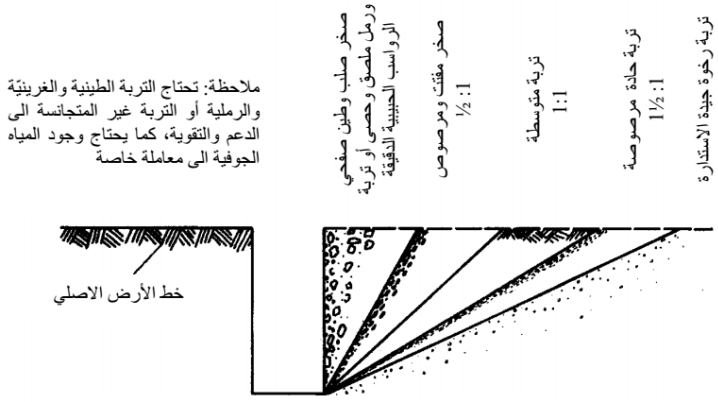
الجدران المائلة التي يتم حفرها بميلان اعتماداً على قوة تماسك التربة، وتتغير زاوية الميلان اعتماداً على نوعية التربة ونسبة الرطوبة فيها والظروف المحيطة متل الاهتزازات الناجمة عن المعدات الصناعية.

تحفر الخنادق المرافق تحت الأرض بالأماكن والاتجاهات والأعماق المطلوبة ويجب أن تدعم الخنادق التي قد تهبط أو تنزلق نتيجة لخصائص التربة الموجودة أو تنشأ بميول تعتمد عل تلك الخصائص.

وإذا لم تتوفر المعرفة الكافية بالخصائص الميكانيكية للتربة فيسمح بزوايا الميل القصوى الآتية:

- التربة غير المتماسكة أو التربة المتماسكة الطرية 45 درجة
- التربة المتماسكة الصلدة 60 درجة
- الصخور الضعيفة 70 درجة
- الصخور القوية 90 درجة

ويبين الشكل(6-15) القيم التقريبية لزوايا الاستقرار لمختلف أنواع التربة.



الشكل(6-15) القيم التقريبية لزوايا الاستقرار لمختلف أنواع التربة

وما لم يتفق على خلاف ذلك فإن شريطاً بعرض لا يقل عن 100 سم يجب أن يترك خالياً من أية أحمال على الحافة العليا للخندق.

وإذا كانت التربة مستقرة بدرجة كافية تسمح باستعمال حوائط رأسية غير مدعمة، فإن عمق الخنادق يجب ألا يتعدى 75،1 متر. وفي كل الأحوال يجب أن تميل الجوانب ابتداءً من منسوب يرتفع 25،1 متر عن قاعدة الخندق بزاوية وفق الجدول أعلاه، أو أن تقوى وتدعم الجوانب فوق هذا المنسوب.

2) المعدات المستخدمة في أعمال حفر الخندق:

تعتمد أعمال الحفر في إتمامها بالشكل المطلوب والمواصفات المعتمدة اعتماداً كلياً على المعدات المخصصة لها، فتتيح هذه المعدات السهولة والسرعة في إتمام العمل. ولكل نوع من التربة أو الصخور معدات خاصة لأعمال الحفر بها وتجهيزها بالشكل المطلوب. أما عدد هذه المعدات فيتوقف على حجم المشروع والظروف المحيطة به ولا

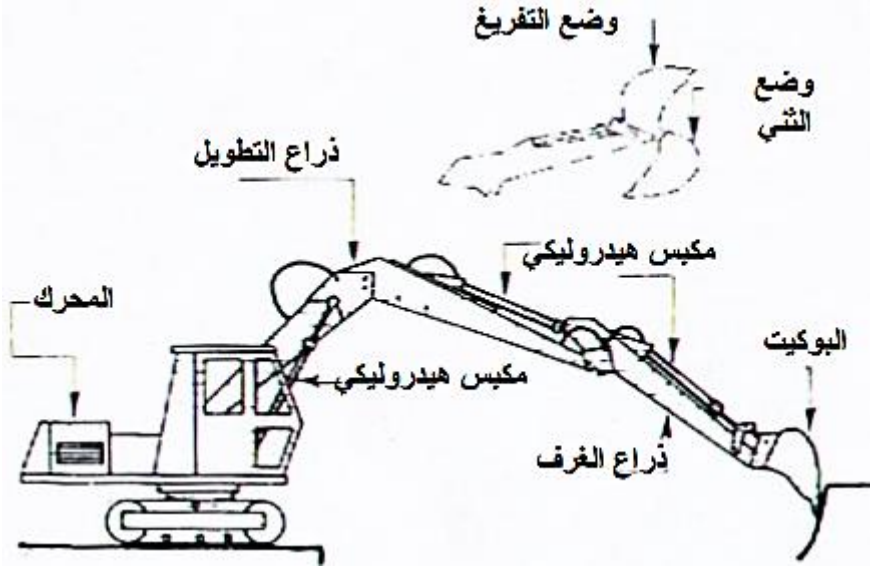
ننسى هنا مهارة سائق هذه المعدة الذي سينعكس أداؤه على إنجاز المعدة نفسها من حيث الكمية أو الجودة.

ولكن هذا لا يمنع من التخطيط المسبق للتنفيذ من حيث عدد المعدات ونوعيتها حتى يمكن أن ينتهي المشروع في الوقت المطلوب وبالشكل المطلوب أيضاً.

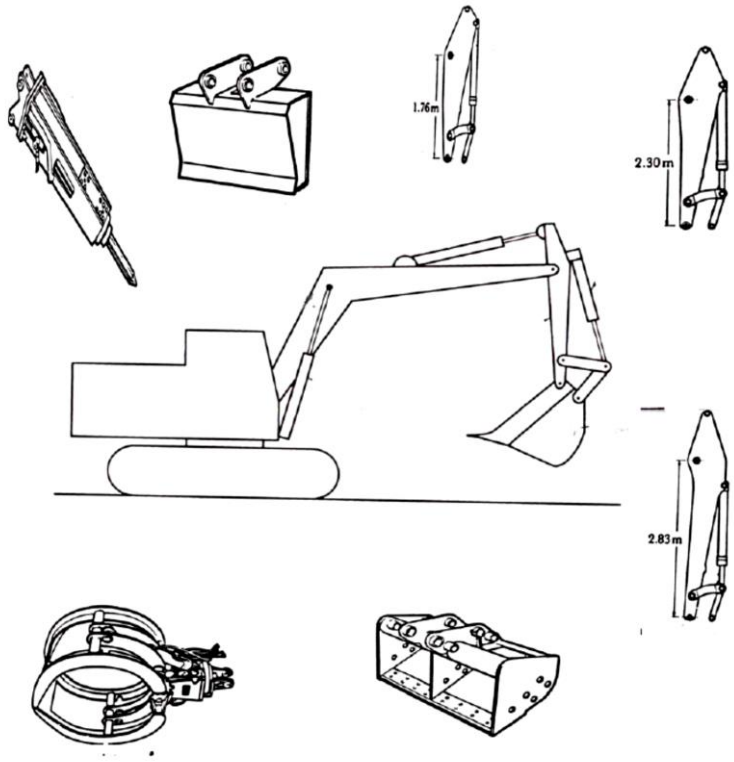
وهناك عدة أنواع من المعدات المستخدمة في عمليات الحفر نذكر منها ما يأتي:

a) الحفار الباكر:

يستخدم هذا النوع من المعدات لحفر الخنادق المفتوحة في الطرق لتمديد الأنابيب فيها، وكذلك تستخدم لعمل وتشكيل الميول الجانبية لتلك الخنادق، ويعتبر هذا النوع من المعدات بأنه يقطع التربة بشكل منتظم ولا يحتاج بعده لمزيد من التشطيب والتسوية ويراعى عند تشغيل الحفار في التربة التي تحتوي على أحجار قدرة هذه المعدة على حملها على ألا تزيد حجم القطعة منها عن ربع الرأس المستخدم للمعدة. ولابد من التنويه هنا إلى أنه توجد أنواع كثيرة جداً ومتطورة من الحفارات بحيث إن المعدة الواحدة تقوم بالعديد من الأغراض بوساطة تغيير الرأس العاملة فيها ليتناسب مع الغرض الذي تعمل من أجله وأيضاً حسب نوعية التربة الموجودة بالموقع يبين الشكل (6-16) أجزاء الباكر والشكل (6-17) الرؤوس التي تركب على الحفار والشكل (6-18) آلية عمل الحفار.



الشكل(6-16) أجزاء الباكر



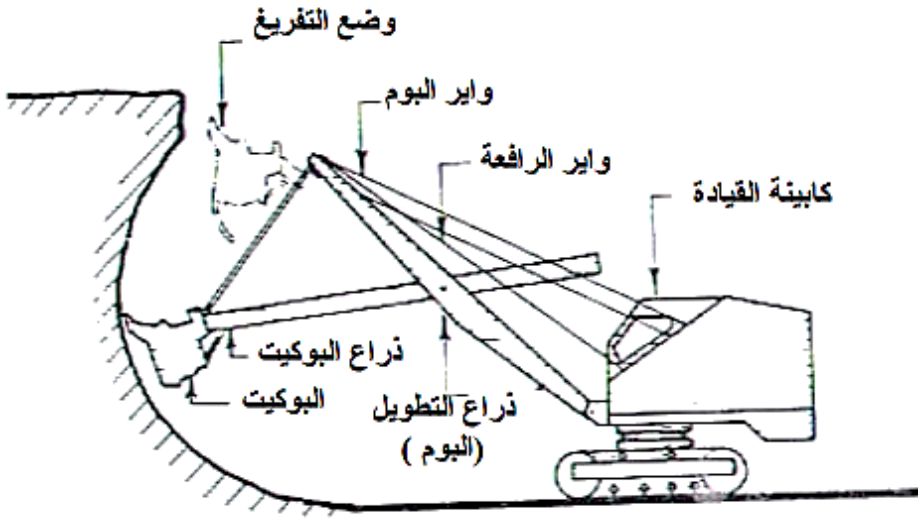
الشكل(6-16) مجموعة من الرؤوس التي يمكن تركيبها على الحفار

الشكل (6-17) طريقة عمل الحفار

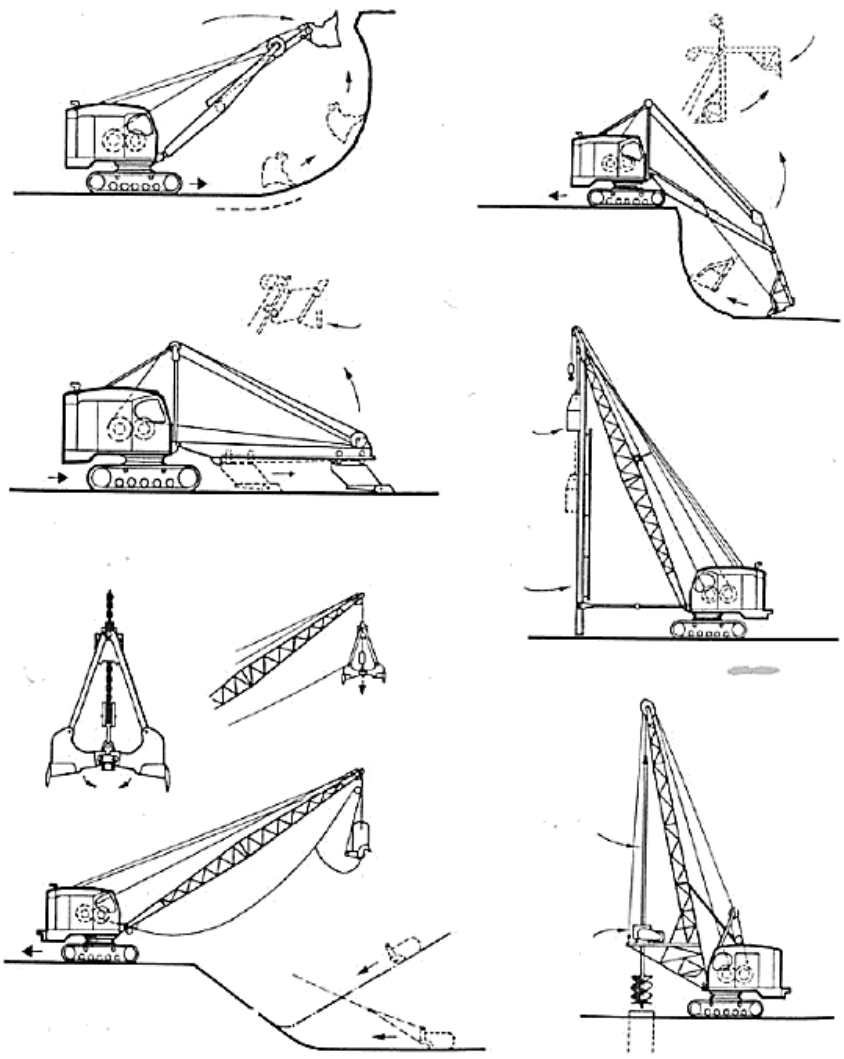
تابع الشكل (6-17) طريقة عمل الحفار

b) الكراكة:

المعدة موضحة بالشكل (6-18) وتستخدم في الحفر لكميات كبيرة لأعلى والشكل (6-19) آلية عملها.



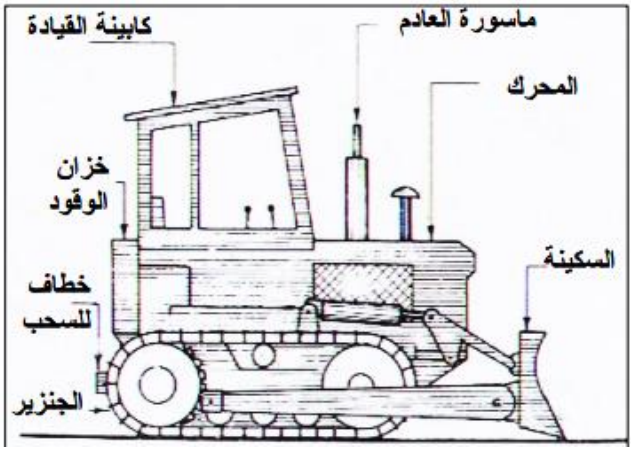
الشكل(6-18) أجزاء الكراكة



الشكل(6-19) ألية عمل الكراكة

c) البلدوزرات:

يعتبر البلدوزر من المعدات التي تستخدم للحفر بأعماق صغيرة 30cm كما تستخدم لإخلاء مسار الطريق من الأعشاب والشجيرات الصغيرة ولحفر وإزاحة التربة وتكويمها ولردم الحفريات وتسوية التربة المتكونة والناتجة من عملية الحفر. كما يمكن للبلدوزرات أن تخدم في أعمال ثانوية مثل إخلاء وتجهيز الطرق أمام الكاشطات وجرها عندما تكون ممتلئة وتجد صعوبة في الحركة ويبين الشكل (6-20) أجزاء البلدوزر.



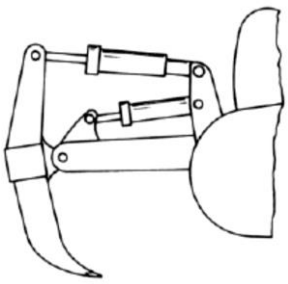
الشكل (6-20) أجزاء البلدوزر

وهناك عدة طرق لتصنيف البلدوزرات وهي كما يلي:

1- من حيث تركيب السلاح "السكينة".

2- من حيث وسيلة التحكم في السكينة.

3- من حيث آلية السير للجرار.



الشكل (6-21) السلاح الخلفي للبلدوزر

الشكل (6-22) البلدوزر

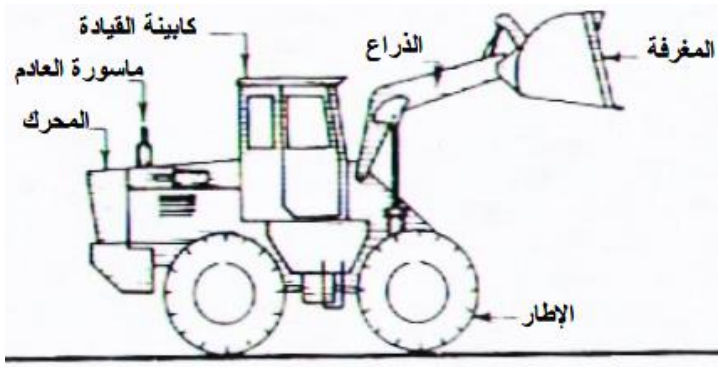
d) لودر على عجل:

المعدة كما في الشكل (6-23) وتستخدم في:

- تحميل ونقل الرمل والركام والتربة والحجارة وغيرها
- الخفر في حالة وجود مساحات واسعة تسمح بحرية حركة المعدة.

- يمكن تغيير المغرفة وتركيب سكينة أخرى وبالتالي يمكن استخدام اللورد في نقل الأنابيب والصناديق وغيرها.

ويمكن رفع المغرفة إلى ارتفاع يصل إلى3m ويصل حجم المغرفة إلى واحد متر مكعب.



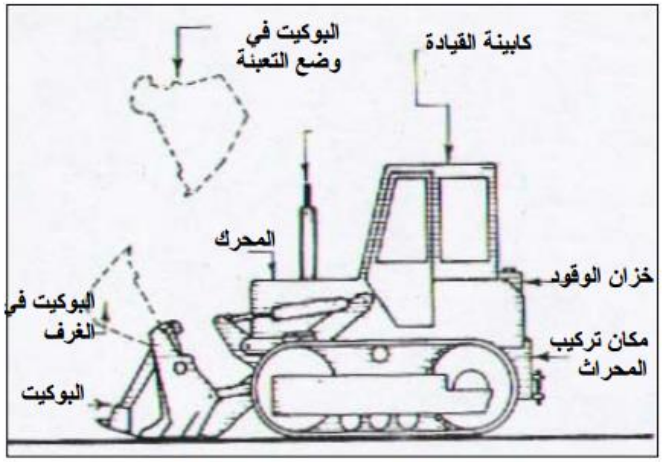
الشكل (6-23) لودر على عجل

e) لودر على جنزير:

المعدة كما في الشكل(6-24) وتستخدم في:

- تحميل ونقل الرمل والركام والتربة والحجارة وغيرها
- الحفر في حالة الأرض الحجرية والأرض المبتلة أو الموحلة.
- يمكن تغيير المغرفة وتركيب سكينة أخرى لتعمل كبلدوزر أو سكرابر كما يمكن تركيب محراث بالخلف لتكسير الأحجار.

ويمكن رفع المغرفة إلى ارتفاع يصل إلى 2.3m ويصل حجم المغرفة إلى 1م^3.



الشكل (6-24) لودر على جنزير

f) الكاشطات (سكريبر):

صممت هذه المعدات لقطع التربة طبقة بعد طبقة ونقلها وتفريغها في أماكن الردم ومن ثم تسويتها ويمكن للكاشطات العمل في أنواع عديدة من التربة الطينية والرملية غير أنها في حالة التربة الطينية تعمل بكفاءة أقل حيث عن التربة في هذه الحالة تلتصق بجدران وأطراف السلاح وتتسبب في إغلاقه كما أن الرمال الناعمة الجافة لا تملأ الرأس بالكامل.

وتعمل الكاشطة بأقصى كفاءة لها في التربة الرملية الرطبة والجيرية والحجرية الرفيعة. ولا تستعمل الكاشطات في التربة الحجرية التي تحوي أحجاما ضخمة من الأحجار مباشرة حيث يلزم أولا حرث وتقليب تلك التربة.

ويتم تصنيف الكاشطات كالآتي:

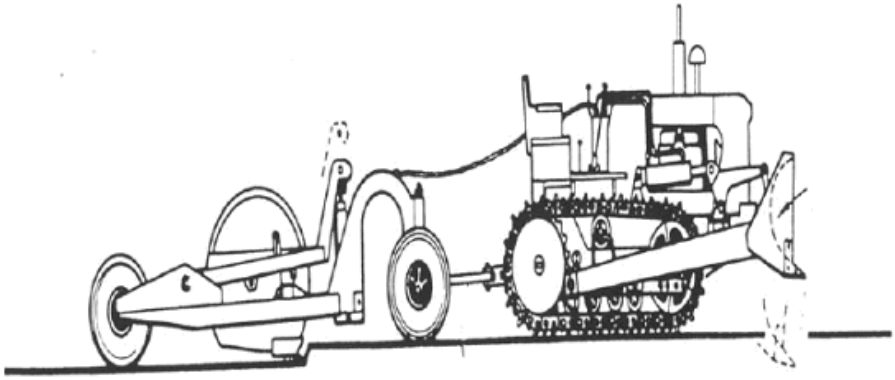
1- من حيث سعة السطل.

2- من حيث آلية السير (مقطورة–شبه مقطورة–ذاتية الحركة).

3- من حيث طريقة تفريغ الرأس (آلية– نصف آلية).

4- من وسيلة التحكم في الرأس (إما بواسطة الحبال أو هيدروليكياً وهي الأفضل).

والشكل (6-25) يوضح نموذجاً لهذه المعدة.



الشكل (6-25) الكاشطات

g) مقص الإسفلت منشار الخشب:

يستخدم المنشار الآلي لقطع طبقات الإسفلت والخرسانة، وهو مزود بشفرة ماسية ويشغل عادة بوساطة شخص واحد، وهذه المعدة عبارة عن وحدة مركبة على منصة ولها

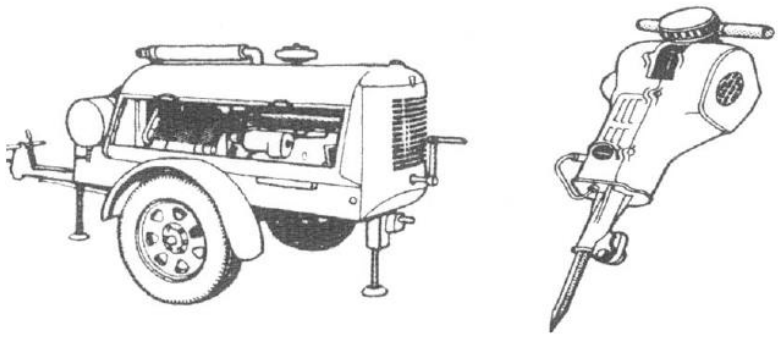
شفرة دائرية من الماس للقطع، وتستخدم هذه المعدة بشكل أساسي لتأمين قطع رأسي بعمق وعرض منتظم في طبقات الإسفلت والخرسانة، ويتميز هذا المنشار الآلي بالسرعة بالمقارنة مع بقية آلات القطع ويوصى به عند الحاجة لإزالة مساحات واسعة من الإسفلت أو الخرسانة.

ويبين الشكل(6-26) نموذجاً لهذه المعدة.

الشكل (6-26) مقص الاسفلت

h) الضاغط الهوائي (الكمبروسر):

يعتبر الضاغط الهوائي من المعدات الميكانيكية اليدوية التي تستخدم في المساحات الصغيرة ولقطع وإزالة الإسفلت كما يستخدم في كسر وإزالة بعض الخرسانة المطلوب إزالتها كما يستخدم في تكسير وتفتيت الصخور في بعض المناطق التي لا يمكن وصول معدات الحفر الكبيرة إليها الشكل(6-27).



الشكل (6-27) الكمبوسر

6-2-2-2 الثقب الأفقي ومعداته:

قد يتطلب الحفر أحياناً قطع الطريق عرضياً وبما أن طريقة الخندق المفتوح تسبب مضايقة لمستخدمي الطريق خاصة في حال عدم إمكانية توفير التحويلة المناسبة عند قطع الطرق الرئيسية بالإضافة إلى صعوبة إعادة إصلاح الطريق بعد حفره حيث لا يتم ذلك بالشكل المطلوب بحيث يعاد السير لوضعه الطبيعي تماماً، وللحفاظ على سلامة مستخدمي الطريق دون قطع الطريق فإنه يمكن استخدام الثقب الأفقي بدلاً من الخندق المفتوح وتشتمل هذه الطريقة تمديد الأنابيب بدون حفر خارجي.

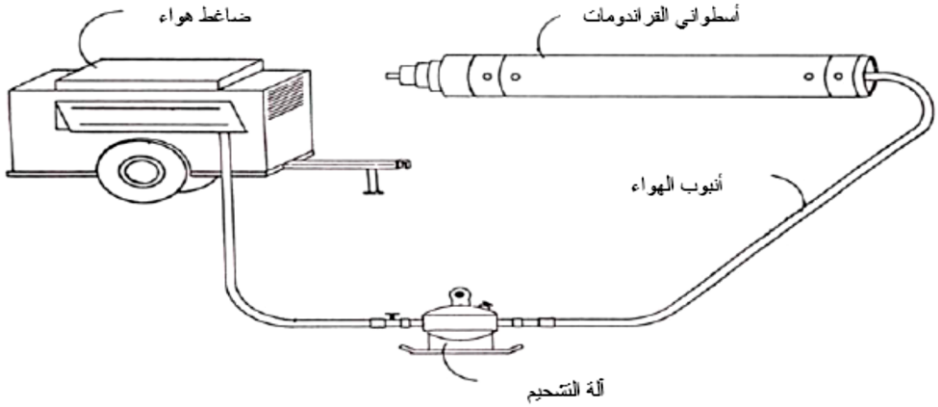
ويعتمد اختيار المعدة على نوع الخدمة و اتجاهها بالنسبة للطريق وتعتبر الظروف الطبيعية والناحية الفنية والاقتصادية من الأمور التي لها دور كبير في ذلك.

وهناك عدة طرق لتمديد الخدمات بواسطة الثقب الأفقي تحقق جميعها الغرض دون التأثير على سلامة مستخدمي الطريق وبدون إتلاف للطبقات الإسفلتية، وهذه الطرق هي:

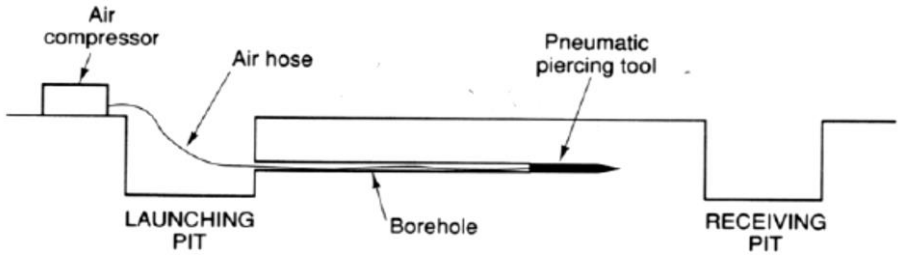
1) مطرقة قراندومات الخاصة بإزاحة التربة:

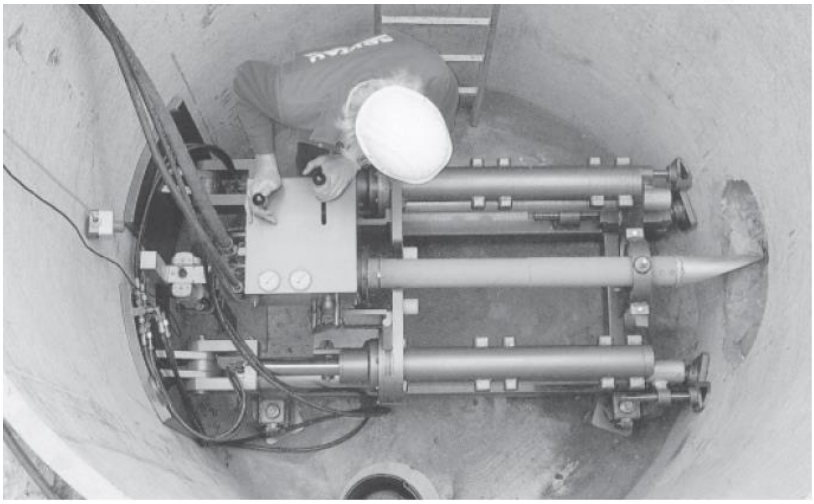
تعتبر ماكينة قراندومات الأسطوانية التي تقوم بعمل الثقب الأفقي بقوة الهواء المضغوط فتدفع للأمام بضغط حده الأدنى 7 بار وزيادة نسبة طول هذه الاسطوانة إلى قطرها يعطيها قوة للاختراق في التربة مع ضمان الدقة في استقامة خط الحفر كما يساعد على دقة الحفر الرأسي حيث تدفع هذه الماكينة نفسها خلال جميع أنواع التربة القابلة

للإزاحة والحجارة والصخور الصغيرة بسرعة معدلها 10م/ساعة، ولا تستخدم هذه الماكينة في الصخور المصمتة القوية التماسك ويبين الشكلان (6-28) و(6-29) مطرقة قراندومات الخاصة بإزاحة التربة مع طريقة عملها.



الشكل (6-28) مطرقة قراندومات





الشكل (6-29) طريقة حفر مطرقة القراندومات

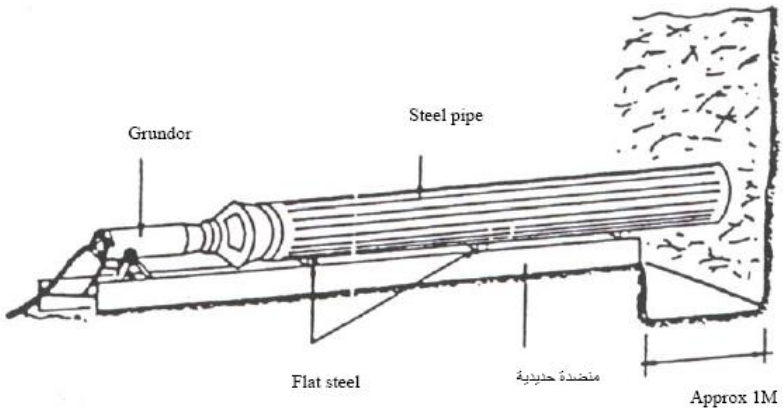
2) ماكينة ترانورام لدفع الأنابيب:

تستخدم هذه الماكينة لتركيب الأنابيب وتقوم بدفع الأنابيب الحديدية داخل التربة ثم تزال التربة التي تدخل الأنابيب أثناء عملية التركيب حال اكتمال الحفر التجويفي وتصل أقطار الأنابيب في هذه الطريقة حتى1400مم وبثقب طوله 80 م.

وتتميز هذه الماكينة بعدة مميزات من أهمها:

1- **لها** القدرة على تكسير الحجارة التي تكون في مسار الثقب الأفقي وإزالة أي عوائق أثناء عملية الثقب أو عند البدء في العمل في العمل بعد التوقف التام.
2- الدقة في إزالة العوائق الموجودة أمام الأنبوب حيث لا تزاح العوائق أو تدفع إلى مقدمة الأنبوب وإنما تكسر بشكل فعال.
3- **الزمن** اللازم لإعداد الماكينة للعمل قصير ويمكن تحقيق سرعة أكبر في تسيير ودفع الأنابيب.
4- يطلب حد أدنى من طبقة التربة فوق الأنبوب ولحماية الأنابيب من الأحمال فوقها فإن أقل عمق لهذه الأنابيب هو 1 م.
5- يمكن نقل الوحدة كاملة بسهولة.

يبين الشكل (6-30) ماكينة الفراندروم.

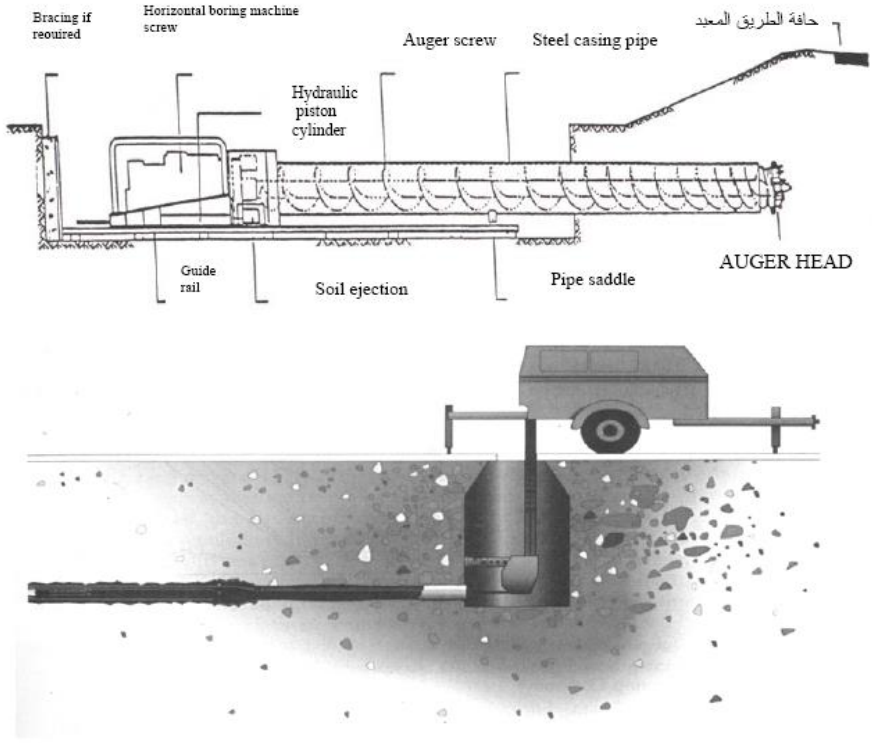


الشكل (6-30) ماكينة الفراندروم

3) طريقة الحفر بالمثقاب:

في هذه الطريقة من طرق الثقب يتم توصيل الأنابيب أفقياً مع إزالة التربة داخل الأنبوبة بتوقيت متزامن باستخدام المثقاب وفي حالة وجود تربة غير متماسكة يمكن إبقاء

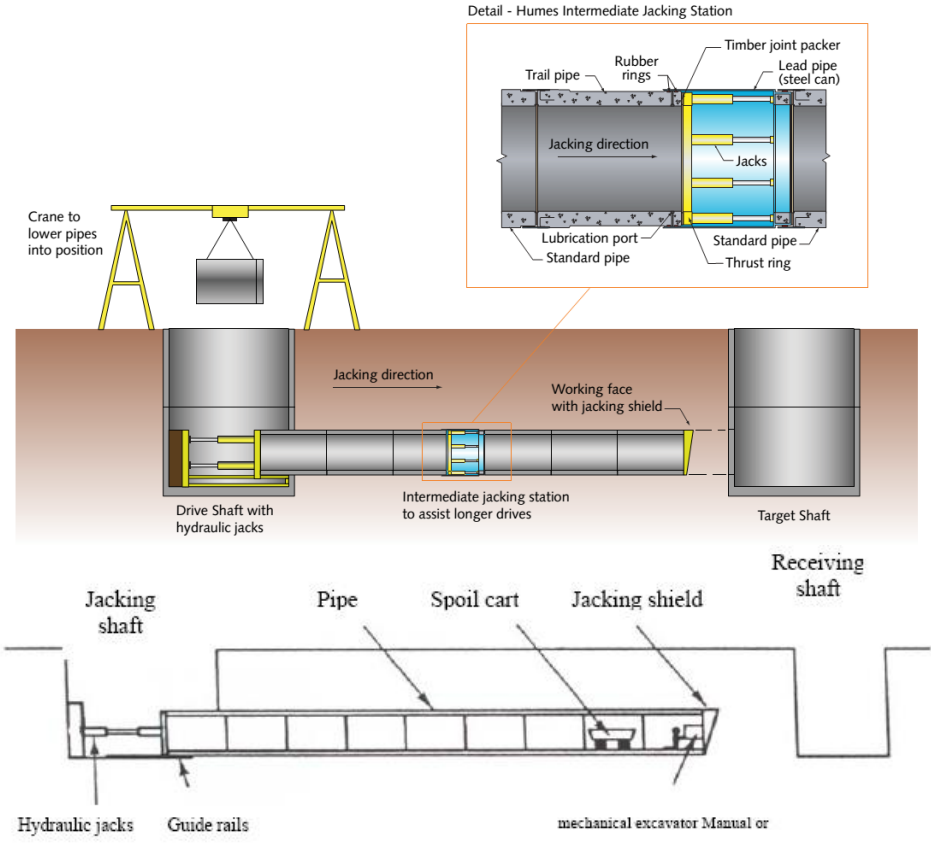
نهاية المثقاب مسحوبة للخلف داخل أنبوبة التغليف لتجنب وجود أي فراغات أما في حالة التربة الثابتة فيمكن مد المثقاب إلى الأمام خارج أنبوبة التغليف لتسهيل تفتيت التربة وإزالتها والشكل (6-31) يبين طريقة وماكينة الحفر بالمثقاب.



الشكل (6-31) ماكينة الحفر بالمثقاب

4) طريقة دفع الأنابيب

في هذه الطريقة يمكن دفع الأنابيب الخرسانية المسلحة والفولاذية عبر أي تربة كانت وتوضع في الوصلات بين الأنابيب مواد لتقليل احتمال التشقق أو التصدع فيها نتيجة الضغط، ويمكن بهذه الطريقة مد أنابيب بأقطار تتراوح ما بين 800 مم إلى 4000 مم لمسافات حتى 500 متر. ويتوقف عدد وقدرة الروافع اللازمة لدفع الأنبوب على مقاس وطول الأنبوب ونوع التربة التي سيتم الثقب فيها حيث يمكن دفع الأنابيب في التربة الرملية دون أي حفريات أمام الأنبوب بينما لابد من الحفر أمام الأنبوب لدفع التربة الصلبة أما في حالة الصخور الصلبة فيمكن استخدام التفجير أمام الأنبوب. والشكل (6-32) يبين طريقة دفع الأنابيب لعمل التمديدات.



الشكل (6-32) طريقة دفع الأنابيب لعمل التمديدات

3-6 تمديد الأنابيب:

1-3-6 مواقع تمديد الأنابيب:

1) الطرق الواقعة خارج النطاق العمراني للمدينة:

عندما يكون تمديد الخدمات على الطرق الواقعة خارج النطاق العمراني يفضل أن يكون التمديد خارج منطقة الطريق(التي تسمى منطقة حرم الطريق) آخذين في الاعتبار احتمال توسعة الطريق مستقبلا وعدم التأثير على أعمال صيانة الطريق. وإذا تعذر ذلك بسبب وجود أراض مملوكة مجاورة للطريق أو ظروف طبيعية تعيق تمديدها خارج الحرم فإنه يمكن تمديدها داخله شريطة أن يكون في آخر مترين من الحرم وبعد نهاية الميل الجانبي للطريق كما تنص المواصفات في ذلك.

2) الطرق الواقعة داخل النطاق العمراني للمدينة:

عندما يكون تمديد الخدمات على الطرق الواقعة داخل النطاق العمراني فلابد من ملاحظة أن المقطع العرضي للطرق يغطي كامل الحرم ففي هذه الحالة يتعذر تمديد المرافق في المسارات السريعة بالنسبة للطرق ويجب مراعاة عدم تمديدها في الطرق الرئيسية مع محاولة إيجاد خيارات أخرى مثل استخدام شوارع فرعية موازية أو مرتبطة بالطرق الرئيسية وإذا تعذر ذلك فمن الممكن تمديد هذه المرافق في طرق الخدمة الموازية للطرق السريعة.

يفضل عادة أن تمدد جميع خطوط الخدمات والشبكات المختلفة في الأرصفة أو تحت جزيرة منتصف الشارع إذا كان عرض الأرصفة كافياً، حيث يمكن استعمال نفق واحد لتمديد عدد من خطوط الخدمات المختلفة مما يؤدي إلى وفر في كلفة إنشاء الشبكات بشكل منفرد

إن تحديد مسار خط شبكة الصرف الصحي يجب أن يحقق ما يأتي:

1- توفير إمكانية تنفيذ الشبكة واستثمارها.

2- إمكانية إصلاح الشبكة وصيانتها.

3- المحافظة على سلامة الاساسات وخطوط الشبكات الأخرى من تأثير مياه المخلفات السائلة في حال تسربها من شبكة الصرف الصحي وحماية شبكة مياه الشرب من التلوث.

يجب ألا تقل المسافة بين شبكة الصرف الصحي وأساسات الأبنية عن /5/ متر في حال الخطوط المضغوطة و /3/ متر في حال الجريان بالانحدار الطبيعي.

في الشوارع التي يزيد عرضها عن 30 متر ينفذ فيها عادة خطين للشبكة وذلك منعاً لقطع الشارع عرضياً عند كل وصلة.

يجدر الانتباه إلى الملاحظات الآتية عند التقاء شبكة مياه الصرف الصحي مع شبكة مياه الشرب:

- في حال تمديد شبكة مياه الشرب وشبكة مياه الصرف الصحي على مستوى واحد وبشكل متوازي فالمسافة بين السطح الخارجي للأنابيب يجب ان لا تقل عن 1.5 م

في حال قطر أنبوب مياه الشرب 200 مم و3 متر في حال كون قطر أنبوب مياه الشرب يزيد عن 200 مم.

- في حال تمديد شبكة الصرف الصحي أعلى من شبكة مياه الشرب بـ 50 سم وما فوق فالمسافة بين السطح الخارجي للأنابيب يجب ألا تقل عن 5 متر.
- في حال تقاطع خطوط شبكة الصرف الصحي مع شبكة مياه الشرب على مستوى أخفض من شبكة مياه الشرب يجب ألا تقل المسافة الشاقولية بين السطح الخارجي للأنابيب عن 0.4 متر. ويمكن تجاوز هذه المسافة إذا تم تمديد شبكات مياه الشرب من الأنابيب المعدنية ووضع لها قميص إضافي في أماكن التقاطعات بحيث يمتد هذا القميص مسافة 5 متر من كل جهة في التربة الغضارية ومسافة 10 متر في التربة الرملية، ويتم تنفيذ التقاطع تحت زاوية قائمة.
- يسمح بإمرار أنابيب شبكة الصرف الصحي فوق خطوط مياه الشرب في وصلات المنازل والخطوط الثانوية حول الأبنية على ألا تقل المسافة بين السطح الخارجي شاقولياً عن 50 سم.

في حال تنفيذ شبكة الصرف الصحي موازية لخطوط الحافلات فان المسافة بين حافة الخندق المحفور لتمديد خط الشبكة ومحور خط الحافلة يجب ألا تقل عن 1.5 متر، والمسافة الدنيا بين حافة الخندق المحفور ورديف الأرصفة يجب ألا تقل عن 1.5 متر.

في حال تنفيذ شبكة الصرف الصحي موازية لخطوط السكك الحديدية فان المسافة بين حافة الخندق المحفور لتمديد خط الشبكة ومحور خط السكة الحديدية يجب ألا تقل عن 4 متر.

2-3-6 طريقة تمديد الأنابيب:

قبل البدء في تمديد الأنابيب لابد من التأكد من بعض الأمور التي تؤثر على هذه العملية سلباً أو ايجاباً وهي كما يلي:

1- ان بذل المجهود والعناية والوقت الكافي للتفتيش على الأنابيب والقطع الخاصة قبل إنزالها الى الحفر للتركيب سيوفر وقتاً كبيراً يستغرق لإصلاح العيوب التي ستظهر أثناء التركيب وبعد الاختبارات.

2- يتم الكشف على الكسور والشروخ الظاهرية بالعين المجردة باستخدام اختبار تردد الصوت الناشئ عن الطرق بمطرقة خفيفة على جسم الأنبوب وملاحظة الصوت.
3- عدم قبول أي من الأنابيب التي بها شروخ أو كسر وكذلك الملحقات والوصلات التي بها نفس العيوب.
4- لابد من التأكد من أن جميع المواد قد خزنت في أماكن لم تتعرض للشمس إذا كانت مصنوعة من مواد تتأثر بذلك.
5- التأكد من تنظيف الأنابيب قبل إدخالها إلى الخنادق لتمديدها.
6- التأكد من توفر جميع المعدات والأدوات اللازمة للتمديد مع أخذ الحيطة والعناية بالأنابيب أثناء تنزيلها في الخندق.

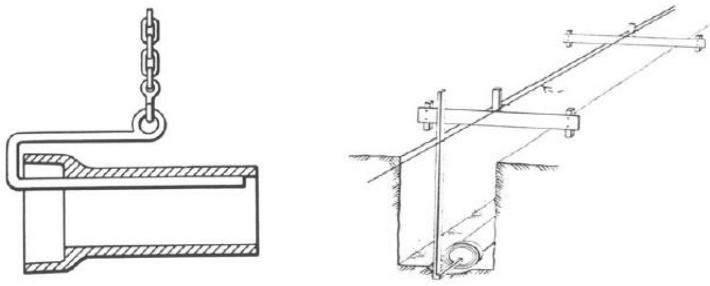
3-3-6 خطوات تمديد الأنابيب:

يمكن تلخيص خطوات تمديد الأنابيب داخل الخنادق كالتالي:

1- وضع الفرشة داخل الخندق والتي يحمل عليها الأنبوب سواء كانت رملية أو حبيبية أو فرشة خرسانية مع مراعاة الآتي:
- التأكد من عمل الميول اللازمة لخط الأنابيب.
- يراعى عمل التجويف المناسب لخط الأنابيب في الفرشة الأرضية بالشكل المناسب.

2- يتم توزيع الأنابيب داخل الخندق مع مراعاة عدم قص أي أنبوب لأقل من ثلاثة أمتار واستخدام المعدات المخصصة وذلك لتلافي حصول حوادث او مشاكل أثناء عملية إنزالها في الخندق.

كما لابد من التأكد من وضعها بالشكل الصحيح وحسب المخططات من حيث ميلانها الأفقي والرأسي باستخدام الشواخص والخيوط كما في الشكل(6-33).

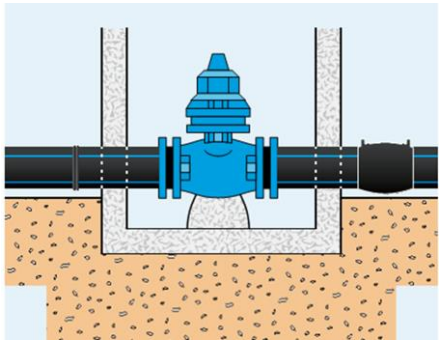


الشكل(6-33)

ويستخدم بتنزيل الأنابيب الآليات المستخدمة في الحفر بالإضافة للرافعات.

3- يتم عمل الوصلات اللازمة والتأكد من عدم تسريبها للماء وربط الأنابيب مع غرف التفتيش عن طريق عمل فتحة في جدران غرفة التفتيش تكون مساوية لقطر الأنبوب مع مراعاة ما يأتي:

- لابد من التأكد من ضبط منسوب غرفة التفتيش باستخدام جهاز الميزان المساحي.
- ألا تمر الأنابيب داخل غرف التفتيش بل يعمل لها مجاري لمرور المياه والمخلفات في القاعدة الخرسانية.



الشكل(6-34) غرف الصمامات

4- يجب اعداد ونظافة منطقة الوصلات وتهذيبها قبل تنفيذ لف الوصلات.

5- يجب إنزال كافة الأنابيب والملحقات والصمامات والمواد الأخرى بحذر الى داخل الخنادق.

6- تركيب الصمامات في الغرف الخاصة بها والتأكد من عملها إن وجدت الشكل (6-34).

7- غسيل وتعقيم الأنابيب بالكلور لضمان عدم تلويثها.

8- لا يباشر المقاول وضع أنابيب الخدمات وغيرها من الأعمال قبل أن يقوم المهندس بالكشف على الحفريات المنجزة، والتصريح له بمباشرة تلك الأعمال.

9- يراعى وضع طبقة من الرمل حول وأعلى الأنبوب ثم يوضع طبقة تحت الأساس، وطبقة الأساس بحيث لا تتجاوز طبقات التربة أثناء الردم عن 20 سم بعد أن يتم خلطها خارج الخندق.

10- وضع طبقة الإسفلت حسب المواصفات المتبعة ودكها بالرصاصات لذلك.

11- يجب اتخاذ كافة الاحتياطات اللازمة نحو منع دخول المواد الغريبة الى الأنابيب أثناء تمديدها. وفي حالة استحالة تمديد الأنابيب في الخنادق دون تلافي دخول التربة فيها فيجب وضع أكياس ثقيلة في القلب محكمة النسج وذات أحجام مناسبة فوق كل نهاية للأنابيب بحيث تترك فيها حتى عمل الوصلات مع الأنابيب المجاورة أو

ملحقاتها ولا يسمح بترك أيه أوساخ أو أدوات أو أنسجة أو مواد أخرى بداخل الأنابيب.

4-6 أنواع الوصلات:

عند تمديد الأنابيب في الشبكة يتم توصيلها مع بعضها بواسطة وصلات مخصصة لكل نوع من أنواع الأنابيب وهي كالتالي:

1 – الوصلات الثابتة:

- هي الوصلات التي لا يمكن تحريك الأنابيب بعد تمام التركيب حيث تؤدى الحركة إلى تدمير الأنبوب أو تدمير الوصلة مثل (الفخار بالمونة – البلاستيك باللصق – البولي ايثيلين – باللحام الحرارى – البولي بروبلين باللحام الحرارى ...) ولكن في بعض الأنابيب السابقة تكون المرونة في جسم الأنبوب وليس في الوصلة .

2 – الوصلات المرنة:

- هي الوصلات التي يمكن تحريك الأنابيب بعد تمام التركيب بدون أي أضرار للأنابيب أو الوصلات ويتم تركيبها باستخدام الجوان الكاوتش ومن مزاياها انها تستطيع أن تعدل من أوضاعها عند حدوث أي هبوط بالتربة بدون تدمير الخط.

تهدف الوصلات بين الأنابيب إلى منع التسربات المائية من وإلى الأنبوب ويجب أن تتصف هذه الوصلات بالديمومة والمرونة ومقاومة جذور الأشجار وأن تكون محكمة الإغلاق.

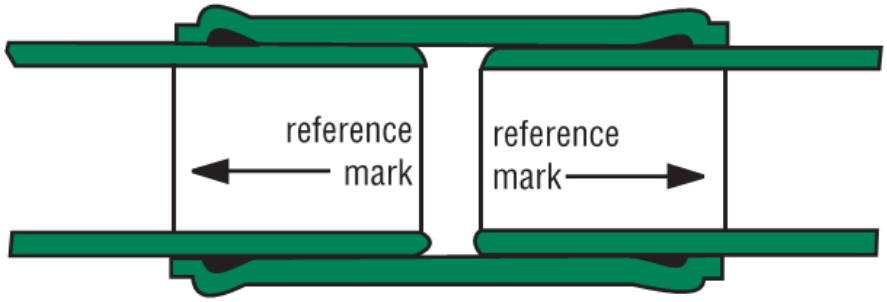
تختلف الوصلات تبعاً لنوع الأنابيب ويمكن أن نميز الأنواع التالية:

1- المونة الاسمنتية: تعتبر غير مضمونة لعمليات تسرب المياه من وإلى الأنبوب كما أنها لا تملك المرونة الكافية لتقاوم أي تغيرات في وضعية الأنبوب مما يؤدي إلى تشققها. يتم وصل هذه الأنابيب ببعضها بعمل صبة من المونة الاسمنتية عيار 500 كغ أسمنت لكل متر مكعب رمل حول منطقة تداخل الأنابيب ببعضها بعرض 15 سم على الأقل و ارتفاع 5 سم من كافة جوانب الأنبوب.

2- الوصلات البيتومينية: غير مضمونة عند تغير درجات الحرارة التي قد تؤدي إلى صهرها أو تقلصها ومن ثم تشققها وتلفها.

3- وصلات الأكر أو ريكا: تستعمل في وصل الأنابيب الاسبستوس الاسمنتية وGRP حيث تدك نهايتي الأنبوبين المراد وصلهما بهذه الأكرة المزودة بحلقات مطاطية تحكم عملية الوصل، وهذه الوصلة مضمونة ولا تسمح للمياه بالتسرب.

ويبين الشكل (6-35) مقطعاً لهذه الوصلة.



الشكل(6-35) وصلة ريكا

يتم وصل الأنابيب في الخندق بوساطة وصلات ريكا تبعاً للخطوات الآتية من الشكل (6-36) إلى الشكل (6-44)

- الخطوة 1: تنظيف الوصلة

ينظف جيداً مكان تركيب حلقات منع التسرب المطاطية للتأكد من خلوها من الأوساخ أو الزيت.

الشكل(6-36)

- الخطوة 2 تركيب حلقات منع التسرب

شحم الأطواق المطاطية الدائرية وأدخلها في الأخاديد تاركاً 2 إلى4 التواءات مطاطية منتظمة الى خارج الأخاديد بحد أدنى لابد من وجود التواء مطاطي واحد لكل 450 مم من محيط الطوق.

الشكل(6-37)

- الخطوة 3 تشحيم حلقات منع التسرب بالصابون

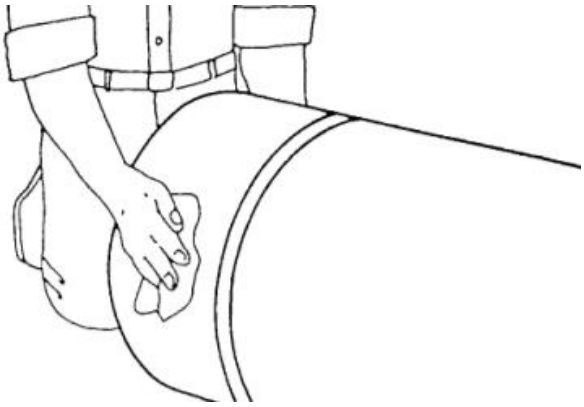
بضغط منتظم أدخل كل التواء من الطوق المطاطي إلى الأخاديد ثم وباستخدام قطعة نظيفة من القماش، ضع طبقة من الشحم على الأطواق المطاطية

الشكل(6-38)

- الخطوة 4 تنظيف أطراف الأنابيب وتشحيمها بالصابون

نظف أطراف الأنابيب جيدا لإزالة اية أوساخ أو شحم أو ما شابه. استعمل قطعة قماش نظيفة وضع طبقة خفيفة من مادة الصابون على رأس طرف الأنبوب حتى خط تحديد نقطة الوصل الاسود.

بعد التشحيم حافظ على نظافة الوصلة والاطراف.

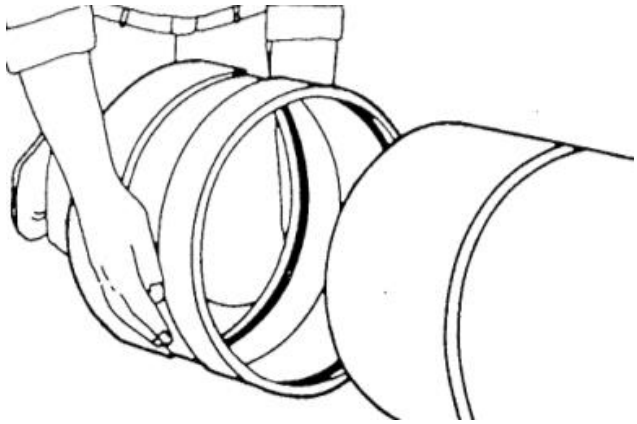


الشكل(6-39)

تنبيــه: مـن المهـم جـدا اسـتعمال مـادة التشـحيم (الصـابون) الصـحيحة فقـط أي صـابون أساسـه الزيـت النبـاتي ولا يجـوز تحـت أي ظـروف اسـتعمال شـحم أساسـه الزيـوت المعدنيـة أو الزيوت البترولية مطلقاً.

الخطوة 5

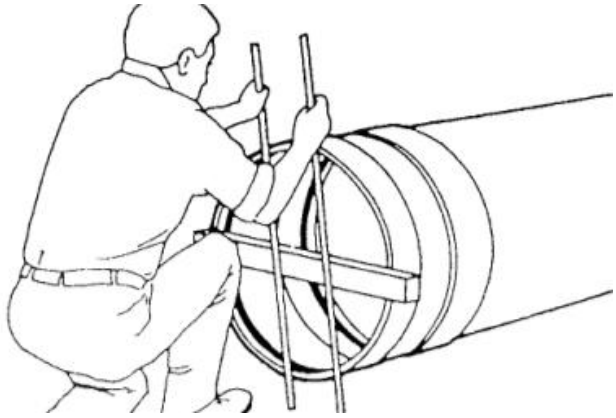
ارفع الوصلة الرأسية المزدوجة سواء آليا أو يدويا ثم حاذيها مع مقطع الأنبوب.



الشكل(6-40)

الخطوة 6

ادفـع بإحكـام الوصـلة فـي ذيـل الأنبـوب مسـتخدماً عتلتين وقطعـة خشـب لحمايـة الوصلة إلـى أن تثبـت الوصـلة وتلتقي بتـوازن مـع خطـوط المحـاذاة السـوداء المعلمـة علـى ذيل الأنبوب من الخارج.

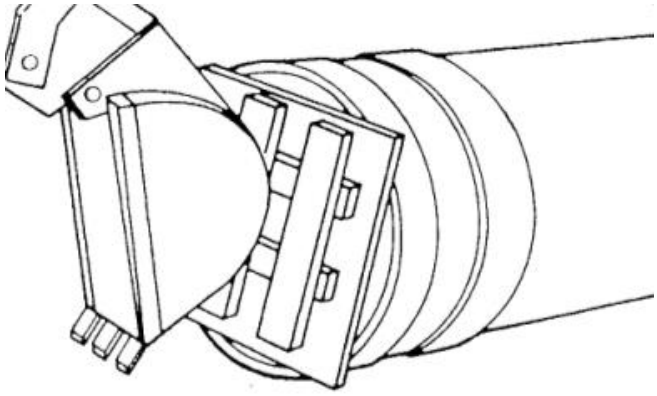


الشكل(6-41)

الخطوة 7

بالنسبة للأنابيب الكبيرة يمكن دفع الوصلة الذيلية المزدوجة داخل الأنبوب باستخدام رافعة.

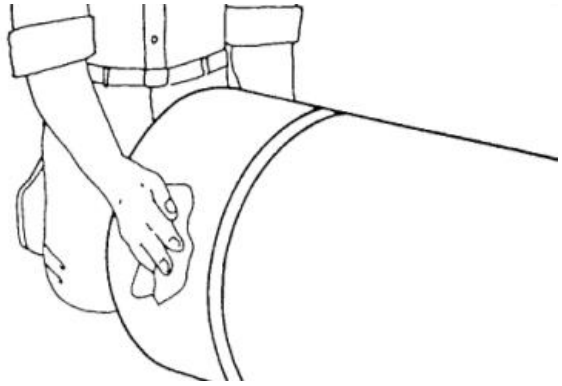
يجب استخدام الفواصل وأخشاب الحماية لتوزيع الحمل بالتساوي على الوصلة لمنع أي تلف بها ولتأمين المحاذاة السليمة. لا يسمح بتطبيق أحمال غير متساوية على حلقة الوصل مطلقاً.



الشكل(6-42)

الخطوة 8

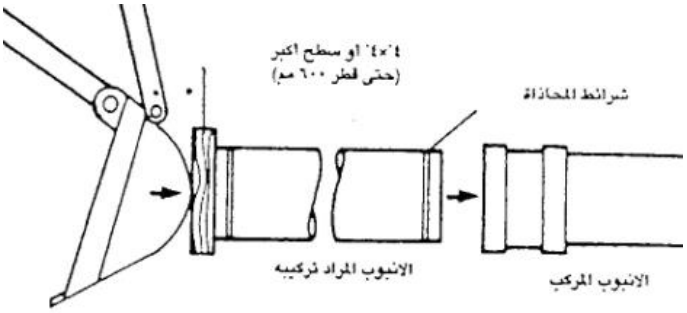
باستخدام قطعة قماش نظيفة ضع طبقة رقيقة من الشحم كما في الخطوة 4 على ذيل الأنبوب التالي الذي سوف يدخل إلى داخل الوصلة التي ركبت سابقا.



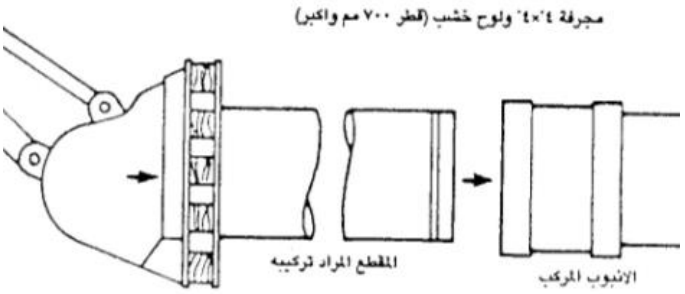
الشكل(6-43)

الخطوة 9

ادفع مقاطع الأنبوب إلى داخل الوصلة المجمعة حتى يتوازى شريط المحاذاة على الأنبوب مع أطراف الوصلة.



توصيل الأنبوب بوساطة الباكر



توصيل الأنبوب بوساطة جرافة

الشكل(6-44)

4- وصلات الأنابيب البلاستيكية: تركب بعد تعريض طرفي الأنبوبين إلى الحرارة وتدكك هذه الأطراف في الوصلة ومن ثم تضاف مادة لاصقة لتأمين الكتامة لمنع تسرب المياه.

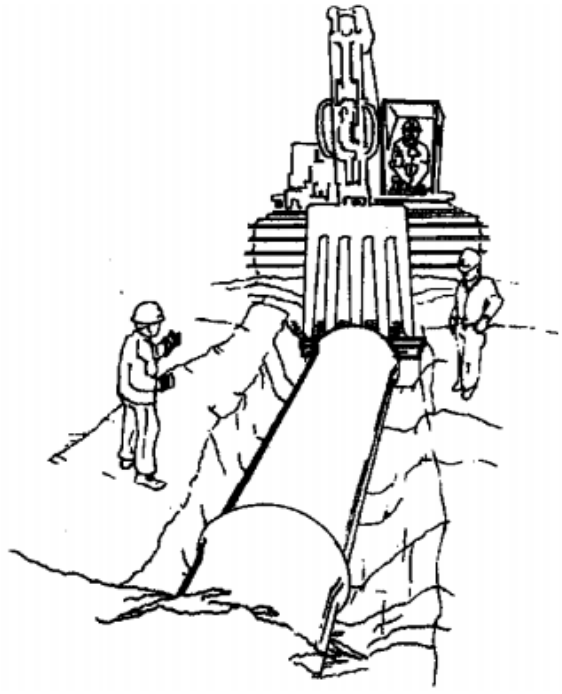
5- جاسكت: وهي على شكل حلقات مشكلة من مواد مطاطية، وتركب على الأنابيب بضغطها على طرفي أنبوبين متتاليين، وهي جيدة ضد التسرب.

6- الرأس والذيل:

في هذا النوع من الوصلات تسنن النهاية الجرسية من الداخل للأنبوب الأول وتسنن النهاية الطرفية للأنبوب الثاني من الخارج ويوضع في قاع النهاية الجرسية حشوة مطاطية لتمنع تسرب الماء بعد الربط والشكل (6-45) يوضح هذه الوصلة.

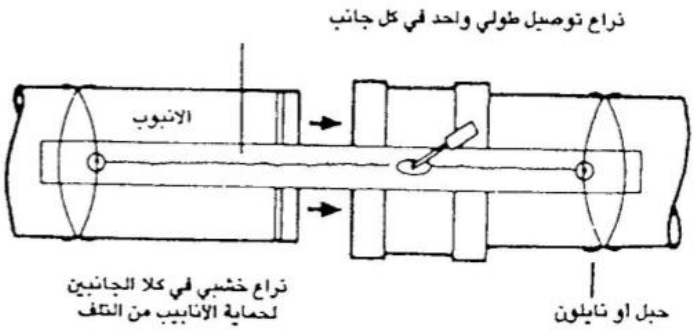
الشكل(6-45)

يتم وضع الرأس والذيل على استقامة واحدة ويتم دفعهما في حركة واحدة لإتمام عملية التركيب.



الشكل(6-46)

المقاسات الكبيرة أكثر من 280 مم، يتم استخدام زرجينة لإدخال ذيل الأنبوب في الرأس.

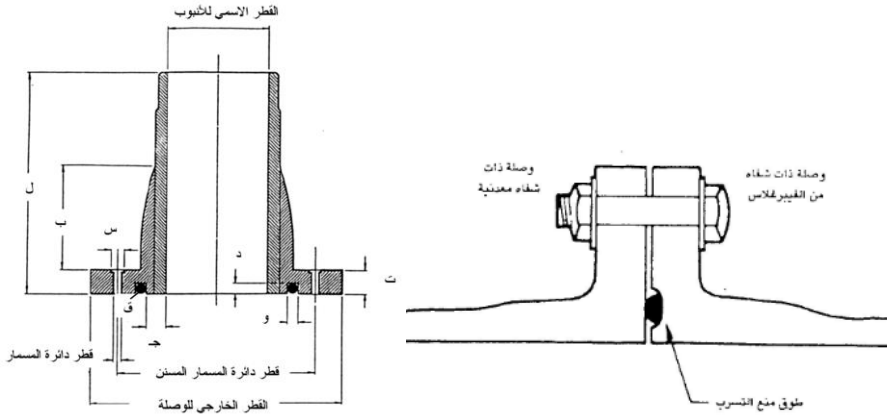


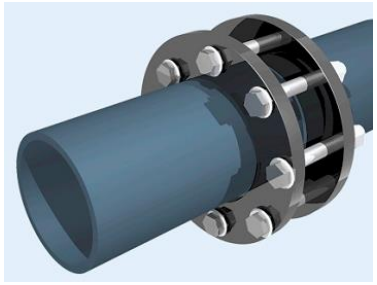
الشكل(6-47) توصيل الأنابيب برافعة ساحبة

7- الوصلة المشفهة (فلانجات):

في هذا النوع من الوصلات تنتهي كل نهاية بشفة مثقبة لتركيب البراغي والصواميل مع مراعاة وضع حشوة مطاطية بينهما.

وعادة ما تستخدم هذه الوصلات في الأنابيب التي تتعرض للضغط العالي أو تغير في درجات الحرارة أو وصل أنبوبين من نوعين مختلفين والشكل (6-48) يوضح مقطعاً لنهاية الأنبوب ومكان وضع البراغي.





الشكل(6-48) الوصل بالفلنجة

يتم التوصيل باتباع الخطوات الآتية:

1- نظف جيداً سطح الشفة وحلقة منع التسرب المطاطي.

2- تأكد من نظافة وسلامة حلقة منع التسرب المطاطي. لا تستعمل حلقات متضررة أو تالفة.

3- ادخل حلقة منع التسرب في الحز وثبتها في مكانها بوساطة شريط لاصق إذا لزم الأمر.

4- اضبط استقامة الشفهات المطلوب وصلها.

5- ادخل البراغي والروندلات والعزق. يحب أن تكون كافة أدوات التثبيت نظيفة ومزيتة لتجنب الشد غير الصحيح.

6- يجب اولاً شد البراغي يدوياً ومن ثم استعمال مفتاح الربط حتى 30% من قوة عزم المفتاح القصوى.

7- في حال لم يحكم تسكير الفلنجات يمكن مواصلة الشد حتى 60% من قوة عزم المفتاح القصوى.

8- تحقق من عزم شد البراغي بعد ساعة وصحح إذا لزم الأمر.

يبين الجدول (6-1) أبعاد الوصلات المشفهة

الجدول (6-1) أبعاد الوصلات المشفهة

وصلات مشفهة (فلانجات)

القياسات أدناه تتطابق مواصفات التثقيب (ايه ان اس أي ب 16.1) (ANSI B 16.1)

القطر الاسمي للأنبوب مم	القطر الاسمي للوصلة بوصة	القطر الخارجي للوصلة مم	قطر دائرة المسمار المسنن مم	قطر فتحة المسمار المسنن مم	عدد فتحات المسامير المسنن مم	(ت) سمك الوصلة مم	(ل) الطول مم	(ب) طول محور التقوية مم	(س) قطر سطح الوردة الوصلة مم	(ح) موقع الحز مم	(د) عمق الحز مم	(و) اتساع الحز مم	(ق) قطر الحلقة المطاطية مم
350	14	538	476	22	12	41	1000	105	64	9.36	9.525	20.77	15.88
400	16	603	540	22	16	43	1000	111	64	10.59	9.525	20.77	15.88
450	18	646	578	35	16	46	1000	117	70	11.73	9.525	20.77	15.88
500	20	703	635	35	20	48	1000	120	70	12.96	9.525	20.77	15.88
600	24	823	749	38	20	54	1000	138	83	15.43	9.525	20.77	15.88
900	36	1174	1086	45	32	68	1000	192	96	21.00	9.525	20.77	15.88
1300	48	1510	1422	45	44	87	1000	252	96	24.37	11.43	24.94	19.05
1500	60	1865	1759	54	52	102	1000	303	102	29.84	11.43	24.94	19.05
1800	73	2203	2096	54	60	116	1000	360	102	34.63	11.43	24.94	19.05
2100	84	2544	2426	64	64	134	1000	430	115	41.42	13.33	29.08	22.33

8- وصلات مرنة تركب بالضغط:

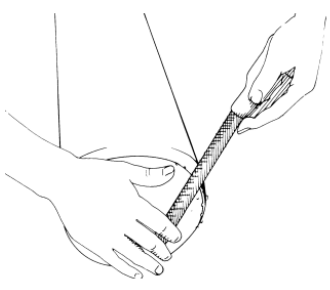
تتكون الوصلات المرنة المدفوعة من حلقة حشو مطاطية تنضغط بشكل آلي وبحيث تحكم إغلاق الوصلة عند إدخال نهاية الذيل بالرأس.

توضع حلقة الحشو المطاطية بالرأس. ويجب أن تكون الحلقات المستخدمة من تلك الموردة من الشركة الصانعة والمخصصة لنظام التجميع الخاص بها. إذ لم توضع حلقات الحشو في مكانها فور توريدها، فإنه يجب تنظيف الحزوز وإزالة أية مواد غريبة منه ومن ثم تركيب الحلقة بصورة صحيحة في الحز قبل رص الأنبوب.

يكون طرف الذيل مشطوفاً ويتم تشحيمه سوياً مع حلقة الحشو المطاطية طبقا لتوجيهات الشركة الصانعة وذلك قبل إدخال الذيل بالرأس. يكون التشحيم جزءاً من نظام التجميع الملائم، أو يكون طبقاً لتوجيهات الشركة الصانعة والخاصة بشبكة توزيع المياه الصالحة للشرب.

يتم إدخال الذيل بالرأس حتى العلامة المؤشر عليها من قبل الشركة الصانعة.

في حالة قطع الأنابيب في الموقع، فيجب أن تكون نهاية القطع رأسية تماماً، ويتم شطف طرف الأنبوب بالطرق الموصى بها من قبل الشركة الصانعة.



الشكل(6-49) شطف طرف الأنبوب وتركيب حلقة التسرب

9- الوصلات بالغراء اللاصق:

طبقاً لطبيعة المادة اللاصقة والتفاوتات المسموح بها للفراغ ما بين طرفي الرأس والذيل، فإنه يجب اتباع توجيهات الشركة الصانعة عند تنفيذ الوصلة. وبشكل عام فإنه يجب مراعاة ما يأتي:

عدم التدخين في المنطقة التي سوف يستعمل فيها اللصق بالغراء. يتم عمل اللصق بالغراء في مكان جيد التهوية.

يكون الغراء اللاصق بدرجة اللزوجة المطلوبة ولا يسمح بتخفيفه بالماء أو أن يحتوي على أية مواد تؤثر على طعم ورائحة الماء أو يكون لها تأثير سام أو تعمل على نمو البكتريا.

تكون الأسطح المراد لصقها نظيفة وجافة وخالية من الشحم.

يتم عمل الغراء اللاصق على شكل طبقة منتظمة السماكة في الاتجاه الطولي، ولكن مع زيادة سماكة الطلاء فوق طرف الذيل. يجب أن تتم عملية اللصق بسرعة كما يجب إزالة بقع الغراء اللاصق بأسرع ما يمكن بعد الانتهاء من عمل الوصلة.

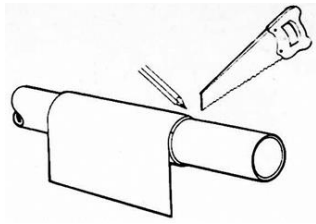
بعد الانتهاء من عمل الوصلة، تترك لتجف بدون قلقلة طبقاً لتعليمات الشركة الصانعة. تستخدم طرق فنية خاصة لعملية الوصل للأنابيب التي قطرها الاسمي 20 مم وأكثر.

خطوات تركيب الأنابيب باللصق باللحام السائل:

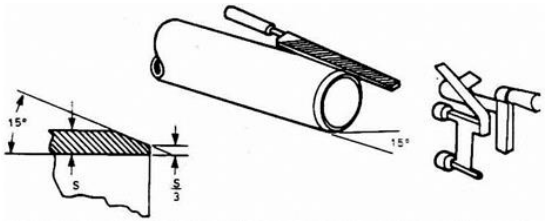
طريقة تركيب الأنابيب باللصق مبينة بالأشكال من (6-50) إلى (6-56):

1- قطع الأنابيب عمودياً على المحور.

2- شطف (تجليخ) طرف الأنبوب المقطوع أو يتم شنفرة (شطف) ذيل الأنبوب بمبرد مناسب وخصوصاً في حالة قطع الأنابيب في موقع العمل.



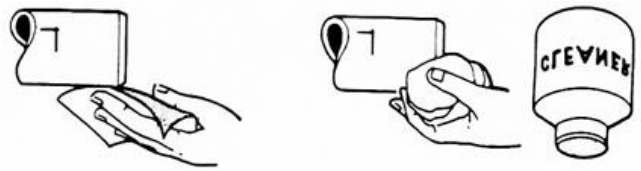
الشكل(6-50)



الشكل(6-51)

3- يحدد طول التداخل بإدخال الأنبوب في الرأس وتوضع علامة دائرية لتحديد مسافة التداخل بين الرأس والذيل.

4- يتم تنظيف رأس وذيل الأنبوب جيداً بقطعة من القماش الجاف النظيف.



الشكل(6-52)

5- يدهن الذيل والرأس بالمادة اللاصقة بفرشاة نظيفة مناسبة لقطر الأنبوب وذلك في اتجاه واحد على ذيل الأنبوب وداخل الرأس.

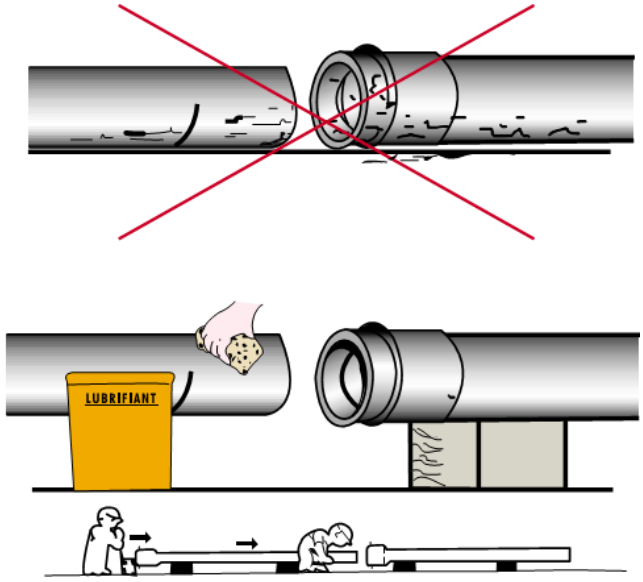
الشكل(6-53)

6- تركب الأنابيب بالدفع ويلاحظ عدم لفها أي يتم إدخال الذيل في رأس الأنبوب بكامل مسافة التداخل المحددة بالعلامة على ذيل الأنبوب مع مراعاة عدم تحريك الأنبوب في اتجاه دائري.

الشكل(6-54)

احتياطات التوصيل باللصق:

- استخـــدام أدوات نظيفـــة (فـــرش).
- يراعي عدم ترك المادة اللاصقة مفتوحة بدون استعمـــال حتى لا تتعرض للجفاف.
- لا تعمـل بجـوار أي مصـــدر حـــراري.
- لا تخلط مادة التنظيف مع مـادة اللصـــق.
- يجـــب تهويـــة مكـان العمـــل جيـــداً.
- يجب لصق الأنابيب قبل جفـاف مـادة اللصق.
- عدم لـــف الأنابيب أثنـــاء التركيـب باللصق.
- عدم تحريك الوصلة قبل جفاف مـادة اللصق.
- عدم اختبار تشغيل الخط قبل مرور 24 ساعة إتمام عملية اللصق.



الشكل(6-55) احتياطات التوصيل باللصق

10- لحام الأنابيب والقطع الخاصة من البولي ايتلين Butt Welding PE 100

يتم لحام الأنابيب والقطع الخاصة من البولي ايتلين **PE 100** ذات السماكة المتساوية.

يتم تنظيف أطراف الأنابيب والقطع الخاصة باستعمال مطهرات من النوع المتطاير ويجب تجنب استعمال البترول أو الكحول أو المواد التي يمكن أن تترك منطقة زيتية في المكان الذي سيتم لحامه والتي سوف تمنع الانصهار الجزئي في الطرفين الذين سيتم لحامها في التنظيف. ومن ثم يتم تثبيت الأنابيب بواسطة ملازم خاصة مرفقة بآلة اللحام الشكل(6-56).

يتم تسوية أطراف الأنابيب والقطع الخاصة باستخدام أدوات خاصة مرفقة بماكينة اللحام وذلك لجعل الأطراف مستوية تماماً وعمودية على محور الأنبوب.

يتم تنظيف صفيحة التسخين بحيث تكون خالية من أية أجسام غريبة أو بقايا بولي ايتلين ويفضل حفظها في صندوق خاص.

توضع صفيحة التسخين قيد التشغيل ثم يتم تحريكها ويقرب طرفي الأنبوبين المراد لحامهما من بعض ويطبق ضغط أولي.

الشكل(6-56) آلة اللحام

توجد ثلاث طرق رئيسية لوصل أنابيب البولي اتيلين:

أولاً: اللحام بالتقابل:

الشكل(6-57) اللحام بالتقابل

وهي طريقة اقتصادية وذات وثوقية عليا جداً وغير قابلة للفصل ولكن يجب اتباع يجب إتباع شروط اللحام بدقة عالية للحصول على وصلة ممتازة.

مراحل اللحام:

1- التسخين تحت الضغط: إن عملية اللحام يجب أن تتم في بيئة جافة محمية من الرطوبة وتيارات الهواء وضمن درجة حرارة تتراوح بين (−5 حتى 40° C) ومن ثم يتم رفع درجة حرارة صفيحة التسخين حسب القطر والضغط والسماكة.

يجب أن تكون حرارة الصفيحة متساوية على كامل سطحها وبطريقة تغطي نهايات الأنابيب والقطع الخاصة التي سيتم لحامها ويتم التأكد من ذلك بفحص حرارة الصفيحة ضمن فواصل زمنية ثابتة.

ومن ثم يتم تطبيق ضغط إضافي وذلك للبدء بعملية صهر المادة وتشكيل تراكب من المادة المنصهرة.

2- **التسخين بدون ضغط:** يتم استمرار تسخين الصفيحة مع تخفيض الضغط في هذه المرحلة وذلك لتجنب تدفق المادة المنصهرة والذي سيؤثر سلباً على نوعية اللحام ويستمر التسخين لمدة كافية حسب القطر والسماكة.

3- **إزالة صفيحة التسخين:** يتم تحريك نهايات الأنابيب لتسهيل إزاحة الصفيحة ثم يعاد تقريب نهايات الأنابيب ليتم وصلها مرة ثانية وتحتاج هذه المرحلة لمدة زمنية وفيها سيتم تطبيق قوة للوصل حسب شروط مصنع جهاز اللحام وفق قطر الأنبوب وسماكته وذلك لتجنب ما يلي:

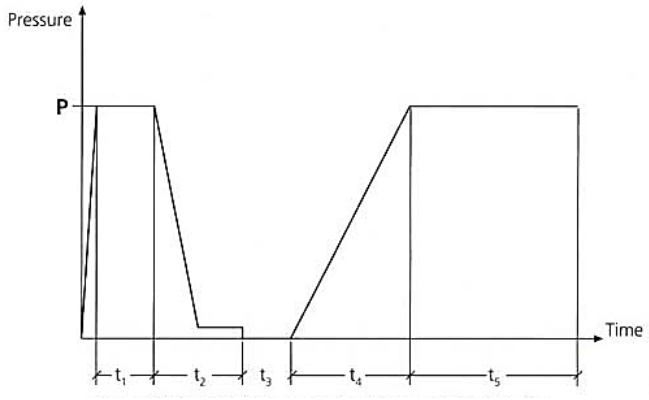
- إذا تم وصل النهايتين بقوة كبيرة فإن المادة المنصهرة قد تنضغط خارج الوصلة وهذا يؤدي إلى وصل المواد الباردة وإفساد اللحام.
- إذا كانت قوة الوصل صغيرة عندئذ سيحصل لحام جزئي.

لذا يجب تطبيق شروط التصنيع لجهاز اللحام بدقة ووفق كتالوك الشركة الصانعة.

4- **اللحام تحت الضغط:** يتم في هذه المرحلة استعادة الضغط إلى نفس المستوى الضغط المطبق في المرحلة الأولى وذلك خلال لمدة محددة ويتم الاحتفاظ بالضغط لمدة كافية.

5- **التبريد:** يتم إيقاف الضغط و يفضل الانتظار لمدة زمنية (زمن الأمان) قبل تحريك النهايات الموصولة و يمنع اللجوء لطرق التبريد المفاجئة باستخدام المياه أو ضغط الهواء.

ويبين الشكل(6-58) مخطط الزمن للحام وامكانيات اللحام بالتقابل



الشكل(6-58)

ثانياً: الانصهار الكهربائي:

وهي طريقة بسيطة وسريعة وغير قابلة للفصل وعملية الوصل تتم بعد إدخال المعلومات الموجودة على الوصلة بواسطة نظام Bar – Code حيث تتصهر الوصلات مع الأنبوب حسب البرنامج المدخل

الشكل(6-59) الوصل بالانصهار الكهربائي

ثالثاً: الوصل الميكانيكي:

طريقة بسيطة وسهلة وقابلة للفصل وذات جودة عالية ومناسبة جداً لوصل أنابيب البولي اتيلين مع أنابيب من مواد أخرى تستعمل للأغراض المنزلية والأقطار حتى 110 مم.

- يجب ان تكون السطوح الداخلية والخارجية للوصلات نظيفة وخالية من الشقوق والثقوب والفراغات والمظاهر الأخرى التي تسبب أي فشل بالوصلات.
- يجب أن تكون المادة الأولية جديدة وغير مجددة.
- يجب أن يساوي الضغط الاسمي للأنبوب الضغط الاسمي للوصلات.

يبين الشكل أنواعها وأقسامها وآلية التوصيل.

الشكل(6-60) الوصل الميكانيكي

6-5 الانحراف المسموح عند تركيب الأنابيب:

يسمح بعمل انحراف في محور التركيب عند الضرورة بدرجات محدودة تبعاً للقطر ولنوع الأنبوب شكل (6-61)

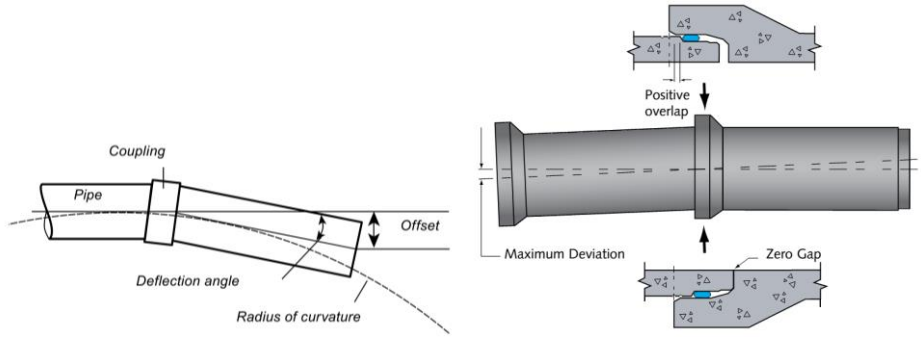
يجب ألا يتجاوز الانحناء الزاوي عند كل وصلة تبعاً للضغط الاسمي للأنبوب القيم الواردة في الجدول (6-2) و تبعاً لطول الأنبوب كما الجدول(6-3)

الجدول (6-2)

القطر الاسمي (mm)	زاوية الانحناء (درجة)			
	الضغط الاسميPN (bar)			
	16 ≥	20	25	32
DN ≤500	3.0	2.5	2.0	1.5
500< DN ≤900	2.0	1.5	1.3	1.0
900< DN ≤1800	1.0	0.8	0.5	0.5
DN >1800	0.5	NA	NA	NA

الجدول (6-3)

زاوية الانحناء (درجة)	القطر الاسمي (mm)	الانحناء الاسمي الأعظمي (mm) طول الأنبوب			الشعاع الاسمي للتقوس(mm) طول الأنبوب		
		3m	6m	12m	3m	6m	12m
3.0	300-600	157	314	628	57	115	229
2.5	700-800	136	261	523	69	137	275
2.0	900-1000	105	209	419	86	172	344
1.5	1100-1300	78	157	313	114	228	456
1.3	1400-1500	65	120	240	132	265	529
1.0	1600-1700	52	105	209	172	344	688
0.8	1800-1900	39	78	156	215	430	860
0.5	2000-2400	26	52	104	344	688	1376



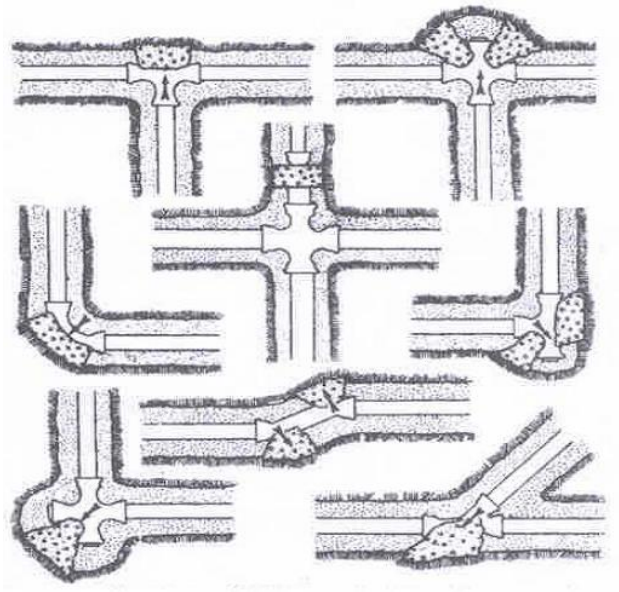
الشكل(6-61) الانحراف المسموح

6-6 الصبات البيتونية الداعمة على أنابيب شبكات المياه المضغوطة:

إن المياه الجارية قد تتسبب بقوة دفع عالية في حال توقفها المفاجئ أو تغيير الاتجاه، إن هذه القوة المؤثرة على الصمامات والأكواع والنقاصات وحنفيات المطافئ

يمكن أن تسبب التسرب أو فصل هذه القطع إذا لم تكن مثبتة ومقيدة بالطريقة الصحيحة. وقد يكون الضغط أضعاف الضغط الطبيعي في حال ارتفاعه نتيجة الصدمة المائية التي تحدث نتيجة لأمور مثل الاغلاق السريع لحنفية المطافئ. الأنابيب البلاستيكية وهي ناعمة الملمس معرضة للإفلات إذا لم تكن مثبتة بشكل كامل، كما وجد أن أكياس البولي اتيلين والموضوعة حول الأنابيب المصنعة من حديد الصب للتحكم في الصدأ تمنع احتكاك الأنابيب مع التربة وبذلك هناك مجال للأنبوب أن ينزلق داخل الكيس إذا لم يكن مثبتاً بإحكام.

يبين الشكل (6-62) أنماطاً من الدعامات الأفقية للأنابيب، ويمكن صنع الدعامة من الاسمنت المصبوب أو أي مادة لا تتحلل مع الزمن، ولا ينصح باستخدام الخشب لصنع الدعامات. ويجب أن تتمركز قوة الدعامات هذه في وجه القوة الدافعة في الأنبوب وأن تدعم الوصلات ولا تغطيها كاملاً، وإن من الضروري عدم توسعة الخنادق عند تغيير اتجاه الأنابيب وذلك للحاجة إلى أرض صلبة لدعم الأنبوب. ويجب وضع دعامات مماثلة عند تركيب الأنابيب بشكل منحني وبالرغم من أن المنحني ممكن إجراؤه بثني الأنبوب عند نقطة التوصيل وبشكل تدريجي، إلا أن الكوم المحيطة بهذا الأنبوب قد تكون كافية لمنع اندفاع الأنبوب إلى الخارج نتيجة الصدمة المائية.



الشكل(6-62) أشكال الدعمات

وطبقاً للمواصفات العالمية يجب عمل الصبات البيتونية في الأماكن الآتية:

1- عند أنابيب القطع.

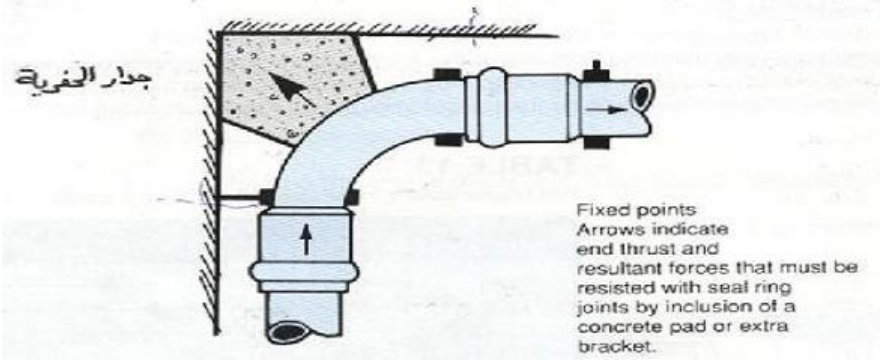
2- عند النقاصات حيث يتغير القطر.

3- عند الأكواع.

4- عند نهاية الخطوط.

5- عند تيهات التوزيع (T).

حيث يجب أن تكون الصبة كافية وقوية وتستند إلى جدار الحفرية الصلب، ويفضل وضع صفيحة من البولي اتيلين بين الصبة والأنبوب لتسهيل فكه.



الشكل(6-63)

6-7 أعمال الردم و تغطية الأنابيب:

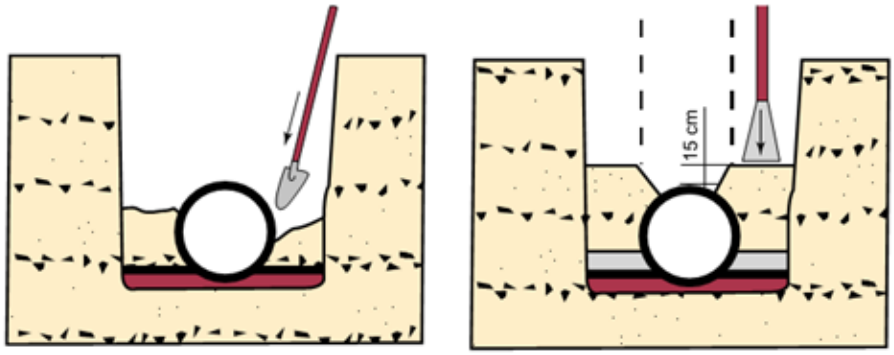
إن مواد الردم التي تغطي وتحيط بالأنبوب المركب حديثاً تخدم أغراضاً كثيرة علاوة على تعبئة وإغلاق الحفريات، وأهمها توزيع الأحمال السطحية. فعلى سبيل المثال إن مرور سيارة شحن ثقيلة فوق أنبوب موضوع في خندق قليل العمق غير مرصوص الردم قد يحطم الأنبوب لأن الثقل ينتقل عمودياً إلى الأسفل. أما إذا كان الردم مرصوصاً بطريقة صحيحة فإن الثقل ينتقل إلى الخارج باتجاه جدران الخندق مما يمنع تحطم الأنبوب. ووظيفة هامة أخرى للردم الصحيح هي حصر الأنبوب جانبياً لمنعه من الحركة في حالة حدوث الصدمة المائية (Water Hammer) في النظام المضغوط.

في معظم مواقع العمل يستحسن ابقاء مواقع الحفر وتركيب الأنابيب والردم بالقرب من بعضها البعض لتجنب المشاكل اللوجستية وتخفض كلفة الاشراف. إن الردم مباشرة بعد الوصل يمنع حدوث أمرين خطرين: عوم الأنبوب والتمدد الحراري.

بعد الانتهاء من أعمال تمديد الأنابيب وتجربتها وبعد أخذ موافقة مهندس الإدارة يبدأ المتعهد بتنفيذ أعمال الردم بوجود مندوب من الإدارة، وإذا أخل المتعهد بهذا يحق للإدارة حفر ما قام بردمه وإعادة ردمه ثانية وفق الشروط الفنية وعلى حساب المتعهد.

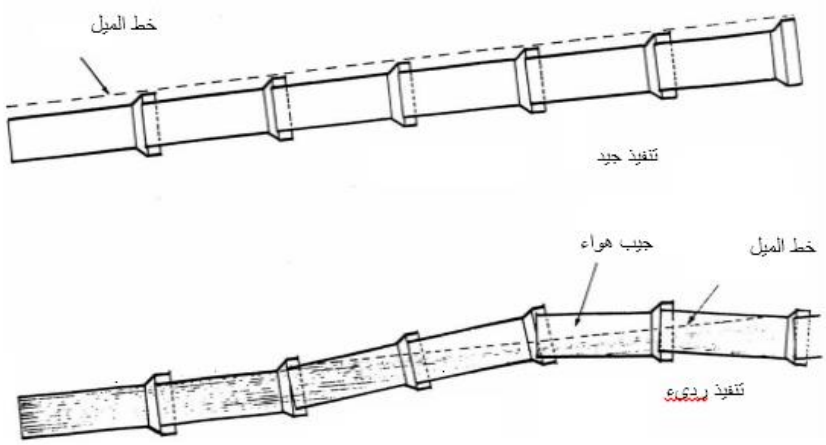
تتم اعمال الردم على النحو الآتي:

1) يتم اختبار مواد الردم من ناتج الحفر ويجب أن تكون مكونة من الرمل أو الحصى وخالية من كتل التراب أو الطين الكبيرة وخالية كذلك من الحجارة الأكبر من 25 مليمتر، جافة ونظيفة وذات تدرج حبيبى مناسب وخالية من الحجارة وكسر الإسفلت وجذوع الأشجار والأخشاب وخالية من الأملاح والمواد الضارة وإلا تورد تربة صالحة.
2) تستعمل في الردم الأتربة الخالية من الأنقاض والكدر والأوساخ والمواد الغريبة كالمخلفات والرماد والأخشاب وأوراق الأشجار الخ .. كما لا يسمح كذلك باستعمال الطين والأتربة الممزوجة بالماء.
3) في حالة كون ناتج الحفر أو بعضه صالحاً للردم فيمكن استعمال الجزء الصالح للردم، فإن لم يكن كافياً يلتزم المقاول بتوريد الرمل اللازم لذلك والذي يوافق عليه المهندس المشرف وعلى نفقة المقاول.
4) يتم الردم بالرمل على جوانب الأنابيب وفوقها حتى منسوب (30) سم فوق المولد العلوي للأنبوب مع الرش بالماء والدمك جيداً ويحشى الرمل عند جوانب الأنابيب بواسطة مدكات خشبية ومدقات يدوية إلى أن تمتلئ جميع الفراغات تحتها وذلك لجميع أنواع الأنابيب.



الشكل(6-64) ردم ورص الخندق

5) يتم إعادة الحالة إلى ما كانت علية قبل التنفيذ
6) أما في حالة وجود مياه جوفية بخندق الحفر فيجب أن يردم جسم أنابيب البوليستر المسلحة بألياف الزجاج (GRP) وكذلك الأنابيب البلاستيك (PVC) البلاستيكية بشكل عام مباشرة بعد تركيبها بارتفاع لا يقل عن ٣٠ سم من الراسم العلوى للأنبوب بالرمل الحرش مع ترك الرؤوس بدون ردم ثم يستكمل الردم وتغطية الرؤوس بعد انتهاء التجارب ويستكمل ردم قطاع الحفر وحتى منسوب الطريق بالردم العادي قبل إيقاف سحب المياه وذلك حفاظاً على جسم الأنبوب من الطفو.
7) يجب التأكد من أن تركيب الخط تم طبقا للمناسيب الموجودة باللوحات كما يجب التأكد من عدم وجود جيوب هوائية قبل البدء في التجربة حيث أن هذه الجيوب لن تسمح بعمل التجربة وقد تؤدي إلى تدمير الخط.



الشكل(6-65) ضبط ميول الخط

8) يتم الردم في المسارات المزفتة والمعبدة إن وجدت بالحجر المكسر حتى أسفل منسوب طبقة التعبيد و التزفيت (على أن يتم أخذ مواصفات هذه الطبقة من الملحق الوزاري المرفق لأعمال ردم الأنابيب.
9) أما في المسارات الترابية فيتم الردم بنواتج الحفر حتى منسوب سطح الأرض الطبيعية.
10) يجب أن يتم الردم على طبقات ارتفاع كل منها (20) سم وترش بالماء بحيث يتم دمكها ميكانيكياً أو يدوياً بموافقة المهندس المشرف لتأمين درجة رص جيدة تحول

دون حدوث أي هبوط أو انخفاض في طبقات التزفيت مستقبلاً و على مسؤولية المتعهد، ويجب أن يكون الدمك كافياً لتصل كل المواد المدموكة إلى كثافة جافة تساوي 95% من الكثافة القصوى التي يحددها المختبر وذلك عند فحصها باختبار بروكتر المعدل.

11) يجب على المتعهد أثناء عملية الردم أن يقوم بوضع شريط التحذير في الأماكن المحددة بالمخططات. وهي شرائط تحذير من البولي ايتلين باللون الأزرق بعرض بحدود ٥ سم مزود بأسلاك من الستانلس ستيل عدد /2/ مثبتة بين طبقتين من البولي ايتلين المقاوم للتآكل و يجب أن تكون الأسلاك وفق المواصفة BS 1554 و ممددة بشكل منحنيات جيبية و يجب أن تكون مقاومة للتآكل في التربة. كما يجب أن يؤمن الشريط زيادة في الطول تصل إلى 25 % دون أن تنقطع الأسلاك عند تعرض الشريط إلى قوة شد كبيرة أثناء عمليات الحفريات و تطبع عليه عبارة بشكل متكرر فيما يخص تمديدات مياه الشرب كما يأتي:

Caution – water pipeline below / أحذر تمديدات مياه شرب في الأسفل/

الشكل(6-66)

12) كما يجب عليه أن يقوم بتقديم و تعمير أطقم فوهات المفاتيح المؤلفة من (لوحة إسمنتية + أنبوب كولوريت + فوهة) بشكل فني صحيح فوق الحنفيات.

ويتم تجربة هذه الحنفيات بوساطة مفاتيح المياه وذلك بعد القيام بأعمال التعبيد والتزفيت أو التبليط وفي حال عدم إمكانية فتح وإغلاق هذه الحنفيات لأي سبب كان فإنه يترتب على المتعهد إعادة الحفر وإصلاح الخطأ وإعادة الردم والتزفيت والترحيل وعلى حسابه دون مقابل.

13) وعلى المتعهد أن يقوم بترحيل الفائض من نواتج الحفريات من الأتربة خارج منطقة المشروع وعلى نفقته الخاصة إلى مكان يحدد من قبل مهندس الإدارة ويجب أن تكون سرعة أعمال الترحيل متناسبة مع سرعة أعمال الحفريات.

14) ويجب عليه عدم إبقاء أي مخلفات في المكان المحفور كما يجب تنظيف المكان بشكل كامل وإعادة الأوضاع إلى ما كانت عليه قبل المباشرة بالأعمال.

15) يتم الحصول على التراب الناعم للمنطقة الحاضنة للأنبوب باستعمال غربال لا تزيد فتحته عن ما هو وارد في الجدول (6-4):

الجدول (6-4) أبعاد التراب الناعم المنخول

قطر الأنبوب (ملم)	أقصى حجم للمواد الخشنة (ملم)	نسبة المادة الخشنة %	نسبة المادة الناعمة %
أقل من 600	13	15	85
1600-600	19	15	85
أكبر من 1600	25	15	85

ويُستخدم في الردم إحدى الأنواع التالية وتكون الأولوية حسب الترتيب الاتي:

1- نواتج الحفر.

2- نواتج الحفر غير الصالحة والممكن استصلاحها.

3- حفر الاستعارة.

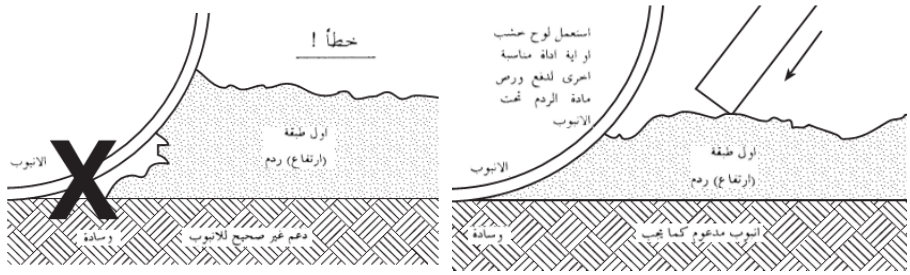
4- بقايا المقالع.

5- طبقة حجر مكسر.

6- البحص الناعم (العدسي).

ملاحظـة: يجب التأكد من أن مادة ردم الأنبوب غير مجلدة وغير ملوثة بالأوساخ والنفايات والمواد الأخرى التي تتلف الأنبوب أو تتسبب بإزالة الدعم الجانبي.

أثناء الردم يجب التأكد من أن المادة الحبيبية تنساب كليا تحت الأنبوب لتوفير دعم كامل كم في الشكل (6-67).



الشكل(6-67) ردم الأنبوب

يمكن استعمال لوح خشب أو أية أداو مشابهة أخرى لدفع ورص مادة الردم تحت الأنبوب.

إن الإنجاز الصحيح لهذه الخطوة يشكل مرحلة مهمة جداً من عملية ردم الأنبوب.

يجب القيام بالردم بطبقات من150مم إلى300مم وفقا لمادة الردم وطريقة الرص.

يجب التأكد بين الطبقة والاخرى من القيام بالرص الصحيح لضمان الحصول على دعم جانبي مناسب. وتجدر الإشارة إلى أن رص الرمل (بالمقارنة مع الحصى) أسهل ما يمكن عندما تكون نسبة الرطوبة به عالية.

عندما تصل مادة الردم إلى منتصف القطر الاسمي للأنبوب يجب القيام بالرص بالقرب من الجوانب ثم المتابعة إلى الوسط.

قد تتسبب عملية وضع ورص مادة منطقة الأنبوب بانحناء الأنبوب عمودياً فيجب في هذه الحالة التأكد أن هذا الانحناء لا يتجاوز ٣%من قطر الأنبوب، يحدد هذ الانحناء عندما يصل الردم إلى تاج الأنبوب.

1-7-6 ترحيل نواتج الحفريات وترميم الموقع:

على المتعهد ترحيل نواتج الحفريات من الأتربة الزائدة عن الردم خارج منطقة المشروع وعلى نفقته الخاصة إلى المكان الذي يحدده مهندس الإدارة ويجب أن تكون سرعة أعمال الترحيل متناسبة مع سرعة أعمال الحفريات.

ويجب عدم إبقاء أية مخلفات في المكان المحفور كما يجب تنظيفه بشكل كامل وإعادة الأوضاع إلى ما كانت عليه قبل المباشرة بالأعمال. من الواجب إعادة موقع الإنشاء إلى وضعه الأصلي في الحال، فالعشب المبعثر يجب استبداله بطبقة عشبية أو

زراعة بذور في التربة وريها إذا دعت الحاجة للحصول على نمو ابتدائي جيد للعشب، كما يجب إعادة تعبيد الشوارع وصف حجارة الحواف كما كانت عليه، والتأكد من أن التصريف في الحفر والقنوات يتم بشكل جيد.

يجب إزالة أنقاض الإنشاء وإعادة المداخل الخاصة والأسوار والأعشاب والشجيرات إلى وضعها الأصلي. وقد يؤدي تلف الجذور إلى موت بعض الأشجار بعد وقت طويل أحيانا، وإذا كان هناك مسألة متعلقة بإلحاق الضرر بالأشجار وجب استشارة خبير أشجار مؤهل بشأنها، وقد يساعد في بعض الحالات التقليم والتغذية في إنقاذ الأشجار المتضررة.

في حال اعتبار عمليات الترميم مكتملة يقوم أحد المسؤولين بإجراء فحص نهائي لموقع العمل كاملا وتسجيل ملاحظات عن أي عمل ترميمي لم يتم إكماله، ويكون هذا الوقت ملائما لإتمام المخططات حسب الإنشاء (as-built drawin) لتوثيق أي فروقات نفذت مغايرة للتصميم، وتسجيل القياسات الدقيقة للصمامات ومحابس المطافئ. كما يجب أن يتم فحص نهائي لجميع الصمامات للتأكد من أنها مفتوحة تماماً وإجراء فحص جرياني لجميع الصمامات الجديدة وتسجيل النتائج في قيود النظام.

8-6 فحص الضغط للخط الرئيس:

بعد أن يتم ردم الخندق جزئياً يجب فحص الخط الرئيس الجديد للتأكد من عدم وجود أي تسرب. ويمكن أن يتم ذلك بفحص أجزاء الخط بين الصمامات واحدا تلو الآخر، كما يمكن أن يقرر القائمون على تركيب الخط الانتظار وفحصه كاملا مرة واحدة وذلك بعد الانتهاء من عملية التركيب.

لسنين طويلة خلت عندما كانت الوصلات الرصاصية هي المستخدمة فقط مع أنابيب حديد الصب، كان الافتراض دائما بوجود التسرب، وكان الشيء الوحيد الذي يمكن للقائمين على التركيب فعله هو الأمل بأن لا يكون التسرب كبيراً، أما الأن وبسبب استخدام الوصلات الميكانيكية والوصلات المنفذة بالضغط أو حلقات منع التسرب، فمن المتوقع ألا يحدث أي تسرب إلا إذا كان هناك شيء به خلل.

إجراءات الفحص العامة:

تنطبق الإجراءات التالية على فحص جميع أنواع الأنابيب:

- إذا كانت الأنابيب المستخدمة هي عبارة عن قوالب مصنوعة بسكب أو صب الإسمنت يجب ألا يبدأ بالتجربة إلا بعد مرور عشرة أيام على تصلب البيتون العادي المصبوب لتدعيم القطع الخاصة.
- للإدارة وحدها الحق بتعيين طول القساطل الممددة المراد تجربتها وذلك على ضوء برنامج العمل على ألا يزيد في أي حال من الأحوال عن /500/ م.ط.
- بعد تمديد القساطل يردم المتعهد الأجزاء من القساطل الواقعة بين كل رأسين بغية تثبيت القساطل على أن يبقى فراغا ظاهراً لا يقل عن /75/ سم اعتباراً من كل جهة من رؤوس القساطل ثم تجرى التجربة.
- على المتعهد استحضار وتركيب الأدوات اللازمة لإجراء التجارب بما فيها المضخات والسدات ومفرغات الهواء وأجهزة قياس الضغط ويجب أن تحوز هذه الأجهزة جميعها على موافقة مهندس الإدارة ويقوم المتعهد بتأمين المياه اللازمة للتجارب على نفقته الخاصة.
- يجب التأكد من أن الصمامات على جميع الوصلات على الخط الرئيس موصولة بإحكام تام.
- إغلاق جميع الصمامات.

9-6 التجارب المطلوبة على الخطوط المضغوطة:

1-9-6 تجربة الضغط الخيدروستاتيكي:

1- تجربة الأنابيب بالمصنع:

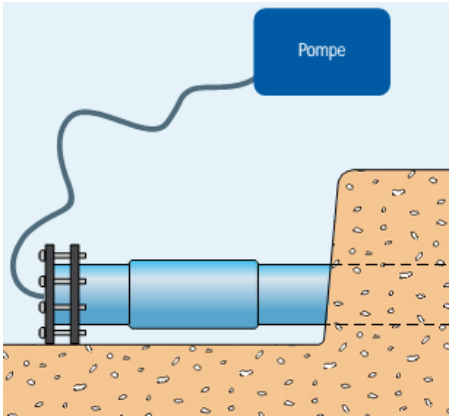
ويتم تجربة الأنابيب بالمصنع للاطمئنان على خامة الأنبوب ويكون:

ضغط التجربة = ضعف ضغط التشغيل

2- تجربه أجزاء الخط بالموقع:

يتم تجربة أجزاء الخط بطول (500 – 2000م) طبقاً لظروف الموقع وفي بعض الاحيان يمكن تجربة طول يصل الى 5000م ولكن يجب ان تكون جميع الأنابيب تحت الملاحظة والسيطرة وذلك لحل أي مشكلة تظهر أثناء التجربة بسرعة حيث ان التأخير قد يؤدي إلى تدمير الخط أو المرافق والمباني المجاورة ويكون:

ضغط التجربة = مرة ونصف ضغط التشغيل



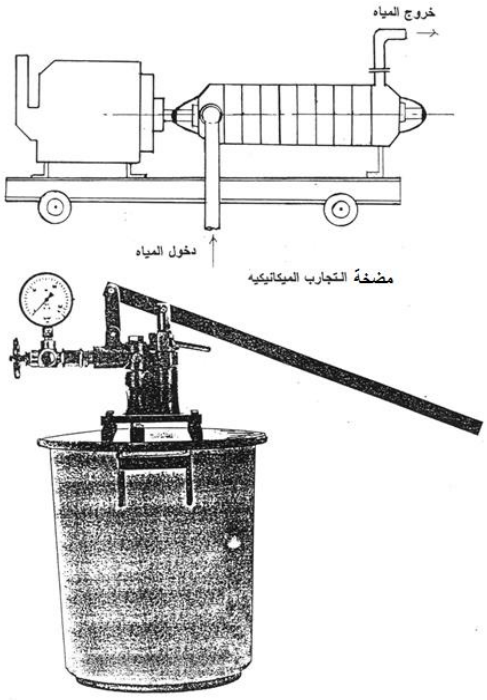
الشكل(6-68) تجربة الضغط

3- بعد توصيل أجزاء الخط:

يتم تجربة الخط بالكامل وذلك لتجربة الاجزاء التي لم يتم تجربتها في التجربة لأجزاء الخط ويكون:

ضغط التجربة = ضغط التشغيل

وتستخدم المضخة اليدوية أو الميكانيكية في عمل التجربة شكل (6-69)



الشكل(6-69) جهاز الضغط

التجربة لأجزاء الخط بالموقع:

- يلزم بعد إنهاء تركيب الخط ان يتم عمل تجربة ضغط مائية له لضمان صلاحيته وانه لا توجد به عيوب حدثت أثناء التركيب وذلك بتوليد ضغط مائي داخلي يساوى 1.5 مرة ضغط التشغيل والانتظار نصف ساعة مع عدم هبوط مؤشر مانومتر الضغط، بهذه الوسيلة يمكن الاطمئنان على سلامة الخط.
- يجب أن يكون مهندس التنفيذ على علم بالأجزاء التي سوف يقوم بتجربتها – أي يقسم الخط إلى اجزاء متقاربة في الطول – (ويفضل كيلو متر لكل جزء يتم تجربته – وأن تتم التجربة في أماكن مناسبة من حيث وجود مصدر للمياه وتصريف المياه بعد انتهاء التجربة.

خطوات التجربة:

1- عند نهايتي الخط يتم تركيب قطعتي اتصال احداهما برأس وفلنجة والاخرى بذيل وفلنجة حتى يمكن ربط الطبة أو السدة (وقطعة الاتصال).

2- يتم غلق طرفي الخط بوساطة طبات (شكل 4) هذه الطبات يجب أن تكون قوية جداً لمقاومة الضغط الداخلي للمياه فمثلاُ إذا كان الضغط المطلوب للتجربة هو 12 ضغط جوى أي 12 كجم / سم^2 أي 120 طن / م^2 وبفرض أن قطر الأنبوب 1 م أي مساحة مقطعه 0.78 م^2. تكون القوة المؤثرة على هذه الطبة = 93.6 طن.

3- يتم توصيل خط مياه قطر ١بوصه الى طبة الضغط (عند مضخة التجربة) في حين نوصل بالطبه في الجهة العليا للخط أنبوب 1/2 ترتفع حوالي 5 متر وفي نهايتها صمام تنقيث من وظائفه طرد الهواء الموجود داخل الأنبوب أثناء الملء ويتم تجهيز جميع متطلبات جهاز الضغط من محابس ومانومتر ومياه الشكل(6-70).

4- املأ الخط الرئيس بالماء وتأكد من أن الهواء قد تم إخراجه من جميع النقاط المرتفعة، وإذا وضعت حبوب الكلور في الأنبوب أثناء العمل فإن عملية الملء يجب أن تكون بطيئة جداً لكيلا تتم إزاحة الحبوب من مواقعها.

5- يتم صب خرسانة عادية للدقارات خلف الطبب (بعد تركيب وصلات الأنابيب، 1) ويمكن في حال امتداد الخط ان يتم العمل كما بالشكل (6-71) أي ننفذ الجزء الثاني ونبدأ بعمل التركيبات اللازمة لقطع التجربة أما اذا كان الخط منتهى عند هذه النقطة

فيمكن الصب خلف الطبة الاخيرة حتى جانب الحفر الرأسي المقابل للطبة – وفي هذه الحال يجب الحرص على عدم قلقة طبيعية الارض أو الحفر زيادة عن أبعاد الدقار الخرساني بعد أخر أنبوب حتى يمكن للارتكاز الخرساني ان يرتكز بأمان على الارض الطبيعية.

6- يتم فتح كل الصمامات الحاجزة للهواء – على طول الخط – ونبحث عن طريقة لملء الخط المراد تجربته فانه قد يملأ عن طريق قائم الأنبوب 1 "الخارج من الطبة (قبل تركيب مضخة الضغط).

7- يتم تركيب مضخة التجربة مع ملحقاتها وجهاز قياس الضغط في النقطة المنخفضة من القسم المراد تجربته ويركب جهاز قياس آخر ومفرغ هواء في النقطة المرتفعة من نفس القسم. نقوم بتشغيل ماكينة الضغط رويداً رويداً حتى يصبح الضغط 3 ضغط جوى مثلاُ ثم يجرى المرور على جميع غرف الصمامات وفتحها ومعاينة المحابس وجميع التوصيلات والرباط عليها داخل الغرفة حتى نطمئن تماماً لذلك.

8- نبدأ في رفع الضغط حتى نصل إلى القيمة المطلوبة وننتظر نصف ساعة، إذا كان المانومتر ثابتاً فذلك يدل على سلامة الخط أما إذا كان المانومتر يهبط ولا يستقر على وضع فذلك يدل على وجود عيوب بالأنبوب يجب اصلاحها وفيما يلي بعض النصائح المطلوبة في هذه الحال:

أ – إعادة المرور على غرف المحابس والتأكد من عدم خروج أي مياه منها.

ب–المرور على الخطوط ومعاينة الرؤوس والتأكد من عدم تسرب أي مياه منها.

9- أثناء فترة الانتظار قم بزيادة الضغط كما هو مطلوب للحفاظ على قيمة ضغط الفحص الدنيا. وذلك باستخدام خزان معاير وقم بتسجيل كمية الماء الإضافي المستخدم.

10- قارن بين كمية التسرب (وهي كمية الماء اللازمة لرفع الضغط ثانية) مع كمية التسرب القصوى المفتوحة في المواصفات القياسية لمؤسسة أعمال المياه الأمريكية AWWAالتي تنطبق على نوع الأنبوب.

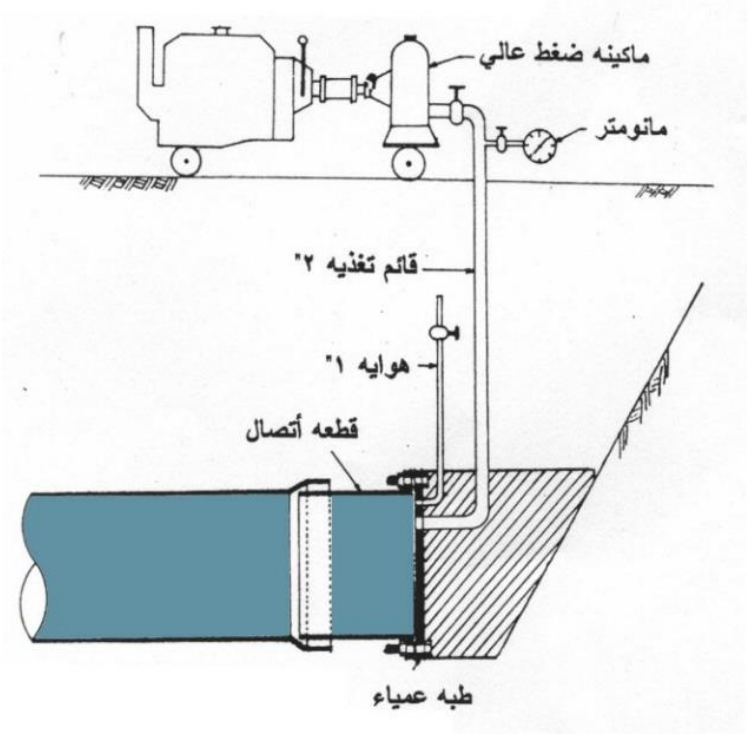
11- أما في حالة ردم الخط بالكامل (لدواعي المرور وخلافه) فيمكن ملاحظة الارض فوق مسار الأنبوب فعند حدوث هبوط في الارض فوق الأنبوب دل ذلك على وجود تسرب مائي في هذا القطاع ويجب الكشف عنه واصلاحه.

- إذا لم يستقر المانومتر بعد عمل كل ما سبق دل ذلك على وجود جيوب هواء بالخط محبوسة نتيجة سوء التنفيذ – وهذه مشكلة كبرى للمهندس لهذا – ينصح دائماً – للحصول على خط ممتاز وعلى سرعة تنفيذ وتسليم الخط ان يتم تركيب الخط طبقاً للمواصفات لتحصل على خط سليم وعلى كفاءة عالية.

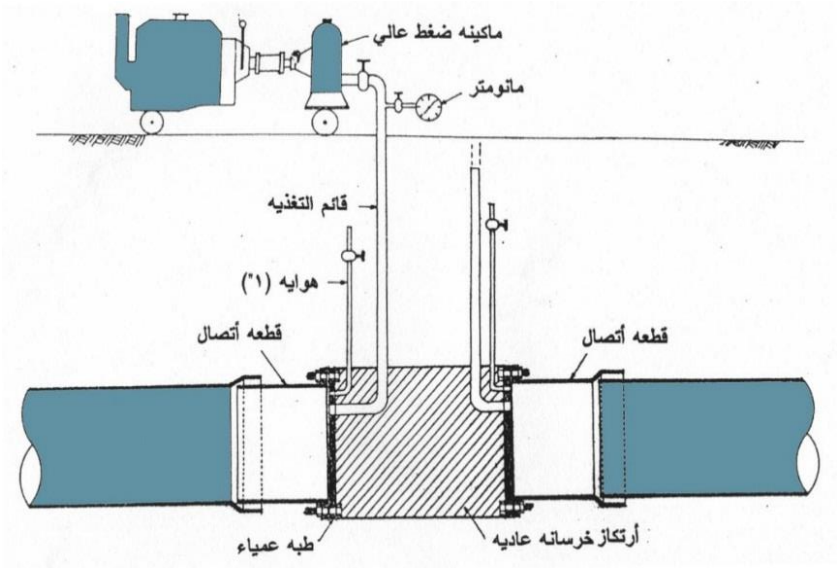
12- بعد نجاح التجربة ننتقل إلى القطاع التالي لعمل التجربة به أيضاً – وبعد نجاح التجربة في هذا القطاع يتم تكسير الخرسانة العادية بين الخطين وفك الطبب وفك القطع المخصوصة أيضاً لتجهيز توصيل الخط.

13- الجزء الذي يظهر به أي رشح من جراء وجود شعر أو كسر يجب فكه وتركيب غيره حسب تعليمات مهندس الإدارة كما يجب إصلاح الرؤوس والوصلات الراشحة ثم تعاد التجربة إلى أن تنجح وتصبح مقبولة من قبل مهندس الإدارة.

14- يتم توصيل قطاعات الخط ليصبح خطاً واحداً ويتم ذلك طبقاً لنوع الأنابيب المستخدمة في الخط.



الشكل(6-70) ارتكاز دقار التجربة على الأرض الطبيعية مباشرة



الشكل(6-71)

يكون الفقدان السريع للضغط عادة ناتجاً عن فتح صمام أو كسر أو تشقق في الأنبوب أو أن وصلة ما قد أزيحت من كانها بعد إنجازها، ويكون من السهل نسبياً في العادة الكشف عن هذه التسربات بالاستمرار بالضغط إلى أن يظهر الماء على السطح.

أحد الأسباب المحتملة لتناقص الضغط بشكل بطيء هو عدم طرد الهواء كلياً من الأنابيب قبل بدء الفحص، وهنا يتناقص الفقدان الظاهري في كل مرة يعاد فيها الفحص، ويصعب في العادة تحديد مكان التسرب البطيء، فإذا كان الفحص الأولي في أجري على جزء طويل من الأنبوب الرئيس فقد يلزم الأمر من أجل تحديد تسرب صغير القيام بفحص أجزاء صغيرة من الأنبوب بين الصمامات لتقليص المسافة المحتمل تواجد التسرب فيها ومن ثم تستخدم أجهزة الكشف عن التسرب لتحديد مكانه. وهناك طريقة بديلة للكشف عن التسرب وهي تعريض الخط الرئيس بصورة متواصلة لأقصى ضغط ممكن مع الحفاظ على سلامة النظام والانتظار لحين خروج الماء إلى السطح.

6-9-2 تجهيز الخط للدخول في الخدمة:

يجب غسل جميع الأجزاء الجديدة من الخط الرئيس بشكل تام، وتطهيرها وإجراء الفحوصات للكشف عن تواجد الجراثيم قبل السماح للمستهلك باستخدام الماء الجاري فيها.

بعد توصيل كل التقفيلات على الخط، نبدأ في عمل الغسيل لهذا الخط ثم التعقيم حتى يدخل الخدمة:

أولاً: غسيل الخط

إن الغسيل متطلب مبدئي هدفه إزالة الطين والحطام الموجودة في الأنابيب كمخلفات للتركيب، وإذا لم يأخذ العمال الحيطة والحذر بإغلاق نهايات الأنبوب الرئيس عندما لا يكون مراقباً فقد تظهر مع عملية الغسيل حيوانات ميتة ومواد غريبة أخرى.

- يجب على المهندس المصمم أن يختار نقط محدده من الخط تجاور أي من الخطوط العاملة في شبكة الأنابيب تستخدم كمصدر للمياه اللازمة للغسيل وذلك بتوصيلها بهذا الخط.
- كما يختار أماكن أخرى بالخط – يفضل الاماكن القريبة من مجرى مائي مثل قناة أو مصرف لإلقاء ماء الغسيل.
- بعد فتح كافة الصمامات على الخط وكذلك صمامات الهواء وغلق جميع الصمامات الجانبية وبعد توصيل أنبوب الغسيل من الخط العامل الى الخط الجديد – يتم فتح المياه – يفضل عمل فتح المياه ليلا حتى لا تتأثر كميات المياه اللازمة للسكان بجانب أن ضغط المياه يزيد ليلاً.

تندفع المياه بكميات كبيرة بالخط دافعة كل الرواسب والمواد العالقة والشحم وخلافه أمامها الى نقطة الغسيل الواصلة الى المجرى المائي، سرعة الجريان في الأنبوب مقدارها (0.8) م/ث ويفضل أن تبلغ هذه السرعة (1.1) م/ث ، كما يجب أن تدام هذه السرعة لفترة تكفي لتغيير الماء كاملاً مرتين أو ثلاث مرات حتى يخرج الماء نظيفاً.

- يستمر هذا الوضع يومياً بمعدل 4-5 ساعات (حسب الظروف) وبعد أسبوعين تقريباً نبدأ في أخذ عينات من المياه الخارجة من وصلة الغسيل ونضعها في كوب نظيف أو زجاجة شفافة وتترك لمدة ساعتين.
- يلاحظ وجود رواسب دقيقة جداً ترسب في قاع الزجاجة، الأمر الذي يستلزم الاستمرار في عملية الغسيل حتى تنتهي هذه الرواسب تماماً.
- أما في الأنابيب الرئيسة الكبيرة جداً والتي لا يمكن توفير الماء الكافي للغسيل فيجب تنظيف الأنبوب الجديد باستخدام مكشطة أسطوانية متعددة المراحل.

ثانياً: التعقيم

يجب تطهير الأنابيب الرئيسة والمعدات الجديدة باستخدام أحد أشكال الكلور، وثمة طريقتان مستخدمتان لهذه الغاية تتضمن إضافة حبوب أو محاليل الكلور.

طريقة الحبوب:

بهذه الطريقة توضع حبوب هايبوكلورايت الكالسيوم (HTH) في كل جزء من الأنبوب مع تقدم استمرار العمل، وتذوب هذه الحبوب عند ملء الأنبوب الجديد بالماء. وتلصق عادة هذه الحبوب في أعلى الأنبوب باستخدام مادة صمغية (Epoxy Resin) بكميات كافية بحيث تنتج كلوراً بمقدار ٢٥ ملغم/ لتر بعد الذوبان.

بعد ملء الخط الرئيس بالماء يجب أن يتم الاحتفاظ بمحلول الكلور في الأنبوب لمدة (24) ساعة على الأقل، ولأن الحبوب موضوعة في نهاية كل جزء من أجزاء الأنبوب، ينصح بأن يتم تنفيس الأنبوب لإخراج كمية صغيرة من الماء بشكل دوري لنقل محلول الكلور إلى مواقع جديدة في الأنبوب. وعند استخدام الحبوب للتعقيم يجب إبقاء سرعة الماء في الأنبوب أقل من (0.3 م/ث)، وإلا انتقلت الحبوب من أماكنها إلى نهاية الأنبوب.

عند استخدام طريقة الحبوب يجب أن يحرص العاملون على إبقاء الأنبوب نظيفاً أثناء التركيب كون الأنبوب الرئيس لا يمكن رحضه قبل تعقيمه، فإذا كان التوقع بأنه من الصعب أن تسمح ظروف العمل بإبقاء الأنبوب نظيفاً وجب عدم استخدام طريقة الحبوب وذلك لتنظيف الخط قبل تطهيره.

التطهير بالهيبوكلورايت:

على الرغم من أن غاز الكلور يمكن أن يستخدم لتعقيم أنابيب الماء الرئيسة إلا أنه يحتاج إلى معدات خاصة وهو خطر الاستخدام ولذا ينصح به فقط عند تركيب الأنابيب الرئيسة الكبيرة عندما يكون هناك مراقبة من قبل من لديهم خبرة في استخدام المعدات، وتستخدم هايبوكلورايت الكالسيوم وهيبوكلورايت الصوديوم (المبيض) عادت لتعقيم الأنابيب الرئيسة الأصغر حجماً.

يتم حقن محلول الكلور المركز من خلال صمام مؤسسة يكون مركباً بالقرب من الصمام الموصول بنظام المياه القائم، وتتم إدارة الكلور إما بالتغذية المستمرة أو طريقة

الجرعة، ويتم في طريقة التغذية المستمرة إدخال المياه ببطء إلى الأنبوب الجديد في الوقت الذي يدخل فيه محلول الكلور بقوة إلى الأنبوب باستخدام مضخة تغذية كيماوية أو مضخة تقوية، ويمكن قياس معدل جريان المياه عن طريق قياس الجريان في نهاية الخط. ويجب أن يعطى معدل التغذية الكيماوية تركيزاً مقداره 50 ملغم/لتر تقريبا عند خلطه بالماء الداخل. كما يجب أن تستمر التغذية إلى أن يصل مقدار المتبقي 25 ملغم/لتر في الماء الجاري عند نهاية الخط، بعد ذلك يجب إيقاف الجريان وترك محلول الكلور في الأنبوب لفترة لا تقل عن 24 ساعة، وخلال هذه الفترة يجب أن يتم تشغيل كافة الصمامات والمحابس للتأكد من تطهيرها بصورة جيدة. أما طريقة الجرعة ففيها يتم إحداث جرعة طويلة من الماء ذات تركيز عال جداً من الكلور مبدئياً ثم تحرك ببطء خلال الأنبوب ويجب ألا يقل التركيز عن 300 ملغم / لتر. كما يجب أن تكون سرعة حركة الجرعة بحيث تسمح بتماس 3 ساعات على الأقل أثناء حركتها في الأنبوب، كما أن محابس المطافئ والوصلات الجانبية يجب تشغيلها عند مرور الجرعة للتأكد من وصول الكلور إلى جميع أجزاء الأنابيب. وتستخدم هذه الطريقة لخطوط الأنابيب الكبيرة الحجم والتي يعد استخدام طريقة التغذية المستمرة لها غير عملي.

في نهاية فترة الاتصال يجب طرد الماء المكلور من الأنابيب والتخلص منه بطريقة مسؤولة بيئياً، وربما يقتل تركيز الكلور العالي الأعشاب ولذا يجب نقل الجريان إلى مواقع التخلص أو المكب في خراطيم، حيث يتطلب في بعض الأحيان نزع الكلور من المياه قبل إطلاقها في المجرى المائي.

ويتم التعقيم وفق الخطوات الآتية:

1- بعد انتهاء عملية الغسيل، تقفل محابس الغسيل ومصدر المياه بعد ملء الشبكة أو الخط بالكامل بالمياه النقية وحقن الكلور داخل الخط ليصل محتوى الكلور بها 10 جزء في المليون في اخفض نقطة للشبكة أو الخط لمدة 24 ساعة.

(لا يتم تعقيم خطوط الطرد لمياه الصرف الصحي ولكن يتم تعقيم خطوط مياه الشرب فقط)

2- تؤخذ عينات من المياه بعد 24 ساعة بواسطة المعمل لمعرفة الكلور المتبقي بالشبكة والذي يجب الا يقل عن واحد في المليون وفي حال كانت نسبة الكلور المتبقي أقل من جزء في الميلون، تعاد عملية التعقيم مرة أخرى.

3- تصفى الشبكة من ماء التعقيم ثم يملأ الخط مرة أخرى بالماء المستخدم في عملية التغذية بالمياه وتؤخذ عينات من الماء من آخر الخط وقياس الكلور الموجود والذي يجب أن يماثل الكلور الموجود بالشبكة.

4- الشبكة الان صالحة للاستخدام ودخول الخدمة.

ثالثاً: الفحص الجرثومي

بعد ان يكون قد تم غسل وتعقيم خط أنابيب جديد يجب أن يعاد ملؤه بالماء من نظام التوزيع وأن يتم إجراء الفحص جرثومياً ويستغرق هذا الفحص 24 ساعة على الأقل بعد أخذ العينات، ويجب أن يؤخذ هذا الوقت بعين الاعتبار عند إعداد خطة تركيب الأنبوب. كما يجب ألا يسمح للمستهلكين باستخدام الماء إلا بعد ظهور النتائج. إذا كانت النتائج سلبية فإن هذا مؤشر على خلو العينة من بكتيريا الكوليفورم وعلى صحة تعقيم الشبكة، أما إذا كانت إيجابية فيجب إعادة أخذ العينات، وإذا تبين أن النتائج مازالت إيجابية وجب إعادة تعقيم خط الأنابيب، ثم أخذ عينات أخرى للتأكد من أن الخط قد تم تعقيمه بشكل صحيح.

10-6 اختبارات أنابيب شبكات الصرف الصحي بعد التنفيذ:

1) تجربة الضغط المائي:

تهدف هذه التجربة إلى فحص عمليات تسرب المياه من الأنابيب وإليها فإذا تسربت المياه الجوفية إلى الأنابيب يؤدي هذا الى زيادة حجم محطات الضخ والمعالجة، أما إذا تسربت مياه المجاري من الأنابيب الى المياه الجوفية أدت إلى تلوثها لذلك لابد من التأكد من صحة تركيب الأنابيب ووصلاتها ويتم ذلك بتعريض الشبكة الى ضغط مائي.

يتم اختبار مواسير الانحدار طبقاً لنوع الوصلة ولا يؤخذ في الاعتبار نوع أو قطر أو ميل أو عمق الأنابيب وتنقسم الأنابيب من حيث نوع الوصلة إلى:

1 – الأنابيب ذات الوصلة الثابتة:

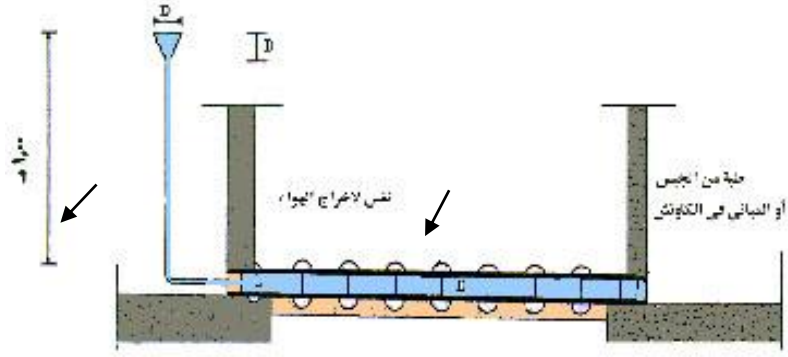
أ – يجرى اختبار الأنابيب الفخار ذات الوصلة الثابتة لجزء الأنبوب بين غرفتي تفتيش وذلك بملء الأنبوب بالماء النظيف عن طريق تركيب قمع بقطر علوي يساوى قطر الأنبوب المراد اختباره (وذلك لسهولة الحسابات) يثبت عن طريق أنبوب وكوع في النهاية العليا للأنبوب وبارتفاع متر واحد فوق الراسم العلوى للأنبوب (أي المولد العلوي : وهو المستقيم المار من قمة القسطل العلوية الداخلية والموازي لمحور القسطل) مع ضرورة عمل منفث (نفس) لخروج الهواء كما هو موضح بالشكل(72-6)

ب – يتم تركيب سدادات قرصية (طبات جبس أو مباني أو كاوتش) في النهاية السفلى للأنبوب.

جـ – يتم ملء للأنبوب من القمع مع ترك محبس التنفيث مفتوحاً وبعد التأكد من تمام الأنبوب نغلق محبس النفث.

د – يترك الأنبوب ساعتين او ثلاثة بعد الملء وقبل بدء التجربة.

هـ – يشاهد منسوب المياه في القمع خلال مدة 15 دقيقة ولا يجوز أن ينخفض منسوب الماء بالقمع بما يزيد على 10000/1 من طول الأنبوب الجاري اختباره خلال المدة الموضحة.



الشكل(6-72) اختبار الأنابيب ذات الوصلة الثابتة

2 – اختبار الأنابيب ذات الوصلة المرنة (Flexible Joint):

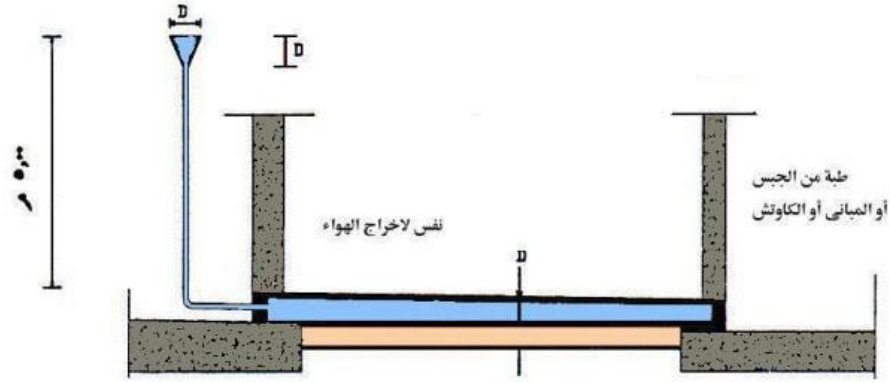
أ – يجرى الاختبار للأنابيب ذات الوصلة المرنة بنفس خطوات اختبار الأنابيب ذات الوصلة الثابتة مع ملاحظة أن:

1 – ارتفاع القمع = 5.0 م فوق الراسم العلوي للأنبوب.

2 – حدود السماح بالنقص في القمع = $^{1}/_{20000}$ من طول الفرعة وذلك للأعماق الكبيرة .

أما في حالة الأعماق الصغيرة فيمكن استخدام مضخة نقالة لتحقيق ضغط داخلي مقداره نصف جوى وقياسه باستخدام مانومتر.

- في حالة نقصان المياه بالقمع أثناء فترة الاختبار في كلتا الحالتين يتم الكشف على مسار الخط للتأكد من سلامة بدن الأنبوب والكشف عن تسرب المياه بالوصلات ثم يتم معالجتها بإصلاح هذه الوصلات أو تغيير الأنابيب المعيبة ثم يعاد إجراء الاختبار مرة أخرى للتأكد من نجاحه.



الشكل(6-73)

وقياس كمية المياه الراشحة خلال نصف ساعة فإذا كانت هذه الكمية ضمن الحدود الموضحة بالجدول (6-5) تعتبر الشبكة مقبولة ويتم ردمها والا يفتش عن أماكن الرشح وتعاد التجربة.

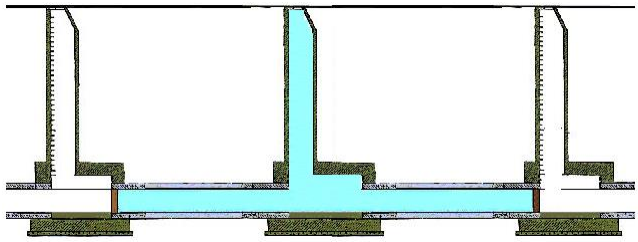
الجدول (6-5) كمية المياه الراشحة

جدول كمية المياه الراشحة من الشبكة حسب مادة الأنابيب										
نوع الأنابيب	كمية الماء الراشحة م^3 / اليوم لكل كيلو متر طولي من الأنابيب									
	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
الفخار	7	12	15	18	20	21	22	23	23	23
البيتون العادي أو المسلح	7	20	24	28	30	32	34	36	38	40

تجري التجربة للأنابيب التي تمدد تحت مستوى المياه الجوفية بمسافة تتراوح بين بين 2-4 م بقياس كمية المياه الراشحة الى داخل هذه الأنابيب من خلال تجميعها في حفرة في نهاية الخط المراد تجربته وامرارها على هدار وبالتالي تقاس الكمية المتدفقة خلال 30 دقيقة ثم تحول الى الكمية الراشحة في اليوم لكل كيلو متر طولي من الأنابيب وتقارن مع الجدول المذكور.

أما الأنابيب الممددة في تربة جافة فان التجربة تجري بإحدى الطريقتين التاليتين:

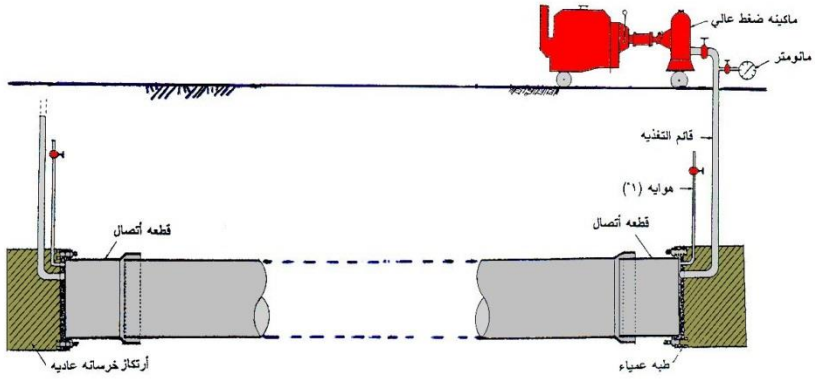
أ- في حال تنفيذ غرف التفتيش يتم تجربة كل وصلتين من وصلات الأنابيب المتجاورة معاً بين حفر التفتيش وذلك بوضع سدادة مطاطية محكمة لإغلاق أنبوب غرف التفتيش العليا والسفلى ويتم ملئ الأنابيب بالماء من خلال غرفة التفتيش الوسطية الى أن تمتلئ بالماء الى علوها وتفحص كافة الوصلات كما في الشكل (6-74).



الشكل(6-74)

ب-في حال عدم تنفيذ غرف تفتيش يتم وضع سدادة في أسفل الأنبوب وأعلاه.

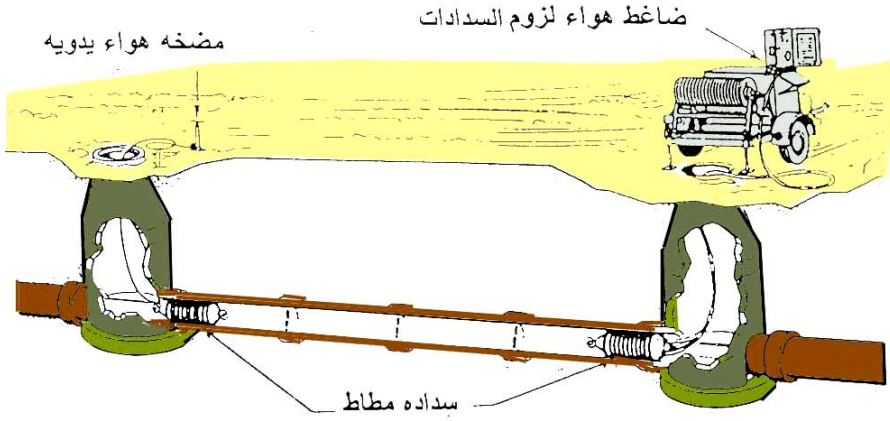
وفي كل سدادة خرطوم مطاطي يتم تثبيته على مستوى الأرض الطبيعية بحيث يؤمن ضغطا قدره خمسة أمتار ويتم املاء الخط بالماء ثم تفحص الوصلات.



الشكل(6-75) استعمال السدادة

2) ضغط الهواء:

يتم ضغط الهواء وضغط الوصلات المنفذة بعد احكام إغلاقها بسدات محكمة وذلك بضغط يفوق قيمة الضغط الجوي، فاذا كانت الوصلات منفذة بشكل غير محكم فان الضغط داخل الأنابيب يعود إلى الضغط الجوي، وفي حال كانت الأنابيب مغمورة بالمياه الجوفية يجب الأخذ بعين الاعتبار رفع ضغط التجريب داخل الأنابيب إلى اعلى من الضغط المحيط بها.



الشكل (6-76) تجهيز تجربة الأنابيب بضغط الهواء

3) الفحص الدخاني

تستخدم هذه الطريقة لفحص المجاري وبخاصة لمعرفة:

- أماكن دخول المياه الى الشبكة.
- التأكد من وصل بعض المنازل الى الشبكة وأماكن الوصل.
- الكشف عن أماكن كسر الشبكة والشقوق فيها.

الفصل العاشر
إصلاح شبكات المياه والصرف الصحي

10-1 مقدمة:

يدخل إصلاح الأنابيب ضمن بند الصيانة العلاجية أي الصيانة الضرورية والمستعجلة استجابة لطلب أو شكوى او أي عطل مفاجئ يتطلب المعالجة والإصلاح.

ككل المنشآت تحتاج الأنابيب إلى أعمال الصيانة الدورية وعادة لا تتم أعمال الصيانة الدورية للمنشآت الصغيرة طوال فترة عدم شكاية المواطنين من نقص في كمية الماء وضغطها بالرغم من أن ذلك يسبب أخطاراً كبيرة وخاصة عندما لا تتم الصيانة الدورية لسكورة الحريق مثلاً أو في حالة حدوث كسر بأحد الأنابيب الذي يمكن أن يؤثر على ضغط الشبكة.

لا تتطلب أعمال الصيانة الدائمة فقط الأيدي الخبيرة وإنما أيضاً التنظيم الجيد لعمليات الصيانة الدورية ولا يمكن القيام بأعمال الصيانة الدورية للشبكات الكبيرة إلا باستخدام تجهيزات عالية الجودة ومتخصصة إذ يجب التأكيد على تأمين سيارات صيانة خاصة وآلية لإغلاق السكورة وآليات قياس الضغط وآليات البحث عن الكسور ومضخات جاهزة ومضخات هواء ومولد كهربائي على الديزل والآليات الخاصة لعمليات تنظيف الأنابيب

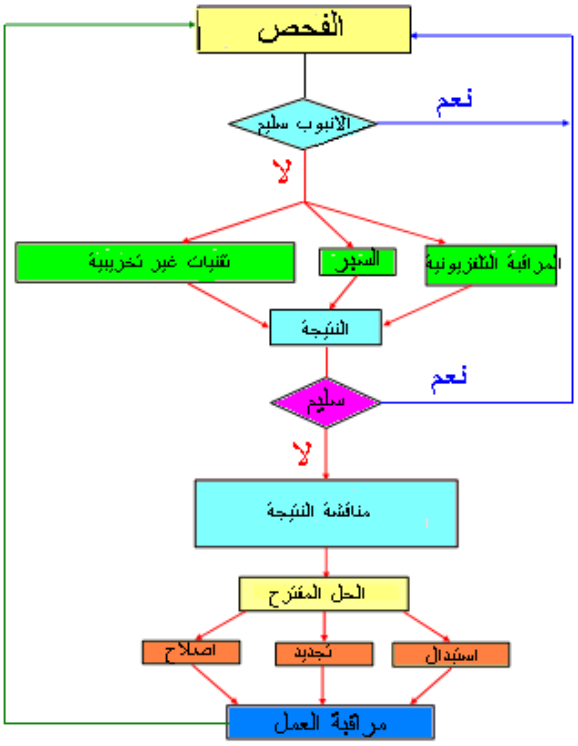
10-2 اصلاح الأنابيب المتضررة في منطقة ما:

لإجراء عملية الصيانة لأنبوب متضرر يتم فحص الأنبوب وتحديد حجم الضرر ومكانه، واختيار طريقة الاصلاح وفقاً لنوع الأنبوب وطبيعة التربة ومكان العمل وفق المخطط النهجي المبين بالشكل(10-1).

تتم اجراءات الصيانة بطريقتين:

10-2-1 تقنيات غير تخريبية:

وتعتمد هذه التقنية على الاحتفاظ بالأنبوب المتضرر وإصلاح المكان المتضرر وتتألف بدورها من نوعين (بنيوي –غير بنيوي) تبعاً للحمولات الساكنة والحمولات الحية التي يتعرض لها الأنبوب.



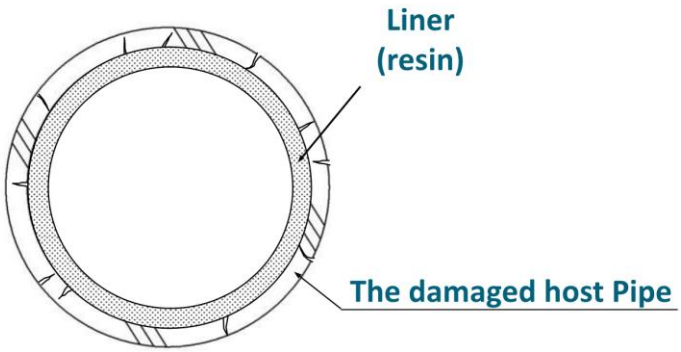
الشكل (10-1) المخطط النهجي للصيانة

1) غير بنيوية:

- **التبطين بحقن رزين ايبوكسي:** تعمل هذه الطريقة تكسية السطح الداخلي للأنبوب بمادة لاصقة ايبوكسي بسماكة 1 ملم وذلك بعد التأكد من تنظيفها وتجفيفها ومن ثم بوساطة نافث يتم اكساء جدران الأنبوب، ومن ثم يتم تنعيمها بفرشاة دورانية، يكون طول المنطقة المعالجة بحدود 130م ويصبح الأنبوب جاهزاً بعد جفاف اللاصق أي بعد 8 ساعات من بدأ العمل الشكل (10-2).

الشكل (10-2) آليات التبطين ايبوكسي

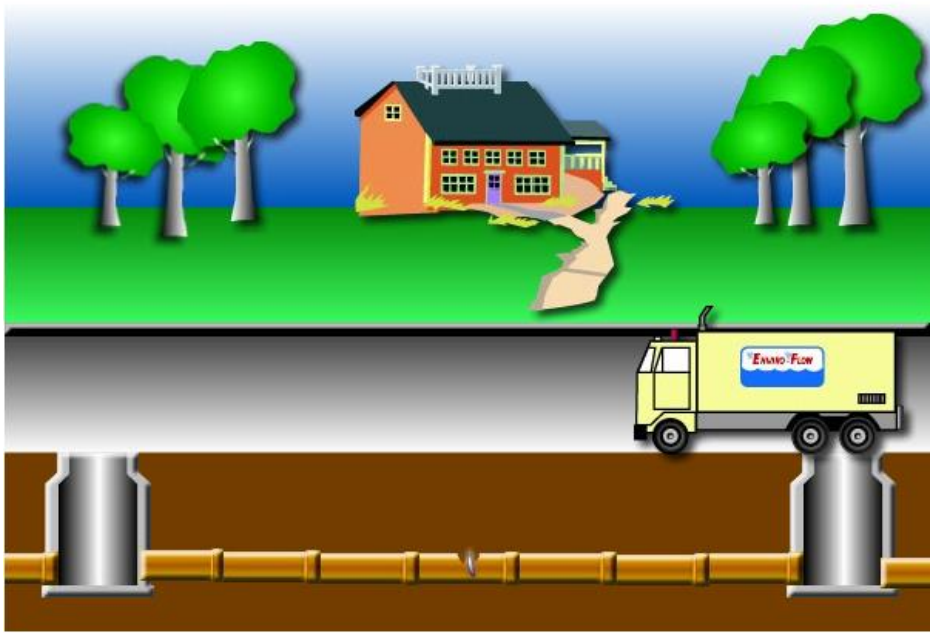
تعتبر هذه الطريقة صالحة من أجل الأنابيب الجيدة من الناحية الميكانيكية ولكنها تحتوي على تسريب الشكل (10-3)



الشكل (10-3) التبطين ايبوكسي

ومن اهم ميزات هذه الطريقة انها لا تنقص المقدرة التصريفية للأنبوب وتزيد من كتامة الأنبوب ومقاومته للتسرب.

ويتم اصلاح الأنابيب المتضررة موضعياً في المنطقة واعادة طاقتها الاصلية إلى المجاري. وبذلك فمن الممكن توفير 50% او أكثر من الاساليب التقليدية الشكل (10-4).



الشكل (10-4) الإصلاح الموضعي بالتبطين

- يتم استخدام الإسمنت كمادة للتبطين، يتم رش الإسمنت على السطح الداخلي للأنبوب من قبل آلة الرش وذلك بفعل الطرد المركزي حيث يلتصق الإسمنت على السطح الداخلي ويتم انتاج بطانة كثيفة للحصول على سطح أملس وذو سماكة واحدة من طبقة الإسمنت ويبين الشكل (10-5) التبطين بالإسمنت.
- لكل مادة فعالية واستخدام ومميزات تنفرد بها عن غيرها من المواد الأخرى.

الشكل (10-5) التبطين بالإسمنت

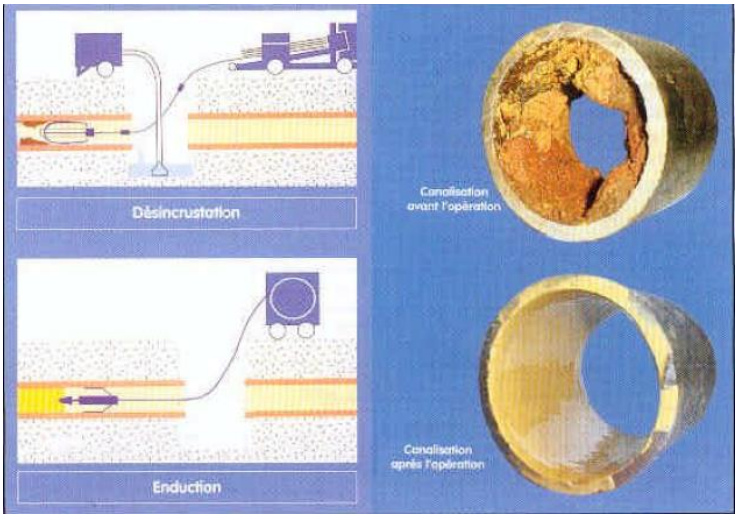
ويمكن تطبيق طريقة التبطين بالحالات الآتية:

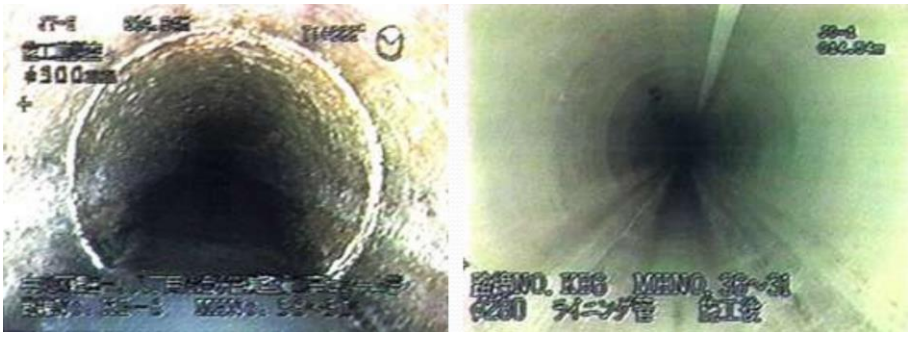
- اقطار الأنابيب بحدود 150ملم إلى900ملم.
- Restore crown failureفشل إعادة التاج.
- Repair cracked pipesتصليح الأنابيب المتصدعة.
- التعديلات والإصلاحات المشتركة.
- مناسب لجميع أنواع الأنابيب ويكون:
  - موضعي.
  - مستمر.

المحاسن:

- علاج سريع.
- Structural repair of pipe without excavating اصلاح الأنبوب من دون حفر.
- Non-disruptive to trafficغير مربك للمرور.
- Corrosion resistanceمقاومه التآكل وكتامة عالية.
- Cost effectiveكلفة غير عالية.
- Consistent & uniform thickness سمك ثابت وموحد.
- تركيب سريع وفعال.
- يساعد على منع تسرب المياه ويمنع دخول الجذور.

الشكل (10-6) الأنبوب قبل وبعد التبطين





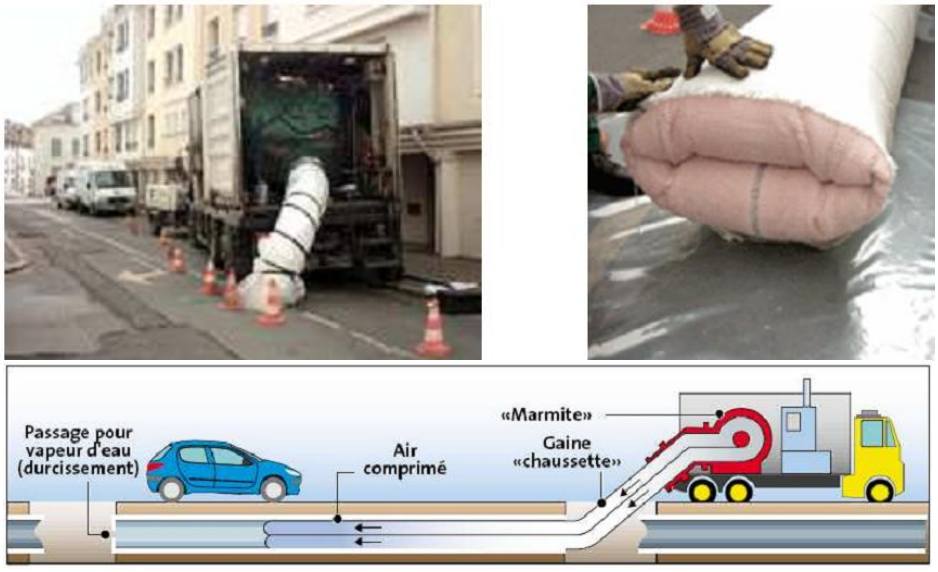
الشكل (10-6) التبطين بالإسمنت

2) بنيوية انشائية:

التلبيس:

- **التلبيس بقميص مرن:**

تتضمن الطريقة إدخال قميص مرن مشبع بالرزين القابل للتصلب داخل الأنبوب المتضرر ليغلف الجدران الداخلية للأنبوب الشكل (10-7). وتطبق هذه الطريقة لأقطار أنابيب 150ملم إلى900ملم وبطول 120م



الشكل (10-7) آلية التلبيس بقميص

المحاسن:

- عدم وجود فراغ حلقي.
- سرعة في التطبيق.

- ملائمة القميص للأوساط القاسية.
- إمكانية التطبيق موضعياً.

المساوئ:

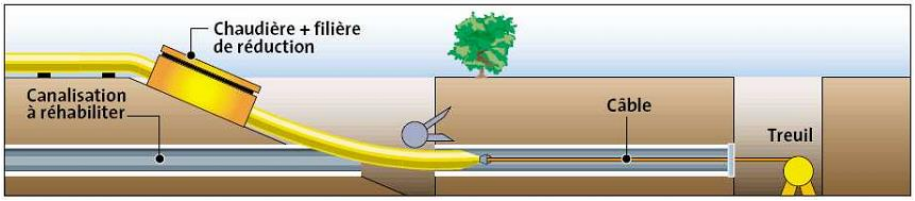
- قلة شركات منتجة للقميص.
- لا يمكن تطبيق الطريقة لأنابيب نقل مياه الشرب لوجود الرزين.
- تطبيق الطريقة في الخطوط المستقيمة.

يبين الشكل (10-8) تجهيز آلية التلبيس بقميص

الشكل (10-8) تجهيز آلية التلبيس بقميص مرن

- **التلبيس بقميص من البولي اتيلين:**

إدخال قميص من البولي اتيلين داخل الأنبوب المطلوب إصلاحه، يتم لحام أنبوب البولي اتيلين ومن ثم طيه على شكل حرف U أو C ويتم إدخاله ضمن الأنبوب المتضرر، ومن ثم يتم نفخه بحقنه بالماء الساخن 85 درجة وبضغط 4-6 بار.



الشكل (10-9) آلية التلبيس بقميص بولي اتيلين

نستطيع هنا أن نميز الشكل (10-10):

- تلبيس مع مساحة حلقية: عنما يكون قطر أنبوب البولي اتيلين الخارجي أصغر من القطر الداخلي للأنبوب المتضرر.

- تلبيس بدون مساحة حلقية: عنما يكون قطر أنبوب البولي اتيلين الخارجي يساوي القطر الداخلي للأنبوب المتضرر.
- يستخدم لتبطين مياه الشرب والصرف الصحي فهو يقاوم التآكل والحموض والمواد الكيميائية بأنابيب الصرف الصحي ويمنع بالنسبة لأنابيب مياه الشرب التصاق الطحالب او أي نمو مماثل ومن الممكن ان يتم كشط المواد المحمولة بالمياه التي من المحتمل ان تلتصق على البطانة دون ان يؤدي ذلك لثقب البطانة.

الشكل (10-10) مبدأ طريقة التلبيس بقميص بولي اتيلين

المحاسن:

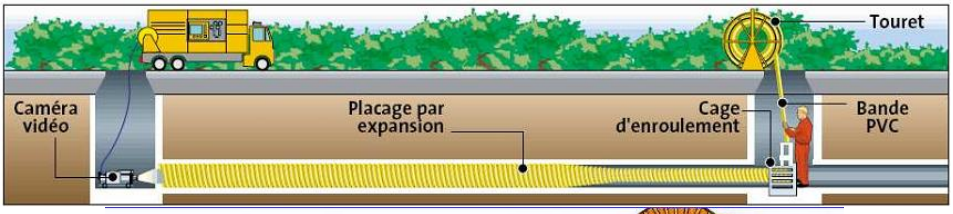
- تطبيق لأطوال كبيرة.

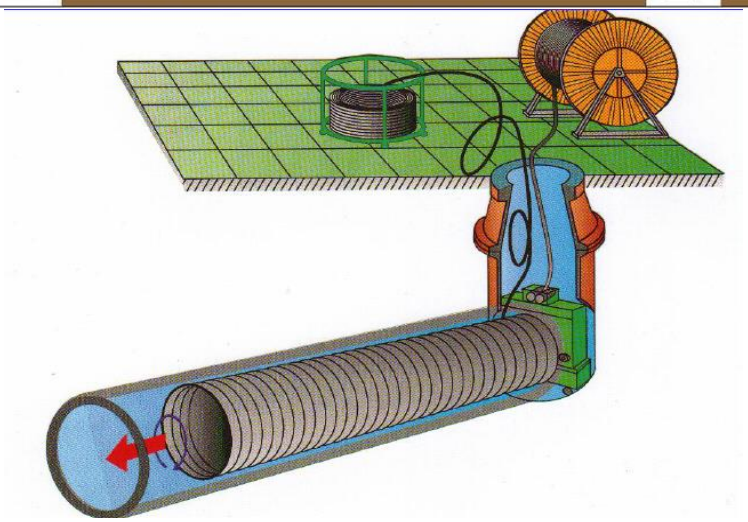
- سرعة بالعمل.
- إمكانية التطبيق في جميع الأماكن.
- إمكانية التطبيق للأعطال الموضعية.
- تؤمن كتامة للأنبوب المراد استبداله.

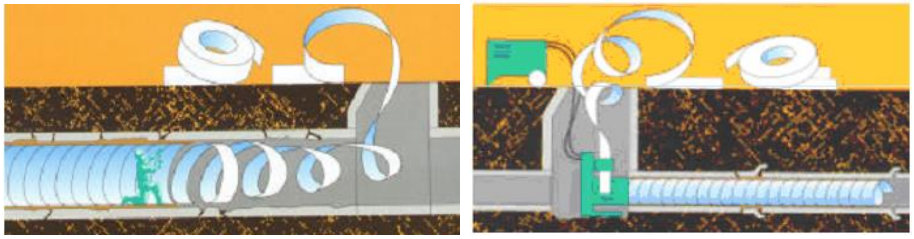
المساوئ:

- يحتاج لمنطقة دخول وخروج واسعة.
- كلفة عالية.
- صالحة في الأنابيب المستقيمة.
- **التلبيس بشريط حلزوني**

تطبق هذه التقنية لإصلاح الأنابيب ذات الأقطار من 500-1500 مم، حيث يتم لف شرائح البولي اتيلين أو PVC بشكل حلزوني داخل الأنبوب المراد تبطينه لكي تمنع التسرب والتآكل. ويتم تعبئة الفراغ الحلقي بين الأنبوب والشريط بحقن مادة لاصقة تتبع سماكتها للمقاومة الميكانيكية المطلوب تأمينها للأنبوب الشكل (10-11).







الشكل (10-11) آلية التلبيس بشرائح بولي اتيلين

المحاسن:

- يقلل استخدام شرائط من PVC من الكلفة.
- من الممكن استعمالها لأنابيب مياه الشرب.
- من الممكن استخدامها في مناطق منحنية.

يبين الشكل (10-12) آلية التنفيذ وشكا الأنبوب بعد الاصلاح

الشكل (10-12)

المساوئ:

- صعوبة في التطبيق.
- تحتاج لأماكن تخزين كبيرة.
- يجب تعبئة فراغ المساحة الحلقية بين الشريط والجدار الداخلي للأنبوب.

2-2-10 تقنيات تخريبية:

تهدف الطريقة لاستبدال الأنبوب القديم الشكل (10-13) بأخر جديد باستخدام تقنيات مختلفة:

الشكل (10-13) أنبوب متضرر

1-2-2-10 الاستبدال مع الحفر(الخندق المفتوح):

وهي تقنية تقليدية بحفر المنطقة في المنطقة المعطلة من الأنبوب واستبدالها بأنبوب جديد من البولي اتيلين. وهي تقنية صالحة في جميع الحالات بنسبة 100 % ولا تحتاج لمعدات خاصة ولكنها تخرب الطريق وتسبب في أزمة لمرور السيارات والمارة.

مناسبة لجميع أنواع الأنابيب وتطبق بشكل:

- موضعي
- مستمر

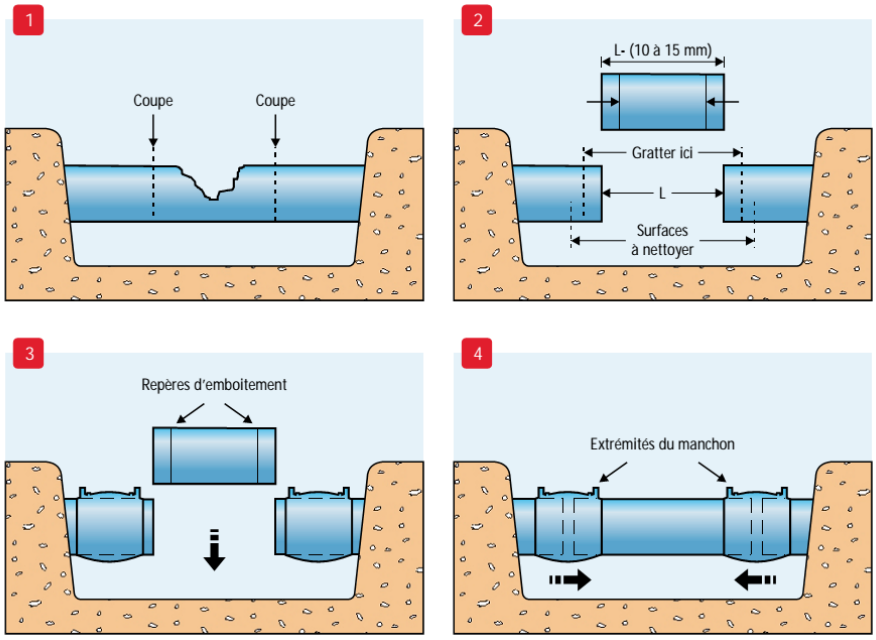
يبين الشكل (10-14) مراحل استبدال جزء متضرر من أنبوب.

2-2-2-10– الاستبدال بدون حفر:

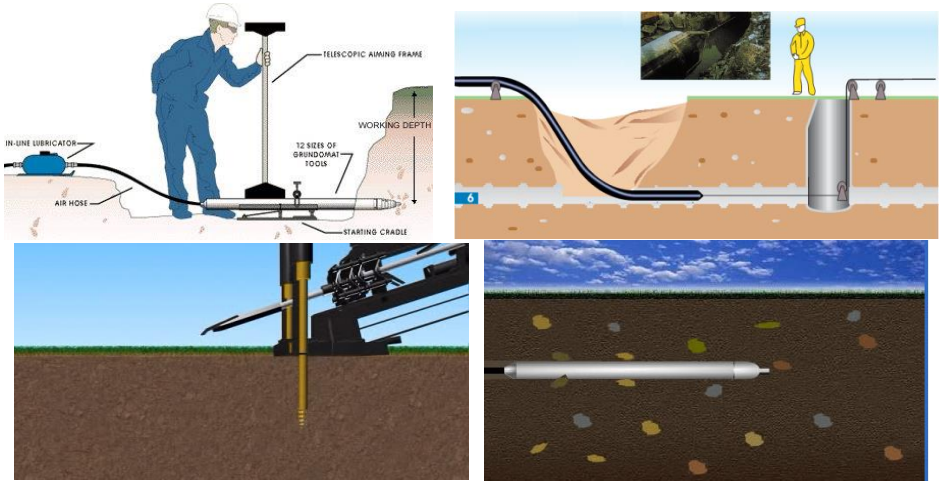
وهو المفضل استخدامه في المناطق المزدحمة ويتضمن الطرق الآتية:

1- الحفر الأفقي السريع:

ويتم به حفر الارض بوساطة جهاز خارق يؤمن أثناء مروره مكان وضع أنبوب البولي اتيلين الذي يجره خلفه بنسبة نجاح 95% الشكل (10-15) إلا أنه غير صالح في الأراضي القاسية والرخوة وبالقرب من مكان وجود شبكات أخرى بحدود 40 سم.



الشكل (10-14) مراحل استبدال أنبوب متضرر



الشكل (10-15) الحفر الأفقي

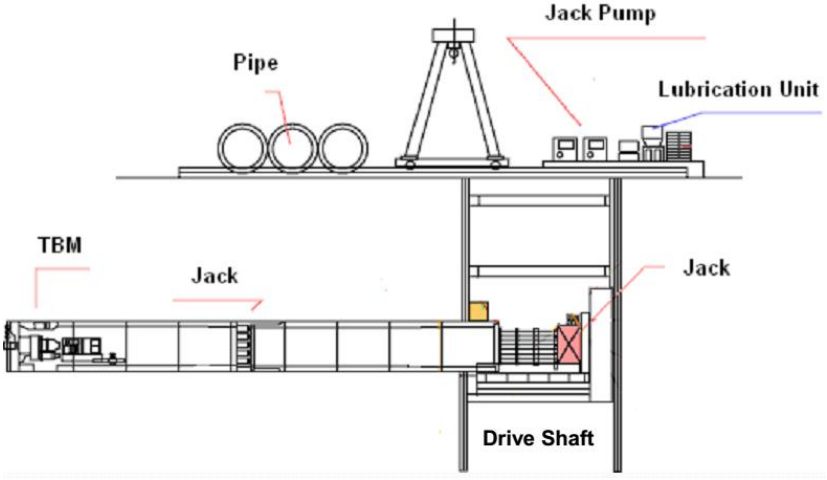
2- الاستبدال بالسحب:

استبدال الأنبوب المتضرر واستبداله مباشرة بأنبوب جديد ذو قطر أصغر منه الشكل (10-16).

الشكل (10-16) الاستبدال بالسحب

3-الاستبدال بدفع الأنابيب:

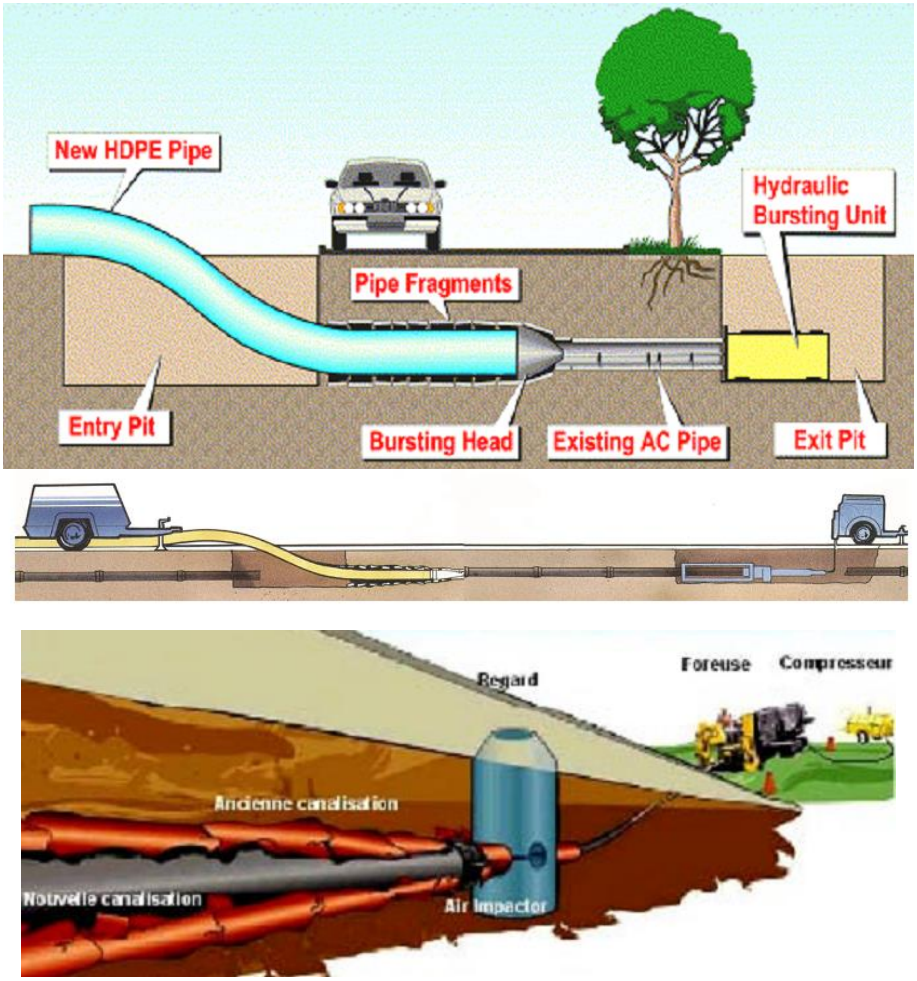
وتتلخص الطريقة بدفع الأنبوب الجديد داخل الأنبوب المتضرر ومن ثم ملئ الفراغ الحلقي بالحقن بمادة لاصقة الشكل (10-17). تتحقق الكتامة باستعمال حشوات مطاطية.



الشكل (10-17) الاستبدال بالدفع

4- استبدال الأنابيب بالتحطيم

يمكن بهذه التقنية استبدال خط أنابيب قديم بأنبوب جديد قطره يساوي أو أكبر من قطر الأنبوب القديم، ويتم الاستبدال عن طريق تحريك رأس مخروطي من الفولاذ متغير القطر من قطر الأنبوب القديم إلى قطر الأنبوب الجديد ويجذب هذا الرأس المخروطي بقوة كبيرة تمكنه من دفع الأنبوب القديم أمامه بعد تفتيته مع جذب الأنبوب الجديد خلفه كما في الشكل (10-18).



الشكل (10-18) الاستبدال بالتحطيم

من الممكن أن يكون الأنبوب القديم من مادة (الفخار-البلاستيك-الفونت-البيتون)، في حين يكون الأنبوب الجديد من البولي اتيلين الشكل (10-19).

الشكل (10-19)

تعد هذه الطريقة معالجة شاملة من أجل الشبكات الدائرية المقطع مع تحطيم واستبدال الشبكة القديمة، كما لا تحتاج لإجراءات مسبقة كالكشف التلفزيوني أو التنظيف، امكانية استبدال 100–130 متر في اليوم.

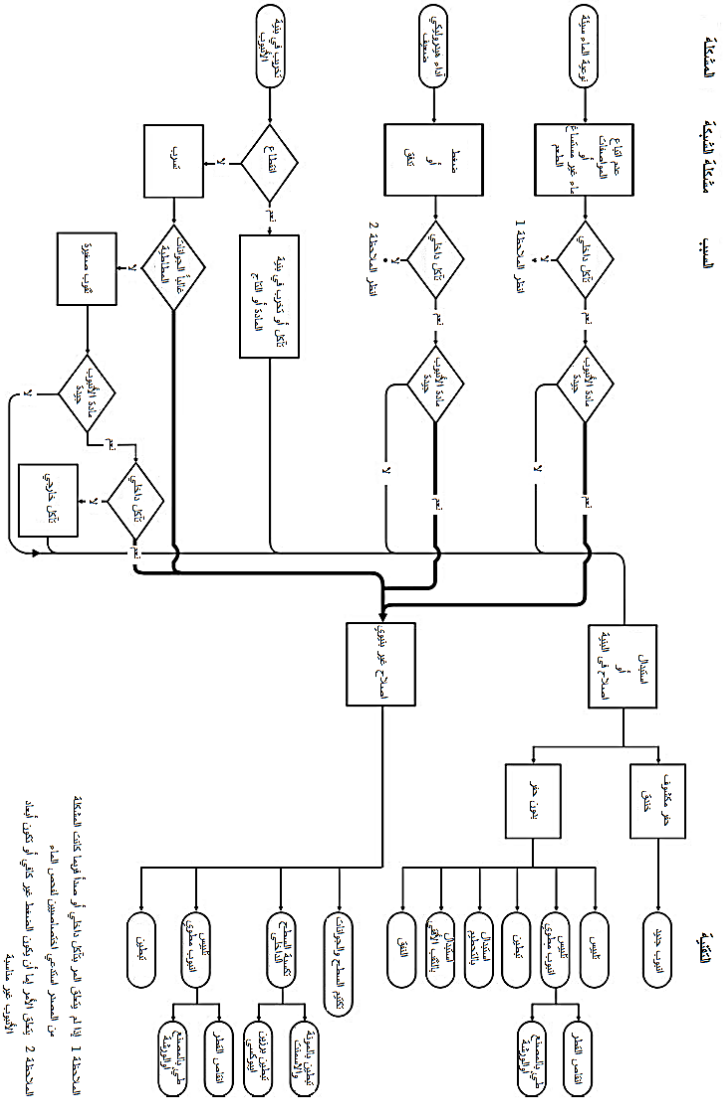
ان تفتيت الأنبوب المهترئ هو الاسلوب الأمثل لاستبدال المرافق مثل خطوط الغاز والمياه والمجاري والهاتف والكهرباء. ويتم استخدام هذه الأنظمة في المناطق المزدحمة وبالإضافة لذلك فإن هذه العملية تكون عادة أقل تكلفة من الطرق التقليدية والتي تعتمد على الحفر.

المحاسن:

- ملائمة للشبكات المتضررة كثيراً.
- سرعة بالعمل.
- قطر الأنبوب الجديد أكبر او يساوي قطر الأنبوب القديم.
- يوجد أكثر من 6.000 جهاز قيد الاستعمال.
- توفير كبير في التكاليف.
- سلامة العملية.
- ملائم وصديق للبيئة.
- أقطار الأنابيب بحدود 100ملم إلى900ملم.
- **المساوئ:**
- بقاء الأنبوب القديم في الأرض.

- يؤدي لرفع تربة الموقع حتى وإن كان قطر الأنبوب يساوي قطر الأنبوب القديم.

يبين الشكل (10-19) المخطط النهجي لفحص وتنظيف وإصلاح الأنابيب.



الشكل (10-19) المخطط النهجي لفحص وتنظيف وإصلاح الأنابيب

الملاحق

الملحق الأول

ملخص المقاييس العالمية

ISO	International science organization	منظمة العلوم الدولية
BS	British Standard	المواصفات البريطانية
ASTM	American Society for testing material	المجمع الأمريكي لاختبار المواد
ASHTO	American Association of state and Highway transportation Officials	إتحاد مسئولي النقل والطرق الأمريكي
WARS	Water Regulations Advisory Scheme	المخططات الاستشارية لتنظيم المياه
ANSI	American National Standards	المقاييس الدولية الأمريكية
NSF	National Science Foundation	العلوم القومية للأساسات
DN	Digital Node	الكود الرقمي
SNS	Syrian Arabian Standards organization	المواصفات العربية السورية للقياس

الملحق الثاني

المواصفات القياسية المستخدمة للمواد المستخدمة في تنفيذ شبكات المياه والصرف الصحي

م	نوع المادة	المواصفة
1	مواد الردم من ناتج الحفر	AASHTO من مقاس A-2-4 M145-92
2	مواد الردم منقولة من خارج الموقع	AASHTO من مقاس A-2-4 M 145-92
3	أعمال دمك التربة المتماسكة	ASTM 1557-78
4	أعمال دمك التربة غير المتماسكة	ASTM D2049-69
5	معدل دمك طبقات التربة	ASTM D2049-69
6	اختبار التدرج الحبيبي	ASTM D442-72
7	أنابيب الحديد المرن	ISO 2531 درجة K9
8	البطانة الداخلية الاسمنتية لأنابيب الحديد المرن	ISO 4179
9	سمك البطانة الداخلية الاسمنتية لأنابيب الحديد المرن	ISO 4179
10	العزل الخارجي لأنابيب الحديد المرن	ISO 4179
11	الحماية الخارجية بالبولي ايثيلين لأنابيب الحديد المرن	ISO 8180
12	الحلقات المطاطية لأنابيب الحديد المرن	BS 2494
13	وصلات الحديد المرن	ISO 2531
14	البطانة الداخلية الاسمنتية لوصلات الحديد المرن	ISO 4179
15	الوصلات اللسانية والميكانيكية للحديد المرن	ISO 4633
16	انابيب البولي فينيل كلورايد غير اللدن UPVC	SAS 14 & SAS 15
17	لوازم التركيب لأنابيب البولي فينيل كلورايد غير اللدن UPVC	SAS 14 & SAS 15 ISO 3633 & ISO 4435
18	ابعاد وخلوصات انابيب البولي فينيل كلورايد غير اللدن UPVC	SAS 14 & DIN 8062 & DIN 19532
19	الوصلات الخاصة لأنابيب البولي فينيل كلورايد غير اللدن UPVC	ISO / DIS 4422 & DIN 8063 & BS 2494
20	اختبارات الشد والصلابة ومقاومة الضغط الداخلي	ISO 2531

م	نوع المادة	المواصفة
	للأنابيب	
21	الاختبار الهيدروستاتيكي للأنابيب	AWWA C600
22	تنظيف وتعقيم انابيب شبكات المياه باستخدام الكلور	AWWAC651 - 92
23	الكلور المتبقي في انابيب شبكات المياه بعد التطهير	AWWA M12
24	الصمامات البوابية	ISO 7259
25	اختبار المصنع للصمامات البوابية	ISO 5208
26	الصمامات الفراشة	ISO 5752 F14
27	اختبار المصنع للصمامات الفراشة	ISO 5208
28	صمامات الغسيل البوابية	ISO 7259
29	صمامات تنفيس الهواء	ASTM A182 & ISO 2531 - 1991
30	صمامات تخفيض الضغط	ASTM A126 & ASTM A182
31	اطارات واغطية غرف الصمامات	BS 2789 & ISO 1083 & DIN 1229
32	حنفيات الحريق	AWWA C502
33	الفرشة الحبيبية أسفل الانابيب	ASTM C33
34	الفرشة الرملية أسفل الانابيب	ASTM C33 - E11
35	اختبارات الفرشة الرملية	BS 1377
36	انابيب البولي ايثيلين عالي الكثافة HDPE للوصلات المنزلية لشبكات المياه	ISO 4427 & DIN 8074 & DIN 8075
37	المواد والمصنعية للخرسانة المسلحة	ACI 305
38	القياس والخلط والصب للخرسانة المسلحة	ACI 614
39	الاسمنت البورتلاندى	ASTM C150
40	الخلطة الخرسانية العادية	ASTM C494 CLASS (A)
41	الخلطة الخرسانية في الطقس الحار	ASTM C494 CLASS (D) & ASTM C 260 - 77
42	الحصى الخشنة والناعمة	ASTM C33
43	اختبارات الحصى الخشنة والناعمة	ASTM C295
44	حديد التسليح	ASTM A 615 GRADE 60
45	اسلاك الحديد الملحومة	ASTM A 185 GRADE 60

م	نوع المادة	المواصفة
46	مانع التسرب للوصلات	ASTM D 1190
47	مواد الترطيب من النوع (2)	ASTM C 309
48	تصميم الخلطة الخرسانية	ACI 613
49	اختبار الهبوط للخرسانة	ASTM – C143
50	اختبار المحتوى الهوائي للخرسانة الممزوجة حديثا	ASTM – C231 - 76
51	اختبار المقاومة للخرسانة لأسطوانات الاختبار	ASTM – C78 & ASTM – 39 & ASTM – C31
52	اختبار الخرسانة الجوفية CORE TEST في حالة فشل اختبارات عينات المقاومة للخرسانة	ASTM – C42
53	التفاوت المسموح به في تنفيذ قوالب الشدات الخرسانية	ACI – 347 –PART 203
54	ازالة القوالب والركائز	ACI – 347
55	تصنيع حديد التسليح ووضعه	ACI 301 & 315 & 318
56	مصدات المياه لأعمال الخرسانة المسلحة	ACI 504 R
57	عازل الرطوبة لأعمال الخرسانة المسلحة	ASTM 41-73 & D 449-73 GRADE D
58	قياس المواد المستخدمة في الخرسانة	ACI - 304
59	مزج الخلطة الخرسانية في الموقع	ACI - 304
60	مزج ونقل الخرسانة الجاهزة	ASTM – C94
61	الاهتزاز المستخدم لدمك الخرسانة	ACI - 309
62	متطلبات الطقس الحار اثناء الصب	ACI - 305
63	معالجة الاماكن المتضررة والمعششة للخرسانة	ACI - 301

الملحق الثالث

المواصفات القياسية المطبقة

شبكة التغذية بالمياه

1- المواصفات القياسية السورية (م ق س)

مضمون المواصفة	المواصفة
أنابيب البلاستيك المصنوعة من كلوريد البولي فينيل (P.V.C) لنقل مياه الشرب	S.N.S: 145\1979
Umpticized polcyvinyl chloride (P.V.C) pipes for cold potable water	
منتجات الاسمنت الاميانتية الفحوص والروائز (الاختبارات) على الانابيب المضغوطة	S.N.S: 23/1981
Asbestos-cement products testing of compressed pipes	
منتجات الاسمنت الاميانتية طرق تخزين ونقل وتركيب الأنابيب	S.N.S: 240/ 1981
Asbestos- cement Products	
حلقات الأحكام (المحكمات) المطاطية في أنابيب الإسمنت الأميناتية	S.N.S: 244 / 1981
Rubber sealing rings for joints in asbestos – cement	
عدادات الماء الشروب	S.N.S: 261/ 1982
Meters for potable water	
أنابيب اللدائن الحرارية لنقل السوائل الاقطار الخارجية الاسمية والضغوط الاسمية (السلسلة المترية)	S.N.S: 476 /1987
thermoplastics pipes for the transport of fluids – nominal outside diameters and nominal pressures – metric series	
الدائن – تعيين معدل التدفق صهارة اللدائن الحرارية	S.N.S: 489/ 1987
plastics-determination of the melt flow rate of thermoplastics.	
الماء المستعمل في تحضير الخلطات الخرسانية	S.N.S: 644/1988
Water for making concrete	
الرسوم التقنية: الركوز التخطيطية لشبطات امداد وصرف المياه في الأرض	S.N.S: 667 / 1989
Technical drawings: graphical symbols for supply water and drainage systems in the ground.	
الرسوم التقنية– الرموز التخطيطية لأعمال سباكة المواسير (السمكرة) والتدفئة والتهوية والقنوات	S.N.S: 753/ 1989
Technical drawings-graphical symbols for plumbing heating ventilation and ducting	
أنابيب الحديد المرن ملحقاتها، قطع تركيبها ووصلاتها لاستخدامات المياه أو الغاز ''التعديل الأول"	S.N.S: 838 /2002

المواصفة	مضمون المواصفة
	Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water or gas applications
S.N.S: 839 / 1990	أنابيب الحديد المرن لخطوط الأنابيب المضغوطة – وغير المضغوطة بطانة الملاط الاسمنتي العامة – المصبوبة بالطرد المركزي
	Ductile iron pipes for pressure and non-pressure pipelines-cantrifugal cement mortar lining-general requirements.
S.N.S: 972 / 2002	أنابيب متعدد الايتلين لنقل مياه الشرب ''التعديل الأول''
	Polyethylene (PE) pipes for drinking water supply
S.N.S: 1533 /1995	خطوط أنابيب الحديد المرن الاختبار الهيدروستاتي بعد التركيب
	Ductile pipelines-hydrostatic testing after installation.
S.N.S:1860 / 1997	غاز الكلور المسيل المستعمل لتعقيم مياه الشرب وطرق اختباره
	Liquid and gas chlorine used for water sterilization - test methods
S.N.S: 2454 /2001	خزانات مياه الشرب المصنوعة من متعدد الايتيلين
	Rotational moulded polyethylene water storage tanks
S.N.S: 2645 / 2002	أنابيب الضغط الخرسانية ذات الاسطوانة الملفوفة بالأسياخ وقطع تركيبها
	Concrete pressure pipe, bar – wrapped, steel; - cylinder type
S.N.S: 3184/ 2005	أنابيب البلاستيك ووصلاتها الوصلات البلاستيكية للوصل الميكانيكي والمستعملة في انابيب متعدد الايتيلين في انظمة التغذية بالماء – المتطلبات
	Plastic pipes and fitting- Mechanical joint compression fittings for use with polyethylene pressure in water.

2- المواصفات القياسية العالمية

2-1- الهيئة العالمية للتوحيد القياسي (ISO)

ISO 2531: 98	أنابيب الحديد المرن وقطع تركيبها وملحقاتها لخطوط أنابيب الضغط
	Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water or gas applications
ISO 4179: 85	أنابيب الحديد المطاوع لخطوط الضغط والخطوط غير المضغوطة المبطنة بمونة إسمنتية بواسطة الطرد المركزي – المتطلبات العامة
	Ductile iron pipes for pressure and non-pressure pipelines -- Centrifugal cement mortar lining -- General requirements
ISO 4422-1: 96	الأنابيب وقطع تركيبها المصنوعة من عديد كلوريد الفينيل غير اللدن لمياه الشرب (PVC-U) – الجزء الأول من المواصفات: عام
	Pipes and fittings made of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) for water supply -- Specifications -- Part 1: General
ISO 4422-2: 96	الأنابيب وقطع تركيبها المصنوعة من عديد كلوريد الفينيل غير اللدن لمياه الشرب (PVC-U) – الجزء الثاني من المواصفات: الأنابيب بجلب تجميع أو بدون جلب
	Pipes and fittings made of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) for water supply -- Specifications -- Part 2: Pipes (with or without integral sockets)
ISO 4422-3: 96	الأنابيب وقطع تركيبها المصنوعة من عديد كلوريد الفينيل غير

اللدن (PVC-U) لشبكة التغذية بالمياه — الجزء الثالث من المواصفات: قطع التركيب والوصلات	
Pipes and fittings made of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) for water supply -- Specifications -- Part 3: Fittings and joints	
الأنابيب وقطع تركيبها المصنوعة من عديد كلوريد الفينيل غير اللدن (PVC – U) لشبكة التغذية بالمياه — الجزء الرابع من المواصفات: الصمامات وتوابعها للهدف المطلوب	ISO 4422-4: 97
Pipes and fittings made of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVCU) for water supply -- Specifications -- Part 4: Valves and ancillary equipment	
أنابيب عديد الإيثيلين (PE) لشبكة التغذية بالمياه	ISO 4427: 96
Polyethylene (PE) pipes for water supply — Specifications	
مانعات التسرب المطاطية — أطواق توصيل شبكة التغذية بالمياه — مواصفات المواد	ISO 4633: 96
Rubber seals -- Joint rings for water supply, drainage and sewerage pipelines -- Specification for materials	
مكونات أعمال الأنابيب — التعاريف واختيار القطر الاسمي (DN)	ISO 6708: 95
Pipework components -- Definition and selection of DN (nominal size)	
مكونات الأنابيب — تعريف الضغط الاسمي	ISO 7268: 84
Pipe components -- Definition of nominal pressure	
أنابيب البلاستيك المعالج حرارياً والمقواة بألياف زجاجية (GRP) وقطع تركيبها —الأقطار الاسمية والأطوال القياسية	ISO 7370: 82
Glass fibre reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings -- Nominal diameters, specified diameters and standard lengths	
البلاستيك المعالج حرارياً للأنابيب وقطع تركيبها التي تتحمل الضغط — التصنيف والمسميات — المعامل الكلي للخدمة (التصميم)	ISO 12162: 2009
Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications -- Classification, designation and design coefficient	
أنابيب عديد كلوريد الفينيل غير اللدن (UPVC) لشبكة التغذية بالمياه ـ التوصيات العملية لتمديد الأنابيب	ISO / TR 4191: 2014
Unplasticized polyvinyl chloride (PVC-U) pipes for water supply -- Recommended practice for laying	

2-2- مواصفات الجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد ASTM

ركام الخرسانة	ASTM C 33: 93
Standard Specification for Concrete Aggregates	
الأنابيب البلاستيك من النوع ستايرين اكريلونيتريل بيوتادين (ABS)، الجداول أرقام 40، 80	ASTM D1527: 2005
Standard Specification for Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Plastic Pipe, Schedules 40 and 80 (Withdrawn 2014)	

ASTM D1785: 2012	أنابيب البلاستيك من عديد كلوريد الفينيل (PVC)، الجداول أرقام 40، 80، 120
	Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe, Schedules 40, 80, and 120
ASTM D2104:2003	أنابيب البلاستيك من عديد الإيثيلين(PE)،الجدول رقم 40
	Standard Specification for Polyethylene (PE) Plastic Pipe, Schedule 40
ASTM D2235: 2011	مواد اللصق للأنابيب وقطع تركيبها من ستايرين أكريلونيتريل بيوتادين (ABS)
	Standard Specification for Solvent Cement for Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Plastic Pipe and Fittings
ASTM D2239: 99	أنابيب البلاستيك من عديد الإيثيلين (SIDR – PR) ذات قطر داخلي متحكم به
	Standard Specification for Polyethylene (PE) Plastic Pipe (SIDR-PR) Based on Controlled Inside Diameter
ASTM D2241: 2009	أنابيب البلاستيك من عديد كلوريد الفينيل PVC لخطوط أنابيب الضغط SDR
	Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Pressure-Rated Pipe (SDR Series)
ASTM D 2282: 2005	أنابيب البلاستيك من ستايرين اكريلونيتريل بوتادين (ABS) (SDR- PR)
	Standard Specification for Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Plastic Pipe
ASTM D 2464: 2013	ملحقات الأنابيب البلاستيكية المسننة من عديد كلوريد الفينيل(PVC)، جدول 80
	Standard Specification for Threaded Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80
ASTM D 2466: 2013	ملحقات الأنابيب من عديد كلوريد الفينيل(PVC)، جدول40
	Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 40
ASTM D 2467: 2013	ملحقات أنابيب البلاستيك من عديد كلوريد الفينيل (PVC) وقطع التركيب، جدول 80
	Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80
ASTM D 2468: 2013	ملحقات أنابيب البلاستيك من ستايرين أكريلونيتريل بوتادين (ABS) جدول 40
	Standard Specification for Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Plastic Pipe Fittings, Schedule 40
ASTM D 2564: 2012	المواد اللاصقة لأنابيب البلاستيك من عديد كلوريد الفينيل(PVC)
	Standard Specification for Solvent Cements for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Piping Systems

ASTM D 2666: 96	أنابيب عديد البيوتيلين (PB)
	Standard Specification for Polybutylene (PB) Plastic Tubing
ASTM D 2672: 2009	وصلات أنابيب عديد كلوريد الفينيل (IPS PVC) باستخدام المواد اللاصقة
	Standard Specification for Joints for IPS PVC Pipe Using Solvent Cement
ASTM D 2855: 2010	الطريقة العملية لعمل وصلات بين الأنابيب البلاستيك (عديد كلوريد الفينيل) (PVC) وقطع تركيبها باستخدام الغراء اللاصق
	Standard Practice for Making Solvent-Cemented Joints with Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Pipe and Fittings
ASTM D 3000: 95	أنابيب البلاستيك من عديد البيوتيلين (PB) على أساس القطر الخارجي (SDR – PR)
	Standard Specification for Polybutylene (PB) Plastic Pipe (SDR-PR) Based on Outside Diameter
ASTM D 3035: 2008	أنابيب بلاستيك من عديد الإيثلين (PE) على أساس القطر الخارجي (SDR – PR)
	Standard Specification for Polyethylene (PE) Plastic Pipe (DR-PR) Based on Controlled Outside Diameter
ASTM D3139A: 2011	وصلات أنابيب الضغط البلاستيكية باستخدام حشوات مطاطية مرنة
	Standard Specification for Joints for Plastic Pressure Pipes Using Flexible Elastomeric Seals
ASTM F 402: 99	طريقة المناولة الآمنة للمواد اللاصقة وطبقات التأسيس ومواد التنظيف المستخدمة في توصيل أنابيب البلاستيك الحرارية المطاطية وملحقاتها
	Standard Practice for Safe Handling of Solvent Cements, Primers, and Cleaners Used for Joining Thermoplastic Pipe and Fittings
ASTM F 645: 95	الدليل القياسي لاختيار وتصميم وتركيب شبكات الأنابيب الحرارية للتغذية بالمياه والمعرضة للضغط
	Standard Guide for Selection, Design, and Installation of Thermoplastic Water Pressure Piping Systems

3-2 الجمعية الأمريكية لأعمال المياه (AWWA)

AWWA C 104: 95	التبطين بالمونة الأسمنتية لأنابيب الحديد المطاوع (الدكتايل) وقطع تركيبها لأعمال المياه
	American National Standard for Cement-Mortar Lining for Ductile-Iron Pipe and Fittings for Water
AWWA C 105: 93	شبكات الأنابيب المصنوعة من حديد المطاوع (الدكتايل) المغلفة بعديد الإيثيلين
	American National Standard for Polyethylene Encasement for Ductile-Iron Pipe Systems

AWWA C 110: 93	قطع تركيب أنابيب الحديد المطاوع والحديد الرمادي من قطر 75مم حتى 1200مم لأعمال المياه والسوائل الأخرى
	Ductile Iron and Gray Iron Fittings, 3 in through 48 in (75mm through 1200 mm), for Water and Other Liquids
AWWA C 111: 95	وصلات الحشوات المطاطية لأنابيب الحديد المطاوع المعرضة للضغط وقطع تركيبها.
	Rubber Gasket Joints for Ductile Iron Pressure Pipe and Fittings
AWWA C 151: 91	أنابيب الحديد المطاوع المسبوكة بالطرد المركزي، لتمديدات المياه والسوائل الأخرى
	Ductile-Iron Pipe, Centrifugally Cast
AWWA C 200: 97	أنابيب المياه المصنوعة من الصلب بقطر 150 مم فأكبر – (الإصدار الثاني)
	Steel Water Pipe 6 Inch (150 mm) and Larger
AWWA 206: 97	اللحام في الموقع لأنابيب المياه المصنوعة من الصلب
	Field Welding of Steel Water Pipe
AWWA C 500: 93	الصمامات البوابية المرتكزة على قواعد معدنية لشبكة التغذية بالمياه
	Metal-Seated Gate Valves for Water Supply Service
AWWA C 504: 94	الصمامات الخانقة ذات القرص المرتكزة على قواعد من المطاط
	Rubber Seated Butterfly Valves
AWWA C 508: 93	صمام عدم رجوع – دوار من قطر 50 مم وحتى قطر 600 مم لأعمال المياه
	Swing-Check Valves for Waterworks Service, 2-In. Through 24-In. (50-mm Through 600-mm) NPS
AWWA C 509: 94	صمامات بوابية مرتكزة على قواعد مرنة لأعمال المياه
	Resilient-Seated Gate Valves for Water-Supply Service
AWWA C 510: 92	مجموعة صمامات فحص مزدوجة لمنع السريان العكسي للمياه
	Standard for Double Check Valve Backflow-Prevention Assembly
AWWA C 511: 92	المجموعة الوقائية لصمامات تخفيف ضغط السريان العكسي لخط المياه الرئيسي
	Standard for Reduced-Pressure Principle Backflow-Prevention Assembly
AWWA C 600: 93	تركيب أنابيب الخطوط الرئيسية لشبكة المياه وتوابعها المصنوعة من الحديد المطاوع
	Standard for Installation of Ductile-Iron Water Mains and Their Appurtenances
AWWA C 605: 94	تركيب شبكة تغذية المياه من أنابيب الضغط وقطع التركيب المصنوعة من عديد كلوريد الفينيل (PVC) المدفونة تحت سطح الأرض
	Underground Installation of Polyvinyl Chloride (PVC) Pressure Pipe and Fittings for Water

AWWA C 651: 92	تطهير خطوط المياه الرئيسية
	Water System Disinfection
AWWA C 900A: 2007	أنابيب الضغط من عديد كلوريد الفينيل (PVC) من قطر 4 بوصة حتى قطر12 بوصة لشبكة التغذية بالمياه
	(Polyvinyl chloride -PVC - pressure pipe and fabricated fittings, 4 in. through 12 in. (100mm through 300mm) for water transmission and distribution)
AWWA C 901: 2008	أنابيب وأنابيب وقطع التركيب الواقعة تحت الضغط من عديد الإيثيلين (PE) بأقطار من نصف بوصة حتى قطر3 بوصة لأعمال المياه
	(Polyethylene (PE) pressure pipe and tubing, 1/2 In. (13 mm) through 3 In. (76 mm), for water service)
AWWA M 14: 2004	الطريقة العملية الموصي بها للتحكم بمجموعة منع الجريان العكسي والتقاطعات المستعرضة
	Recommended Practice for Backflow Prevention and Cross-Connection

4-2 —المواصفات القياسية البريطانية

BS 534: 90	أنابيب الصلب ووصلاتها وقطع التركيب المستعملة في شبكة المياه وشبكة الصرف الصحي
	Steel pipes, fittings and specials for water, gas and sewage.
BS 1710: 89	تمييز خطوط الأنابيب والشبكات
	Specification for identification of pipelines and services
BS 3505: 98	أنابيب عديد الإيثيلين (PE) لشبكة التغذية بالمياه مطابقة للمواصفة ISO 4422
	Polyethylene (PE) pipes for water supply — Specifications
BS 4346-1:1969	الوصلات وقطع التركيب المستعملة في أنابيب الضغط المصنوعة من عديد كلوريد الفينيل غير اللدن (UPVC) تم استبدالها (BS EN 1452-1:1999, BS EN 1452-3:1999, BS EN 1452-2
	Joints and fittings for use with unplasticized PVC pressure pipes. Injection moulded unplasticized PVC fittings for solvent welding for use with pressure pipes, including potable water supply
4346-1 BS: 98	قطع التركيب المصنوعة من عديد كلوريد الفينيل غير اللدن (UPVC) والمشكلة بطريقة الحقن التي يتم لحامها بالغراء اللاصق لاستخدامها في توصيل أنابيب الضغط، بما في ذلك شبكات التغذية بمياه الشرب
	Injection moulded unplasticized PVC fittings for solvent welding for use with pressure pipes, including potable water supply
BS 4346-2: 98	الوصلات وقطع التركيب الميكانيكية المصنوعة من عديد كلوريد الفينيل غير اللدن (UPVC)
	Mechanical joints and fittings, principally of unplasticized PVC
BS 5480: 90	الأنابيب المسلحة بالألياف الزجاجية (GRP) ووصلاتها وقطع التركيب المستعملة في شبكة التغذية بالمياه أو شبكة الصرف الصحي
	Specification for glass reinforced plastics (GRP) pipes, joints and

	fittings for use for water supply or sewerage
BS 6700: 97	تصميم وتركيب واختبار أنظمة خدمات المياه للاستخدام المنزلي بالمباني والأفنية الملحقة بها
	Design, Installation, Testing and Maintenance of Service Supplying Water for Domestic Use within Buildings and Their Curtilages
BS 8007: 87	كود تصميم المنشآت الخرسانية لحفظ السوائل المائية
	Code of practice for design of concrete structures for retaining aqueous liquids
BS-EN 545: 95	متطلبات وطرق اختبار الأنابيب المصنوعة من حديد المطاوع وقطع تركيبها وتوابعها ووصلاتها، لشبكة التغذية بالمياه
	Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines. Requirements and test methods

5-2 المواصفات القياسية الألمانية

DIN 8075: 99	الأنابيب المصنوعة من البولى إيثيلين (PE)
	Polyethylene (PE) pipes
DIN-EN 12201: 2012-2013	أنظمة أنابيب البلاستيك لشبكات للتغذية بالمياه
	Plastics piping systems for water supply, and for drainage and sewerage under pressure - Polyethylene (PE) - Part 2: Pipes

6-2—مراجع أخرى

ASSE	الجمعية الأمريكية لمهندسي الأعمال الصحية
	American Society of Sanitary Engineers
MSS	جمعية التوحيد القياسي لصناعة الصمامات وقطع التركيب
	Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry
IAPMO	الجمعية الدولية للعاملين بأعمال السباكة وبالأعمال الميكانيكية
	International Association of Plumbing Officials and Mechanical Officials2001 Walnut, California, United States

أعمال الصرف الصحي والصرف الصحي

المواصفات القياسية المطبقة

1- المواصفات القياسيةالسورية (م ق س)

مضمون المواصفة	المواصفة
منتجات الاسمنت الاميانتية الفحوص والروائز (الاختبارات) على الانابيب المضغوطة	S.N.S: 23/1981
Asbestos-cement products testing of compressed pipes	
منتجات الاسمنت الاميانتية طرق تخزين ونقل وتركيب الأنابيب	S.N.S: 240/ 1981
Asbestos- cement Products	
حلقات الاحكام (المحكمات) المطاطية في أنابيب الإسمنت الأميناتية	S.N.S: 244 / 1981
Rubber sealing rings for joints in asbestos – cement	
الدائن – تعيين معدل التدفق صهارة اللدائن الحرارية	S.N.S: 489/ 1987

مضمون المواصفة	المواصفة
plastics-determination of the melt flow rate of thermoplastics.	
الأنابيب الخرسانة غير المسلحة	S.N.S: 532/ 1987
Nonreinforced concrete pipes	
الحشوات المطاطية المستخدمة في الأنابيب الخرسانية	S.N.S: 597/ 1988
Rubber gaskets for concrete pipes	
الماء المستعمل في تحضير الخلطات الخرسانية	S.N.S: 644/1988
Water for making concrete	
الرسوم التقنية: الركوز التخطيطية لشبطات امداد وصرف المياه في الأرض	S.N.S: 667 / 1989
Technical drawings:graphical symbols for supply water and drainage systems in the ground.	
أنابيب الحديد المرن لخطوط الأنابيب المضغوطة – وغير المضغوطة بطانة الملاط الاسمنتي العامة – المصبوبة بالطرد المركزي	S.N.S: 839 / 1990
Ductile iron pipes for pressure and non-pressure pipelines-cantrifugal cement mortar lining-general requirements.	
خطوط أنابيب الحديد المرن الاختبار الهيدروستاتي بعد التركيب	S.N.S: 1533 /1995
Ductile pipelines-hydrostatic testing after installation.	
أنابيب المياه والصرف الفولاذية — القطر الاسمي (50-2500)	S.N.S: 2186 / 1999
Steel tubes For water and sewage	

2 المواصفات القياسية العالمية

2-1- الهيئة العالمية للتوحيد القياسي (ISO)

أنابيب البلاستيك الحراري لنقل السوائل — الضغوط الاسمية ـ الجزء الأول: النظام المتري	ISO 161-1: 96
Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Nominal pressures - Part 1: Metric series	
الأنابيب وقطع تركيبها من المواد البلاستيكية لصرف الفضلات المنزلية والصناعية ـ الأبعاد الأساسية: النظام المتري — الجزء الأول: من عديد كلوريد الفينيل غير اللدن (PVC – u)	ISO 265-1: 96
Pipes and fittings of plastic material - Fittings for domestic and industrial waste pipes - Basic dimensions: Metric series - Part 1: Unplasticized Poly (Vinyl Chloride) (PVC-U)	
أنابيب الصلب لمياه الشرب والصرف الصحي	ISO 559: 91
Steel tubes for water and sewage	

ISO 2531: 91	أنابيب حديد الزهر المرن وقطع تركيبها وملحقاتها لخطوط المياه المضغوطة
	Ductile iron pipes, fittings and accessories for pressure pipelines
ISO 3514: 76	أنابيب عديد كلوريد الفينيل المعالج بالكلور (CPVC) وقطع تركيبها
	Chlorinated Polyvinyl Chloride (CPVC) Pipes and Fittings
ISO 4435: 91	أنابيب عديد كلوريد الفينيل غير اللدن (PVC-U) وقطع تركيبها لأنظمة الصرف المدفونة وشبكات الصرف الصحي
	Unplasticized poly (Vinyl Chloride) (PVC-U) pipes and fittings for buried drainage and sewerage systems
ISO 4179: 85	أنابيب الحديد المرن لخطوط الأنابيب المضغوطة وغير المضغوطة — مبطنة بمونة أسمنتية بالدفع المركزي — المتطلبات العامة
	Ductile iron pipes for pressure and non-pressure pipelines - Centrifugal cement mortar lining - General requirements
ISO 4433-1: 97	أنابيب البلاستيك الحراري — المقاوم للسوائل الكيميائية — التصنيف — طريقة الاختبار بالغمر
	Thermoplastic pipes - Resistance to liquid chemicals - classification - Immersion test method
ISO 4633: 96	حشوات مطاطية — حلقات وصل لخطوط أنابيب شبكة التغذية بالمياه، وشبكات الصرف الصحي والصرف الصحي —مواصفات المواد
	Rubber seals - Joint rings for water supply, drainage and sewerage pipelines - Specification for materials
ISO 5256: 91	أنابيب الصلب وقطع تركيبها لخطوط الأنابيب المدفونة أو المغمورة بالمياه — المطلية من الخارج والداخل بالبيتومين أو بالقطران
	Steel pipes and fittings for buried or submerged pipe lines - External and internal coating by bitumen or coal tar derived material
ISO 6594: 83	أنابيب شبكات الصرف الصحي وقطع تركيبها المصنوعة من حديد الزهر ذيل الأنبوب
	Cast iron drainage pipes and fittings - Spigot series
ISO 6708: 95	مكونات أعمال الأنابيب — تعاريف واختيار المقاس الأسمى
	Pipework components - Definitions and selection of DN (nominal size)
ISO 7186: 96	منتجات الحديد المرن لأعمال الصرف الصحي
	Ductile iron products for sewage applications
ISO 7268: 83	مكونات الأنابيب — تعريف الضغط الأسمى

	Pipe components - Definition of nominal pressure
ISO 7370: 83	أنابيب البلاستيك الحرارية التصلب المسلحة (GRP) — الأنابيب وقطع تركيبها
	GRP pipes reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings.
ISO 8179-1: 95	أنابيب الحديد المرن — المطلية بالزنك من الخارج — الزنك المعدني مع طبقة إنهاء
	Ductile iron pipes - External zinc coating - Part 1:Metallic zinc with finishing layer
ISO 8179-2: 95	أنابيب الحديد المرن — المطلية بالزنك من الخارج — دهان كثيف من الزنك مع طبقة إنهاء
	Ductile iron pipes - External zinc coating -Part 2: Zinc rich paint with finishing layer
ISO 8180: 85	أنابيب الحديد المرن — المعزول بطبقة من عديد الإيثيلين
	Ductile iron pipes - Polyethylene sleeving
ISO 8572: 91	أنابيب البلاستيك الحراري التصلب المسلحة بالزجاج وقطع تركيبها (GRP) — تعاريف المصطلحات ذات العلاقة بالضغط، بما في ذلك العلاقات بينها، ومصطلحات التركيب والتوصيل
	Pipes and fittings made of glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) - Definitions of terms relating to pressure, including relationships between them, and terms for installation and jointing
ISO 8772: 91	الأنابيب وقطع تركيبها المصنوعة من عديد الإيثيلين عالي الكثافة (PE – HD) لشبكات الصرف الصحي والصرف الصحي المدفونة بالتربة — مواصفات
	High-density polyethylene (PE-HD) pipes and fittings forburied drainage and sewerage systems - Specifications
ISO 8773: 91	الأنابيب وقطع تركيبها من عديد البروبيلين (PP) لشبكات الصرف الصحي والصرف الصحي المدفونة — مواصفات
	Polypropylene (PP) pipes and fittings for buried drainage and sewerage systems - Specifications
ISO 10802: 92	أنابيب الحديد المرن — اختبار الضغط بالماء (الهيدروستاتيكي) بعد التركيب
	Ductile iron pipelines - Hydrostatic testing after installation
ISO 10931-1: 97	شبكات الأنابيب البلاستيكية من عديد فلوريد الفينيلدين (PVDF) للتطبيقات الصناعية
	Plastics Piping Systems for Industrial applications - Poly (Vinylidene Fluoride)(PVDF)
ISO/TR 7073: 88	الأساليب التقنية الموصى بها لتركيب أنابيب شبكات

	الصرف المدفونة والصرف الصحي والمصنوعة من عديد كلوريد الفينيل غير اللدن (PVC-U)
	Recommended techniques for the installation of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) buried drains and sewers
ISO/TR 10358: 93	أنابيب البلاستيك وقطع تركيبها – جدول تصنيف المقاومة للكيماويات المركبة.
	Plastics pipes and fittings -- Combined chemical-resistance classification table
ISO/TR 10465-1: 93	أنابيب الراتنج الحرارية التصلب المرنة المسلحة بألياف زجاجية (GRP) الممددة تحت الأرض – طرق التركيب.
	Underground installation of flexible glass-reinforced thermosetting resin (GRP) pipes -- Part 1: Installation procedures

2-2 المواصفات القياسية الأمريكية (US)

الجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد (ASTM)

ASTM A 74: 96	المواصفات القياسية لأنابيب المياه الملوثة المصنوعة من حديد الزهر وقطع تركيبها
	Standard Specification for Cast Iron Soil Pipe and Fittings
ASTM A 796: 2004	الطريقة العملية للتصميم الإنشائي لأنابيب الصلب المتعرجة، وتصميم أقواس الأنابيب والأقواس لشبكات صرف مياه الأمطار والصرف الصحي والأعمال الأخرى المدفونة
	Practice for Structural Design of Corrugated Steel Pipe, Pipe-Arches, and Arches for Storm and Sanitary Sewers and Other Buried Applications
ASTM A 849: 2000	المواصفات القياسية لأنابيب الصلب المتعرجة لشبكات الصرف الصحي والصرف الصحي – مواصفات الطلاء والرصف والتبطين في الموقع بعد التركيب
	Specification for Post-Applied Coatings, Pavings, and Linings for Corrugated Steel Sewer and Drainage Pipe
ASTM A 862: 2003	الطريقة العملية لتنفيذ أعمال الطلاء البيتوميني (الإسفلت) لأنابيب الصلب المتعرجة الخاصة بشبكات الصرف الصحي والصرف الصحي
	Practice for Application of Asphalt Coatings to Corrugated Steel Sewer and Drainage Pipe
ASTM A 888: 2005	المواصفات القياسية لأنابيب الحديد الزهر عديمة الرأس وقطع تركيبها لشبكات الصرف الصحي وصرف مياه الأمطار والفضلات وأنابيب التهوية المدفونة
	Specification for Hubless Cast Iron Soil Pipe and Fittings for Sanitary and Storm Drain, Waste, and Vent Piping Applications

ASTM B 788M: 2004	الطريقة العملية لتركيب العَبَّارات المصنوعة في المصنع، من الألومنيوم المعرج وأنابيب صرف مياه السيول
	Practice for Installing Factory-Made Corrugated Aluminum Culverts and Storm Sewer Pipe
ASTM C 4: 2004	المواصفات القياسية لبلاط الصرف الفخاري
	Specification for Clay Drain Tile and Perforated Clay Drain Tile
ASTM C 12: 2004	الطريقة العملية لتركيب أنابيب الفخار المزجج
	Practice for Installing Vitrified Clay Pipe Lines
ASTM C 14 M: 2004	المواصفات القياسية للمجاري الخرسانية ومصارف مياه الأمطار والعبَّارات (بالنظام المتري)
	Specification for Concrete Sewer, Storm Drain, and Culvert Pipe \[Metric\]
ASTM C 32: 2004	المواصفات القياسية لطوب الصرف الصحي وغرف التفتيش (المصنوع من الطين)
	Specification for Sewer and Manhole Brick (Made From Clay or Shale)
ASTM C 76 M: 2005	المواصفات القياسية للعبَّارات الخرسانية المسلحة وأنابيب صرف مياه الأمطار والصرف الصحي والصرف الصحي (بالنظام المتري)
	Specification for Reinforced Concrete Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe \[Metric\]
ASTM C 118 M: 2004	المواصفات القياسية للأنابيب الخرسانية لأعمال الري أو الصرف (بالنظام المتري)
	Specification for Concrete Pipe for Irrigation or Drainage \[Metric\]
ASTM C 412 M: 2004	الطريقة العملية لتنفيذ بلاط الصرف الخرساني (بالنظام المتري)
	Specification for Concrete Drain Tile \[Metric\]
ASTM C 425: 2004	المواصفات القياسية لوصلات الضغط لأنابيب الفخار المزجج وقطع تركيبها
	Specification for Compression Joints for Vitrified Clay Pipe and Fittings
ASTM C 443 M: 2005	المواصفات القياسية لوصلات الأنابيب الدائرية الخرسانية الخاصة بصرف الصرف الصحي والعَبَّارات باستخدام حشوات مطاطية (النظام المتري)
	Specification for Joints for Circular Concrete Sewer and Culvert Pipe, Using Rubber Gaskets \[Metric\]
ASTM C 444 M: 2003	المواصفات القياسية للأنابيب الخرسانية المثقبة (النظام المتري)

	Specification for Perforated Concrete Pipe [Metric]
ASTM C 478 M: 2003	المواصفات القياسية لقطاعات غرف التفتيش الخرسانية المسلحة مسبقة الصب (النظام المتري)
	Specification for Precast Reinforced Concrete Manhole Sections \[Metric\]
ASTM C 564: 95	المواصفات القياسية للحشوات المطاطية لأنابيب الحديد الزهر المستخدمة للمياه الوسخة وقطع تركيبها
	Standard Specification for Porous Concrete Pipe [Metric]
ASTM C 654 M: 2004	المواصفات القياسية للأنابيب الخرسانية المسامية (النظام المتري)
	Specification for Porous Concrete Pipe \[Metric\]
ASTM C 655 M: 2004	المواصفات القياسية للعَبارات الخرسانية المسلحة (D-LOAD) وأنابيب صرف مياه الأمطار وأنابيب صرف المجارى (النظام المتري)
	Specification for Reinforced Concrete D-Load Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe \[Metric\]
ASTM C 700: 2002	المواصفات القياسية لأنابيب الفخار المزجج، فائقة المقاومة وذات مقاومة قياسية والمثقبة
	Specification for Vitrified Clay Pipe, Extra Strength, Standard Strength, and Perforated
ASTM C 722: 2004	المواصفات القياسية للأسطح الراتنجية المتآلفة المقاومة للمواد الكيميائية
	Specification for Chemical-Resistant Monolithic Floor Surfacings
ASTM C 822: 2005	المصطلحات الفنية القياسية المتعلقة بالأنابيب الخرسانية والمنتجات ذات الصلة بها
	Terminology Relating to Concrete Pipe and Related Products
ASTM C 828: 2004	طريقة الاختبار القياسية لضغط الهواء المنخفض لأنابيب الفخار المزجج
	Test Method for Low-Pressure Air Test of Vitrified Clay Pipe Lines
ASTM C 877 M: 2002	المواصفات القياسية لأربطة حشوات منع التسرب الخارجية للأنابيب الخرسانية غير المستديرة لشبكات صرف مياه الصرف الصحي، وصرف الأمطار والعَبَّارات (النظام المتري)
	Specification for External Sealing Bands for Concrete Pipe, Manholes, and Precast Box Sections \[Metric\]
ASTM C 1227: 2002	المواصفات القياسية لخزانات التحليل مسبقة الصب
	Specification for Precast Concrete Septic Tanks
ASTM D 1785: 2004	المواصفات القياسية لأنابيب عديد كلوريد الفينيل

	(PVC) البلاستيكية، الجداول 40،80،120
	Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe, Schedules 40, 80, and 120
ASTM D 2235 R: 2004	المواصفات القياسية لمواد اللصق الإسمنتية لأنابيب الستايرين أكريلونيترايل بيوتادين (ABS) البلاستيكية وقطع تركيبها
	Specification for Solvent Cement for Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Plastic Pipe and Fittings
ASTM D 2321 R: 2000	الطريقة العملية لتركيب أنابيب البلاستيك الحرارية الأرضية لشبكات الصرف الصحي وشبكات الصرف الحر الأخرى
	Practice for Underground Installation of Thermoplastic Pipe for Sewers and Other Gravity-Flow Applications
ASTM D 2564: 2000	المواصفات القياسية لمواد اللصق الإسمنتية لأنابيب البلاستيك عديد كلوريد الفينيل (PVC)
	Specification for Solvent Cements for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Piping Systems
ASTM D 2661: 2002	المواصفات القياسية للأنابيب وقطع تركيبها من الستايرين اكريلونيتريل بيوتادين (ABS) جدول رقم 40 لأنابيب صرف السوائل والفضلات والتهوية
	Specification for Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Schedule 40 Plastic Drain, Waste, and Vent Pipe and Fittings
ASTM D 2665: 2004	المواصفات القياسية لأنابيب عديد كلوريد الفينيل وقطع تركيبها (PVC) لأعمال صرف السوائل والفضلات والتهوية
	Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Drain, Waste, and Vent Pipe and Fittings
ASTM D 2729: 2003	المواصفات القياسية للأنابيب وقطع تركيبها من عديد كلوريد الفينيل(PVC) لشبكات صرف مياه المجارى
	Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Sewer Pipe and Fittings
ASTM D 2751: 96	المواصفات القياسية للأنابيب وقطع تركيبها من الستايرين اكريلونيتريل بيتودين (ABS) لشبكات صرف مياه المجارى
	Specification for Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) Sewer Pipe and Fittings
ASTM D 2852: 95-2002	المواصفات القياسية لأنابيب البلاستيك الستايرين المطاطي (SR) وقطع تركيبها لشبكات الصرف
	Specification for Styrene-Rubber (SR) Plastic Drain Pipe and Fittings
ASTM D 2855: 96-2002	الطريقة العملية لعمل الوصلات الأسمنتية المذيبة مع أنابيب البلاستيك عديد كلوريد الفينيل (PVC) وقطع تركيبها
	Practice for Making Solvent-Cemented Joints with

	Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Pipe and Fittings
ASTM D 2949: 2001	المواصفات القياسية لأنابيب البلاستيك كلوريد الفينيل (PVC) وقطع تركيبها ذات القطر الخارجي 3.25 بوصة لشبكات صرف السوائل والفضلات والتهوية
	Specification for 3.25-in. Outside Diameter Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Drain, Waste, and Vent Pipe and Fittings
ASTM D 2996: 2001	المواصفات القياسية لأنابيب من الصوف الزجاجي (الراتنج المتصلد بالحرارة المسلح بألياف زجاجية)
	Specification for Filament-Wound |P`Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe
ASTM D 3034: 2003	المواصفات القياسية لأنابيب المجارى وقطع تركيبها من عديد كلوريد الفينيل PSM, PVC
	Specification for Type PSM Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Sewer Pipe and Fittings
ASTM D 3122: 95-2002	المواصفات القياسية لمواد لصق أنابيب البلاستيك الستايرين المطاطي (SR) وقطع تركيبها
	Specification for Solvent Cements for Styrene-Rubber (SR) Plastic Pipe and Fittings
ASTM D 3212 R: 96-2001	المواصفات القياسية لوصلات التصريف للأنابيب البلاستيكية المستعملة في صرف السوائل باستخدام مانعات التسرب المصنوعة من اللدائن المرنة
	Specification for Joints for Drain and Sewer Plastic Pipes Using Flexible Elastomeric Seals
ASTM D 3262: 2004	المواصفات القياسية للأنابيب المصنوعة من الألياف الزجاجية لصرف المجارى (من الراتنج المتصلد بالحرارة المسلح بألياف زجاجية)
	Specification for |P`Fiberglass|P' (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Sewer Pipe
ASTM D 3311: 2002	المواصفات القياسية لنماذج قطع التركيب من البلاستيك لأعمال شبكات الصرف والفضلات والتهوية
	Specification for Drain, Waste, and Vent (DWV) Plastic Fittings Patterns
ASTM D 3839: 2002	الطريقة العملية لتركيب الأنابيب المصنوعة من الألياف الزجاجية للخدمات الأرضية (المصنوعة من الراتنج المتصلد بالحرارة المسلح بألياف زجاجية)
	Guide for Underground Installation of |P`Fiberglass|P' (Glass-FiberReinforced Thermosetting-Resin) Pipe
ASTM D 5926: 2004	المواصفات القياسية للحشوات من عديد كلوريد الفينيل (PVC) لأعمال السباكة لصرف السوائل والفضلات والتهوية والمجارى والصرف الصحي وصرف مياه الأمطار
	Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Gaskets for

	Drain, Waste, and Vent (DWV), Sewer, Sanitary, and Storm Plumbing Systems
ASTM F 405: 97	المواصفات القياسية للأنابيب المتعرجة وقطع تركيبها من عديد الإيثيلين (PE)
	Specification for Corrugated Polyethylene (PE) Pipe and Fittings
ASTM F 412R: 2001	المصطلحات الفنية المتعلقة بأنظمة أنابيب البلاستيك
	Terminology Relating to Plastic Piping Systems
ASTM F 438: 2004	المواصفات القياسية لقطع تركيب أنابيب البلاستيك ذات الذيل من CPVC جدول رقم 40
	Specification for Socket-Type Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 40
ASTM F 449: 2002	الطريقة العملية لتركيب الأنابيب المتعرجة من البلاستيك الحراري تحت سطح الأرض مباشرة لصرف مياه الزراعة أو لضبط منسوب سطح الماء
	Practice for Subsurface Installation of Corrugated Polyethylene Pipe for Agricultural Drainage or Water Table Control
ASTM F 477: 2002	المواصفات القياسية للحشوات المطاطية لوصلات الأنابيب البلاستيكية
	Specification for Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe
ASTM F 481: 2002	الطريقة العملية لتركيب أنابيب البلاستيك الحراري والأنابيب المتعرجة في أحواض الترشيح بخزان تحليل مياه غسيل التربة
	Practice for Installation of Thermoplastic Pipe and Corrugated Pipe in Septic Tank Leach Fields
ASTM F 679: 2003	المواصفات القياسية لأنابيب البلاستيك وقطع تركيبها من عديد كلوريد الفينيل (PVC) ذات الأقطار الكبيرة لصرف مياه المجارى بالميول (بتأثير الجاذبية الأرضية)
	Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Large-Diameter Plastic Gravity Sewer Pipe and Fittings
ASTM F 758: 95	المواصفات القياسية لأنابيب البلاستيك ذات الجدران الملساء من عديد كلوريد الفينيل(PVC) لأنظمة الصرف الأرضي أسفل الطرق السريعة والمطارات وأعمال الصرف المشابهة
	Specification for Smooth-Wall Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Underdrain Systems for Highway, Airport, and Similar Drainage
ASTM F 789 R: 95	المواصفات القياسية لأنابيب البلاستيك من عديد كلوريد الفينيل (PVC) وقطع تركيبها من صنف PS – 115 , PS – 46 لشبكات الصرف بالميول للمجارى
	Specification for Type PS-46 and Type PS-115 Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Gravity Flow Sewer Pipe and Fittings

ASTM F 810: 2001	المواصفات القياسية للأنابيب ذات الجدران الملساء من عديد الإيثلين (PE) للاستعمال في مجال حقول امتصاص المخلفات السائلة والفضلات
	Specification for Smoothwall Polyethylene (PE) Pipe for Use in Drainage and Waste Disposal Absorption Fields
ASTM F 949: 2003	المواصفات القياسية لأنابيب البلاستيك المتعرجة الملساء من الداخل من عديد كلوريد الفينيل (PVC) وقطع تركيبها لصرف مياه الصرف الصحي
	Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Corrugated Sewer Pipe With a Smooth Interior and Fittings
ASTM F 1412: 2001	المواصفات القياسية لأنابيب المصنوعة من عديد الأوليفين وقطع تركيبها لأنظمة صرف الفضلات الكيمائية المسببة للتآكل
	Specification for Polyolefin Pipe and Fittings for Corrosive Waste Drainage Systems
ASTM F 1673: 2004	المواصفات القياسية لأنظمة صرف الفضلات الكيميائية المسببة للتآكل باستخدام عديد فلوريد الفينيليدين (PVDF)
	Specification for Polyvinylidene Fluoride (PVDF) Corrosive Waste Drainage Systems

3-2- المعهد الأمريكي للمواصفات القياسية الوطنية (ANSI)

ANSI A 21 – 11: 95	الحشوات المطاطية لوصلات أنابيب الضغط المصنوعة من الحديد المطاوع وقطع تركيبها (مطابق لـ (C 111) – الجمعية الأمريكية لأعمال المياه/AWWA)
	Rubber-Gasket Joints for Ductile-Iron Pressure Pipe and Fittings

4-2- المواصفات القياسية الأوربية

EN 124: 94	أغطية البالوعات وغرف التفتيش لمناطق مرور السيارات والمشاة
	Gully tops and manhole tops for vehicular and pedestrian areas. Design requirements, type testing, marking, quality control
EN 295	أنابيب الفخار المزجج وقطع تركيبها ووصلاتها لصرف السوائل ومياه الصرف الصحي
	Vitrified clay pipes and fittings and joints for drains and sewers
EN 295-1: 91	المتطلبات
	Requirements
EN 295-2: 91	ضبط الجودة وطريقة أخذ العينات
	Quality control and sampling
EN 295-3: 91	طرق الاختبار
	Test methods
EN 295-4: 95	متطلبات قطع التركيب الخاصة ووصلات المهايئة(الجلب)

	والملحقات المناسبة
	Requirements for special fittings, adapters and compatible accessories
EN 295-5: 94	متطلبات أنابيب الفخار المزجج المثقبة وقطع تركيبها
	Requirements for perforated vitrified clay pipes and fittings
EN 295-6: 95	متطلبات غرف التفتيش المصنوعة من الفخار المزجج
	Requirements for vitrified clay manholes
EN 295-7: 95	متطلبات تغليف أنابيب الفخار المزجج ووصلاتها
	Requirements for vitrified clay pipes and joints for pipe jacketing
EN 476: 97	المتطلبات العامة للمكونات المستخدمة في أنابيب التفريغ وأنابيب صرف السوائل وصرف المجارى التي تعمل بالميول (بالجاذبية الأرضية)
	General requirements for components used in discharge pipes, drains and sewers for gravity systems
EN 588	أنابيب الألياف الأسمنتية لصرف مياه المجارى وصرف السوائل والمخلفات.
	Fibre-cement pipes for sewers and drains
EN 588-1: 96	الأنابيب – الوصلات وقطع التركيب لأنظمة الصرف بالميول
	Pipes, joints and fittings for gravity systems
EN 588-2: 95	غرف التفتيش وحجرات المراقبة
	Manholes and Inspection Chambers
EN 598: 94	أنابيب الحديد المطاوع وقطع التركيب والملاحق ووصلاتها لأعمال صرف الصرف الصحي – متطلبات وطرق الاختبار
	Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for sewage applications. Requirements and test methods
EN 681	مانعات تسرب من اللدائن المرنة – متطلبات المواد لمانعات التسرب لوصلات الأنابيب المستخدمة في نقل المياه وصرف السوائل والفضلات
	Elastomeric seals - Material requirements for pipe joint seals used in water and drainage applications
EN 681-1: 96	المطاط المفلكن
	Vulcanized rubber
EN 752	أنظمة الصرف السوائل والفضلات والصرف الصحي خارج المباني
	Drain and sewer systems outside buildings
EN 752-1: 95	عموميات وتعاريف
	Generalities and definitions
EN 752-2: 96	متطلبات الأداء
	Performance requirements
EN 752-3: 96	التخطيط
	Planning

EN 752-4: 97	التصميم الهيدروليكي والاعتبارات البيئية
	Hydraulic design and environmental considerations
EN 752-5: 97	التأهيل
	Rehabilitation
EN 752-6: 98	تركيبات أعمال الضخ
	Pumping installations
EN 752- 7: 98	الصيانة والتشغيل
	Maintenance and operations
EN 1091: 96	أنظمة صرف مياه الصرف الصحي خارج المباني بالتفريغ
	Vacuum sewerage systems outside buildings
EN 1401	أنظمة أنابيب البلاستيك غير الملدن (PVC – u) لشبكات صرف السوائل والمجارى الأرضية غير المضغوطة
	Plastic piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage. Unplasticized poly(vinylchloride)
EN 1401-1: 98	مواصفات النظام والأنابيب وقطع التركيب
	Specifications for pipes, fittings and the system
EN 1610: 97	تنفيذ واختبار شبكات صرف السوائل والصرف الصحي
	Construction and testing of drains and sewers
EN 1671: 97	أنظمة صرف مياه الصرف الصحي المضغوطة خارج المباني
	Pressure sewerage systems outside buildings
EN 1917: 95	غرف التفتيش وحجرات المراقبة الخرسانية غير المسلحة والمسلحة بألياف من الصلب والمسلحة
	Concrete Manholes and Inspection Chambers, unreinforced, steel fibre and reinforced
EN 12729: 97	صمام عدم رجوع ذو حيز للتحكم في خفض الضغط
	Backflow Preventer with controllable Reduced Pressure Zone

5-2- المواصفات القياسية البريطانية

BS 534: 90	مواصفات أنابيب الصلب ووصلاتها والأعمال الخاصة لشبكات المياه والصرف الصحي
	Specification for steel pipes, joints and specials for water and sewage
BS 882: 92	مواصفات الركام الطبيعي للخرسانة
	Specification for aggregates from natural sources for concrete
BS 2494: 90	مانعات التسرب المصنوعة من اللدائن المرنة للوصلات في أعمال الأنابيب وشبكات الأنابيب
	Materials for elastomeric joint rings for pipework and pipeline
BS 4660: 89	تم استبدالها بالمواصفة EN 1401 – 1 و BS 4660: 2000
	Specification for unplasticized polyvinyl chloride (PVC-U) pipes and plastics fittings of nominal sizes 110 and 160 for below ground gravity drainage and sewerage
BS 5480: 90	مواصفات الأنابيب المسلحة بالزجاج (GRP) ووصلاتها وقطع تركيبها المستعملة في شبكة التغذية بالمياه أو شبكة

	الصرف الصحي
	Specification for glass reinforced (GRP) pipes, joints and fittings for use for water supply or sewerage
BS 5911	الأنابيب الخرسانية مسبقة الصب وقطع تركيبها والمنتجات التابعة لها
	Precast concrete pipes, fittings and ancillary products
BS 5911-2: 82	مواصفات حجرات المراقبة
	Specification for Inspection Chambers
BS 5911-100: 88	مواصفات الأنابيب المسلحة وغير المسلحة وقطع تركيبها ذات الوصلات المرنة
	Specification for unreinforced and reinforced pipes and fittings with flexible joints
BS 5911-103: 94	مواصفات الأنابيب مسبقة الإجهاد غير المضغوطة وقطع تركيبها ذات الوصلات المرنة
	Specification for prestressed non-pressure pipes and fittings with flexible joints
BS 5911-114: 92	مواصفات الأنابيب المسامية
	Specification for porous pipes
BS 5911-200: 94	مواصفات غرف التفتيش وغرف التشرب ذات المقطع المستدير، المسلحة وغير المسلحة
	Specification for unreinforced and reinforced manholes and soakaways of circular cross section
BS 6100	معجم المصطلحات
	Glossary of terms
BS 6100-2/sec.2.5	تشييد وهندسة الأعمال الهيدروليكية
	Hydraulic engineering and construction work
BS 6100-2/sec.2.	خطوط الأنابيب والأقنية
	Pipelines and ducts
BS 6100-3/sec.3.3	الأعمال الصحية
	Sanitation
BS 7158: 89	حجرات المراقبة البلاستيكية
	Plastic Inspection Chambers
BS 8000 – 14:89	كود الطريقة العملية للصرف تحت الأرض
	Code of practice for below ground drainage
BS 8005 – 1	استبدلت بالمواصفة BS - EN 752 – 2 ff
	replaced by BS-EN 752 -2 ff
BS 8010	كود الطريقة العملية لتنفيذ خطوط الأنابيب

	Code of practice for pipelines
BS 8010 – 2	خطوط الأنابيب على الأرض: التصميم والتشييد والتركيب
	Pipelines on land: design, construction and installation
BS 8010 – 2/2.1: 87	الحديد المطاوع
	Ductile Iron
BS 8010 – 2/2.5: 89	البلاستيك الحراري التصلب المسلح بالزجاج
	Glass reinforced thermosetting plastics
BS 8010 – 2/2.7: 89	الخرسانة مسبقة الصب
	Precast concrete

المصطلحات العلمية

A

adapter	**وصلة**
Addenda	**الملحقات**
air release valve	**صمام تفريغ هواء**
As Built Drawings	**رسومات حسب التنفيذ**

B

bell	**جرس**
beveled pipe	**أنبوب بحافة مشطوفة**
Bidding	**التقدم بالعطاء**
blinding	**سد الفجوات**
butterfly valve	**صمام فراشة**

C

Carbon black content	**محتوى الكربون الاسود**
Carbon black dispersion	**نسبة توزع الكربون الأسود**
centrifugal pump	**مضخة نابذة**
Clay	**غضار**
coating:	**بطانة**
Cohesionless granular soil	**تربة غير متماسكة**
collar (or coupling)	**قطعة وصل**
compound density	**الكثافة**
compression joint	**وصلة ضغط**
conduit	**أنبوب توصيل**
Construction Time	**مدة تنفيذ الأعمال**
cradle	**حمالة**
Crushing strength	**حمل التهشيم**
culvert	**عبارة**

D

Deposits	**التأمين**
design pressure	**ضغط تصميمي**
Details Drawings	**الرسومات التفصيلية**
discharge valve	**صمام تصريف**
drain	**أنبوب صرف**
drain valve	**صمام تفريغ**
dry well	**بئر جاف**
ductile iron	**حديد مطاوع**

E

Earth load	**الحمل الناتج عن تربة الردم**
elastomeric seal	**مانعة تسرب من اللدائن المرنة**

Elongation	**الاستطالة**
encasement	**غلاف (كيس- جراب)**
envelope	**غلاف مسامي**
Excavation	**اعمال الحفر**
exfiltration	**كفاءة الترشيح الخارج**

F

Factor of Safety	**معامل الأمان**
Feasibility study	**الجدوى الاقتصادية**
filter	**مرشح**
Final Design & Tendering	**التصميمات النهائية ومستندات التعاقد**
Final Turning Over	**التسليم النهائي**
fittings	**قطع تركيب الأنابيب**
flexible joint	**وصلة مرنة**
flexible joint	**وصلة مرنة**
flexible pipe	**أنبوب مرن**
Forced Tendering.	**الإسناد المباشر**
Friction	**احتكاك**

G

gasket	**حشوة**
gate valve	**صمام بوابي**
grade rings	**حلقات الضبط (التسوية)**
Gravel	**بحص**
Gravity	**ثقالة**
gravity system	**الصرف بالميول**
ground water	**مياه أرضية**
Guarantee Deposit	**التأمين النهائي**
Guarantee Period	**مدة الضمان**
gully	**مجرى صرف**
gully Top	**غطاء مجرى الصرف**

H

Hardness	**القساوة**
haunch	**كتف الأنبوب**
haunching	**عمل أكتاف حول الأنبوب**
head	**عمود مائي**
hydrostatic test	**اختبار هيدروستاتيكي**

I

infiltration	**ترشيح**
initial backfill	**طبقة ردم أوليـة**
initial backfill	**ردم مبدئي**
inspection chamber	**حجرة مراقبة**
internal quality control	**ضبط الجودة الذاتية داخل الموقع**

invert	**قاع المجرور**
invitation to tendering	**المناقصة طرح الأعمال في**
lining	**تبطين داخلي**
L	
Live load	**الحمل الحي**
Load and Supporting Strength	**الأحمال ومقاومة الأنابيب**
Loading Factor	**معامل التحميل**
Longitudinal Reversion	**الانعكاس الطولي**
M	
manhole	**غرفة التفتيش**
maximum working pressure	**أقصى ضغط تشغيل**
mechanical joint	**وصلة ميكانيكية**
Melt mass –flow rate	**درجة الذوبان**
mitered pipeر	**أنبوب مشطوف**
N	
nominal size (DN)	**مقاس اسمي**
non return valve	**صمام عدم رجوع:**
O	
O – ring gasket	**حشوة مستديرة**
P	
Pigment dispersion	**توزع ذرات الصباغ**
pipe barrel	**الجزء الأسطواني من أنبوب**
pipe bedding	**فرشة أنابيب**
pipeline	**خط أنابيب**
Preliminary Design	**التصميمات الابتدائية**
pressure pipe	**أنبوب ضغط**
pressure rating (PR):	**معدل ضغط**
pressure reducing valve	**صمام تخفيف الضغط**
pressure sustaining valve	**صمام ثبات الضغط**
Primary Turning Over	**التسليم الابتدائي**
push – on joint	**وصلة حشر**
push -fit jointر	**وصلة حشر توافقية**
R	
rigid joints	**وصلات صلبة**
rigid pipe	**أنبوب صلب**
S	
Safe Load	**الحمل الآمن**
Sand and gravel	**رمل وبحص**
Saturated clay	**طين مشبع**
Saturated topsoil	**تربة سطحية مشبعة**
Scheme Drawings	**الرسومات المبدئية**

SDR	**نسبة الأبعاد القياسية**
Security Deposit	**التأمين الابتدائي**
selected material	**المواد المختارة للردم**
Selective Tendering	**المناقصات المحدودة**
Semi Rigid Pipes	**الأنابيب شبه الصلبة**
separate system	**شبكات منفصلة**
Serial Tendering	**المناقصات المتعددة**
sewage	**مياه الصرف الصحي**
sewer	**أنابيب الصرف الصحي**
sewer system	**شبكة مياه الصرف الصحي**
sewerage	**مياه الصرف الصحي**
side fill	**ردم جانبي**
solenoid valve	**صمام مغناطيسي يعمل بملف كهربائي**
solvent cement	**مادة لاصقة**
spigot	**ذيل الأنبوب**
stop valve	**صمام إيقاف**
storm drain	**خط صرف مياه الأمطار**
surface water	**مياه سطحية**
surge	**تدفق مفاجئ**
system design pressure	**ضغط تصميمي للشبكة**
T	
tapping valve	**صمام تفريعات**
Tender Drawings	**رسومات العطاء**
Tensile Strength	**مقاومة الشد**
Thermal stability	**الثبات الحراري**
Turning Over	**التسليم**
V	
Verified clay pipe VCP	**الفخار الحجري**
Visual Test	**الاختبار البصري**
Volatile content	**المواد المتطايرة**
W	
Water content	**المحتوى المائي**
water hammer	**مطرقة مائية**
work pressure	**الضغط تشغيلي**
Workshop Drawings	**الرسومات التنفيذية**
Y	
yield Strength	**قوى الخضوع**

المصادر والمراجع

1- د.عبد الحكيم بنود "الصرف الصحي"، منشورات وزارة التعليم العالي، .1997.

2- م. فواز الرفاعي "صيانة شبكات أنابيب المياه والصرف الصحي"، الحلقة الدراسية "تنفيذ أعمال البنية التحتية في المدينة القديمة"،.1997.

3- الدليل التدريبي لمشغلي أنظمة توزيع المياه، منظمة الصحة العالمية المركز الاقبيمي لأنشطة صحة البيئة عما الاردن 2003.

4- الكود المصري لتصميم وتنفيذ خطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحي، وزارة التعمير والمجتمعات الجديدة والاسكان والمرافق ،الطبعة التاسعة 2014

5- دليل عمل المهندس، الجمهورية العربية السورية، وزارة الاسكان والتعمير ،2009

6- الدكتورة سلوى حجار، "الشبكات العامة لإمداد مياه الشرب" 2010 – مديرية الكتب– جامعة حلب.

7- دفتر عقد المقاولة الموحد، وزارة الاشغال العامة والاسكان، فيديك 1999.

8- C.Gomella, H.Guerree " Guide De L Assainissement Dans Les Aglomerations Urbaines Et Rurales", Tome1, Eyrolles,1986.

9- V.Terram, A.Andral Resaux d'assainissment les progress de la rehabilition sans tranchee Polytech'montpellier, Universite Montpellier Ii Scienceset Techniques Du Languedoc,2004.

9-Woo Seok Chin, Jae Wook Kwon, & Dai Gil Lee , Trenchless Repairing Of Underground Pipes Using Rtm & Dielectrometry, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Republic of Korea ,2003.

10-P. K. Mallick (1998), Fiber-Reinforced Composites, Marcel Dekker, Inc., pp. 3-4.

11-1996 American Society for Testing and Materials C497M-96. Standard Test Methods for Concrete Pipe, Manhole Sections, or Tile [Metric].

12-Moser, A.P. (1990), Buried Pipe Design,McGraw-Hill, Inc., USA.

13-Rinker Materials Corporation Homepage (2004), "PVC Sanitary Sewer Continues to Deflect, a 13-Year Study," www.rinkermaterials.com/hydroconduit/inforbriefs/i2007.htm.

14-O Chaallal, M Shahawy, W Nickas, Perfomance Evaluation of Flexxible Metal Pipe for Gravity Flow Applications,Structures Research Center ,2007
15-Nemanja Trifunovi, Introduction to Urban Water, 2006 Taylor & Francis Group, London, UK.
16-A. Keith Escoe, Piping and Pipeline Assessment Guide, Copyright © 2006, Elsevier Inc. All rights reserved.
17-Fadila Yahiaoui, Rehabilitation Des Reseaux D' Assainissement Visitables Et Non Visitables, École Supérieure des Géomètres et Topographes 2000.
18-AmeriCAn ConCrete PiPe AssoCiAtion, CONCRETE PIPE DESIGNMANUAL, ONineteenth printing April, 2007 www.concrete-pipe.org
19-Jean-Marc BERLAND, Réhabilitation des réseaux d'assainissement en zone rurale, Ministere De L'agriculture, De L'alimentation, De La Peche Et Des Affaires Rurales,2004
20- Rendements des réseaux d'eau potable, TSM n°4 bis-90 (2006)
21-ISO 4427-1:2007Plastics piping systems - Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply - Part 1: General
22-ISO11414:2009(E):Plastics pipes and fittings Preparation of polyethylene (PE) pipe/pipe or pipe/fitting test piece assemblies by butt fusion
23-Water Industry Specification WIS 4-32-08: "Specification for the fusion jointing of polyethylene pressure pipeline systems using PE80 and PE100 materials", 2002.
24-ISO 1167/2006: "Thermoplastics pipes, fittings and assemblies for the conveyance of fluids - Determination of the resistance to internal pressure".
25-F. Hagglund, M. A. Spicer and M. J. Troughton, 'Development of InspectionTechniques for an Automated Non-Destructive Evaluation (NDE) Approach for Testing Welded Joints in Plastic (PE) Pipes', BINDT conference proceedings, 2011.
26-ISO/TR 10837:1991 Determination of the thermal stability of polyethylene (PE) for use in gas pipes and fittings
27-ISO 13953: "Polyethylene (PE) pipes and fittings - Determination of the tensile strength and failure mode of test pieces from a butt-fused joint", 2001.
28-EN 12814-2: "Testing of welded joints of thermoplastics semi-finished products. Part 2 :Tensile test", 2000.

29-EN ISO 527-1: “Plastics - Determination of tensile properties - Part 1: General principles”, 1996.
30-Olivier Bondil, 2006‘Étude De L’endommagement En Sommet De Fissure Dans Les Polymères Amorphes Renforcés «Choc» Par Nodules D’élastomère’, Thèse Docteur De L’université Louis Pasteur Strasbourg I.
31-DIN 8062-2009: Unplasticized polyvinyl chloride (PVC-U) pipes − Dimensions
32-ASTM D 2444 – 1999: Standard Test Method for Determination of the Impact Resistance of Thermoplastic Pipe and Fittings by Means of a Tup (Falling Weight)1
33-ISO 6259-2: 1997“Thermoplastics pipes -- Determination of tensile properties -- Part 2: Pipes made of unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U), chlorinated poly (vinyl chloride) (PVC-C) and high-impact poly (vinyl chloride) (PVC-HI)”, International Organization for Standardization.

تم تدقيق الكتاب علمياً من قبل:

الدكتور	الدكتور	الدكتور
عبد الحكيم بنود	**عمار برادعي**	**محمد ضاي**

تم تدقيق الكتاب لغوياً من قبل:

الدكتورة

ميسون شوا

حقوق الطبع والنشر والترجمة محفوظة

لمديرية الكتب والمطبوعات الجامعية

الفصل الاول
مراحل تنفيذ المشاريع الهندسية

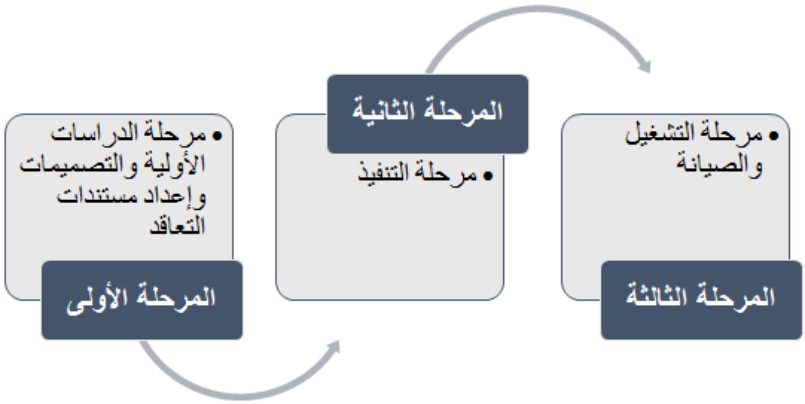
مقدمة:

لأي مشروع هندسي مطلوب تنفيذه طبقاً للأصول الفنية والهندسية للأعمال فإنه يتطلب تكاتف مجموعات من المهندسين والفنيين والعمال خلال مراحل إعداد المشروع وتنفيذ ابتداءً من بداية الفكرة التصميمية وانتهاء بالتسليم النهائي والتشغيل. وتنقسم مراحل حياة المشروع الهندسي إلى ثلاث مراحل أساسية هي:

أولا: المرحلة الأولى: مرحلة الدراسات الأولية والتصميمات وإعداد مستندات التعاقد.

ثانيا: المرحلة الثانية: مرحلة التنفيذ.

ثالثا: المرحلة الثالثة: مرحلة التشغيل والصيانة.



المراحل الأساسية للمشروع

وتتميز كل مرحلة من المراحل السابقة بخصائص تميزها من غيرها طبقاً لطبيعة الأعمال المطلوب إنجازها ونوعيتها.

1- **المرحلة الأولى:**

تعد هذه المرحلة الفنية الأولى في إعداد مستندات المشروع داخل المكاتب الاستشارية ودراستها وتحتوي هذه المرحلة على مجموعة من المراحل.

1-1- مرحلة الدراسات الأولية:

في هذه المرحلة يتم عمل الكثير من الدراسات الأولية الاستكشافية بهدف توفير بيانات ومعلومات فنية او بيئية أو اجتماعية ومن هذه المعلومات المطلوب بياناتها:

دراسة المشروعات من ناحية الجدوى الاقتصادية (Feasibility study):

قبل البدء في عمل مشروع هندسي يجب دراسته من الناحية الاقتصادية بتحديد التكاليف وتقدير العائد سواءً أكان هذا العائد ماديا أم من عائد الخدمات العامة (المرافق) وهو ما يطلق علية دراسة الجدوى ويجري الاختيار بين حلول مختلفة يقيم كل حل منها طبقا للتكاليف في المراحل المختلفة وعلى وجه التحديد تكاليف الإنشاء، تكاليف التشغيل ,تكاليف الصيانة، مدة الانتهاء من التنفيذ ووضع المشروع في حال الأداء الكامل، تكاليف تمويل الإنشاء ومدة السداد للقرض إن وجدت.

وهي تهدف بصفة أساسية للإجابة عن تساؤل هل المشروع سيحقق العائد المطلوب منه أو لا سواء كان هذا العائد اجتماعياً أو ثقافياً أو تعليمياً أو اقتصادياً...الخ وما الفترة الزمنية للاسترداد. ويمكن تلخيصها كالآتي:

1) الجدوى الفنية (وهي امكانية تنفيذ المشروع الانشائي ودراسة المعوقات من موقع ومواد وعمالة ومناخ).
2) الجدوى المالية (وهي إمكانية توفير الموارد المالية وتقلبات سوق العملات)
3) الجدوى الاقتصادية (وهي دراسة التكاليف المباشرة وغير المباشرة لتنفيذ المشروع ومقارنتها بالفوائد الناتجة عن تنفيذ المشروع).

وان كانت هذه الدراسة اقتصادية في أساسها إلا أن المهندس مسؤول في هذه المرحلة عن اختيار موقع المشروع وعن تقدير تكاليف كل من الحلول المقترحة أو المتاحة ودراسة مدة التنفيذ وتكاليف صيانة المشروع وكذلك تكاليف التشغيل حتى يمكن تحليل هذه المعلومات لاختيار أفضل المشاريع للغرض المطلوب .

وهذا يتطلب دراسة استكشافية من حيث:

- تحليل العينات المأخوذة. اجتماعياً، ثقافياً،...الخ
- إعداد الخرائط المساحية لموقع المشروع وبيان شكل التضاريس.
- دراسة استكشافية لخصائص التربة ومكوناتها لموقع المشروع.

- دراسة بيئية عن المناخ، درجات الحرارة، الرطوبة واتجاهات الرياح السائدة.

2-1- مرحلة التصميم:

1-2-1 مرحلة التصاميم الأولية :

- **عداد التصميمات الابتدائية(Preliminary Design)**

عند الانتهاء من دراسة الجدوى واختيار أحد الحلول يقوم المهندس المستشار بمراجعة برنامج المالك والميزانية المرصودة وتقييمها ويناقش خيارات متعددة للتصميم والتنفيذ بناءً على تلك المعطيات، وحسبما يتم الاتفاق عليه يقوم المستشار بإعداد التصاميم الأولية وقد تتضمن هذه التصاميم مخططات أولية بمقياس صغير، وواجهات، ومنحنيات، ووثائق أخرى عديدة تصف عموماً الأعمال، والعلاقة بين أجزاء المشاريع بعضها ببعض كما تصف نوع الإنشاءات والمعدات المقترحة عموماً، وخلال هذه المرحلة يحدد مخطط الموقع العام كما تحدد المساحات وعلاقاتها ببعض كما يتم تحديد طرق التصميم الإنشائية والمعمارية والميكانيكية والكهربائية، إضافة إلى ما سبق تعد بعض الوثائق التي تتضمن وصفاً ابتدائياً للمشروع وكذلك تقدير الكلفة الأولية للمشروع والأطر العامة لمواصفات المواد التي ستستخدم ويشكل عادة 30% من الجهد الكلي للتصميم.

- **مرحلة تطوير التصاميم (استخدام أساليب الهندسة القيمية:**

تبدأ هذه المرحلة بعد موافقة المالك على التصاميم الأولية وأية تعديلات ضرورية على برنامج العمل أو الميزانية المطروحة، وفي هذه المرحلة تتحول العلاقة من العمومية إلى التفصيل والتعديلات.

تلخص هذه المرحلة وتصف بشكل دقيق طبيعة المشروع وحجمه بما في ذلك مكوناته الإنشائية والمعمارية والميكانيكية والكهربائية من خلال المخططات والتفاصيل والمقاطع والجداول والمنحنيات، كما يتم وضع المواصفات الأولية للمشروع ويتم تطوير تقدير الكلفة على قدر أكبر من الدقة وبهذا تكون فكرة المشروع قد وصلت لدرجة 70% من الجهد الكلي للتصميم.

ملاحظة

المقصود من الهندسة القيمية هو عمل دراسة بوساطة منهج قيمي مدروس لتحقيق أهداف المشروع بجودة أعلى وتكلفة أقل في آن واحد.

2-2-1 **التصميمات النهائية ومستندات التعاقد** (Final Design & Tendering)

بعد الانتهاء من دراسة التصميمات الابتدائية يعد المهندس التصميمات النهائية شاملة جميع التفاصيل اللازمة للإنشاء وتركيب المعدات الخاصة بالمنشاة سواءً كانت صناعية أو تجارية أو خدمات عامة ويعد أيضاً مواصفات مواد الإنشاء وطرقه وكذلك جداول الكميات في العقود ذات الكميات المحددة.... وبذلك نكون قد وصلنا الى 90% من الجهد.

(بمعنى تجهيز جميع وثائق العطاء وإعدادها)

وحتى يكتمل 100% تأتي مرحلة التدقيق والمراجعة في المخططات وجداول الكميات والمواصفات نهائياً قبل تسليمها للمالك لطرحها ولهذه المرحلة أهمية كبيرة.

تعتبر هذه المرحلة ذات أهمية خاصة إذ يتم الدخول إلى دراسة المشروع بعمق من خلال المهندسين والاستشاريين طبقاً لنوعية العمال والمستندات المطلوب إنجازها من كل فريق عمل وهي كالآتي:

1-2-2-1 الرسومات التنفيذية للمشروع:

وتنقسم هذه الرسومات التنفيذية لأي مشروع الى رسومات الأعمال الآتية:

- الرسومات التنفيذية المعمارية
- الرسومات التنفيذية الإنشائية
- الرسومات التنفيذية الصحية
- الرسومات التنفيذية الميكانيكية
- الرسومات التنفيذية الكهربائية

2-2-2-1 كتابة المواصفات الفنية للأعمال:

يقوم المهندس المختص في هذه المرحلة بهذه العملية بدراسة جميع مستندات المشروع دراسة دقيقة وتحليلها وتبويبها الى مجموعات من الأعمال المختلفة، وعموماً فإن الأجزاء الرئيسة المكونة للمواصفات هي:

- مواصفات الأعمال الاعتيادية (المعمارية والإنشائية)
- مواصفات الأعمال الصحية
- مواصفات الأعمال الميكانيكية

- مواصفات الأعمال الكهربائية

ويجب أن تتحقق في جميع هذه الأعمال متطلبات الجودة والأمن والسلامة لحياة الإنسان.

تعد المواصفات الفنية للأعمال أحد الوسائل الفنية التي تستخدم في المشروعات الهندسية لتنفيذ بنود الأعمال ويعد الأسلوب اللفظي هو الأساس في وصف خواص المواد المستخدمة كيميائياً أو فيزيائياً أو تحديد نوعية الأعمال المطلوب تنفيذها أو الأسلوب المستخدم "طريقة التنفيذ" التي يجب اتباعها لتنفيذ الأعمال.

والمواصفات الفنية مكملة للرسومات فبينما تقوم الرسومات بوضع التصميم في شكل رسومات تنفيذية كاملة الأبعاد والمناسيب وبيان المواد المستخدمة وجميع التفاصيل المطلوبة لتنفيذ المشروع التي لا يمكن كتابتها في المواصفات، فإن المواصفات تقوم بدور تكميلي للرسومات المختلفة من خلال شرحها وتوصيفها لبنود الأعمال أو وصفها لمواد البناء المستخدمة وخصائصها الكيميائية والفيزيائية والاختبارات المطلوب إجراؤها قبل التوريد أو بعده.

فما لم نستطع إظهاره على الرسومات يتم بيانه تفصيلاً في المواصفات الفنية للأعمال.

عند كتابة المواصفات يجب تحديد نوعية المواد بصياغة سليمة وواضحة بعيدا عن استخدام ألفاظ غير عملية مثل (من أحسن نوع)، أو (من أصناف جيدة).

فمثل هذه التعبيرات تمثل إرباكاً لكل من المالك والمقاول في تفسيرها.

يجب على كاتب المواصفات توخي الدقة في اختيار الكلمات التي تؤدي إلى المطلوب مباشرة حيث استخدام كلمات لها أكثر من مدلول تحتاج إلى تفسير من المهندس أو المالك للمقاول وهو مايؤدي إلى استهلاك كثير من الوقت.

ومن هنا تأتي أهمية كتابة المواصفات بطريقة دقيقة لا تحتمل التأويل ومحددة الألفاظ والمعاني بعيدة عن الهوى الشخصي حتى تقلل من نسبة الخلافات والتأويل في تفسير المواصفات، وهو مايحتاج إلى خبرة وتمرس في كتابة المواصفات.

ويتم التقيد بكتابة المواصفات بأسلوب التصنيع أو الاختبارات المطلوبة أو خواص المواد المستخدمة طبقاً لمواصفات رسمية محددة مثل:

- المواصفات القياسية السورية م ق س
- مواصفات الهيئة العالمية للتوحيد القياسي ISO
- مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبارات المواد ASTM
- مواصفات المعهد البريطاني للمواصفات القياسية BSI
- مواصفات المعهد الألماني للتوحيد القياسي Din

3-2-2-1 إعداد قوائم الكميات التنفيذية (المقايسات):

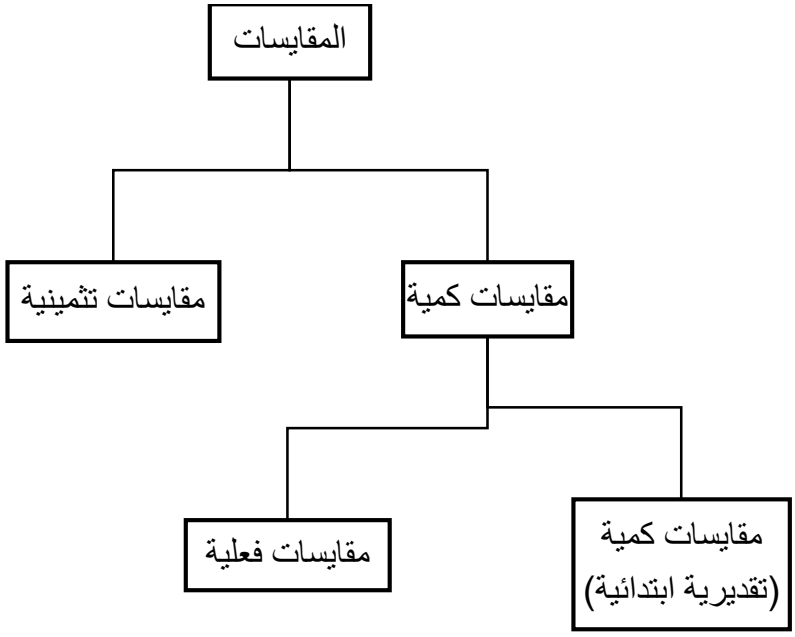
يقوم المهندس في هذه المرحلة بدراسة جميع الرسومات التنفيذية وتصنيف بنود الأعمال الموجودة في كل عمل من الأعمال بالمشروع وقياس كميات الاعمال الموجودة بها وحصرها وتفريغها في قائمة كميات تقديرية يتم تفريغها بعد ذلك في قائمة الكميات التثمينية أو المقايسة التثمينية للأعمال وتتم هذه الخطوة داخل المكاتب الاستشارية تمهيداً لطرح المشروع للعطاء.

أما خلال مرحلة التنفيذ في الموقع فيتم قياس جميع بنود الأعمال وحصرها من على الطبيعة وهو ما يسمى بالكميات الفعلية التي يتم بيانها في المستخلصات الدورية أو المستخلص النهائي وفي هذا المجال نبين أن نسبة التفاوت المسموح بها بين قائمة الكميات التقديرية المحصورة من على الرسومات التنفيذية بالنسبة للكميات الفعلية المحصورة على الطبيعة في المستخلصات يجب ألا تزيد أو تنقص عن ±٥% من نوعية الأعمال أو إجمالي العطاء.

لكي يتم إعداد هذه المرحلة بصورة جيدة يجب أن يكون المهندس ملماً بالمراحل السابقة لها كل في تخصصه ولديه القدرة العالية على قراءة الرسومات والتفاصيل المختلفة للأعمال، واستنتاج البنود وحصرها على هذه الرسومات.

تنقسم مقايسات الأعمال إلى نوعيين أساسيين.

وكما هو مبين في الجدول (1-1) فانه يتم رصد جميع الاطوال والارتفاعات والعروض والسماكات ويتم رصد نتائج هذه العمليات بالضرب في خانة الإضافة او الخصم للحصول على إجمالي كمية كل بند.



جدول(1-1) المقايسات الكمية (التقديرية)

م	بيان بنود الاعمال	الوحدة	العدد	الابعاد			اجمالي كمية الاعمال		
				طول	عرض	ارتفاع	جزئية		
							اضافة	خصم	
مهندس المالك									
مهندس المقاول									
المهندس المراجع									

ويبين الجدول (1-2) نموذجاً لجداول المقايسات التثمينية حبت نجد الجدول مقسماً الى عدة خانات.

الأولى لرقم البند، والثانية لكتابة مختصرة لمواصفات البند، ثم خانة لكمية الأعمال التي تم حسابها من المقايسة التقديرية ثم خانة أخرى تبين فيها قئة البند وسعره تليها خانة ثمن الإجمالي للبند (نتيجة الضرب):

الثمن الإجمالي للبند = كمية الاعمال × سعر الوحدة

جدول (1-2) المقايسات التثمينية

م	بيان الاعمال	الكمية	الواحدة		شعر الوحدة	الثمن الاجمالي للبند	ملاحظات
					ل.س	ل.س	

3-1- طرح الأعمال في المناقصة(invitation to tendering)

بمجرد الانتهاء من مرحلة التصميم في المشاريع الهندسية، فإنه يجب على المالك الحصول على شركة مقاولات لتنفيذ أعمال المشروع، وعليه فإن المناقصات في مجال هندسة الإنشاءات وخاصة في المشاريع الحكومية – هي إحدى الأساليب لاختيار مقاول من قبل المالك أو من ينوب عنه، وبذلك يمكن تعريف المناقصة على أنها:

محاولة الحصول على أفضل العروض مقدمة من مقاولين لتنفيذ مشروع ما في صورة عطاءات.

يعلن عن طرح المشروع سواءً في مناقصة عامة أو محدودة بين عدد من الشركات المتخصصة وتشمل مستندات التعاقد نموذج العقد والرسومات ومواصفات الأعمال والكميات ونوع العقد المطلوب وموعد فتح المظاريف الخاصة بالعطاء التي تفتح فيها علناً المظاريف التي تحتوي على نماذج العطاءات المقدمة من المقاولين ويكون الموعد عادة محدد الساعة والتاريخ.

1-3-1 مرحلة طرح المناقصة:

خلال هذه المرحلة يتم الإعلان عن طرح المناقصة إما عن طريق الدعوة المباشرة للمقاولين أو عن طريق استدراج العروض التفاوضية، يتم توزيع نسخ وثائق المناقصة بوساطة المالك أو عن طريق المستشار، وقد يقوم المستشار بإصدار ملحق أو ملحقات.

2-3-1 التقدم بالعطاء (Bidding) :

عندما يحصل المقاول المهتم بتقديم العطاء عن المشروع المعلن عنه يقوم بدراسة إمكانية التنفيذ وتكاليف كل بند والتكاليف الإجمالية ويقدم عطاءه في الموعد المحدد في مظاريف مغلقة. وهناك حالات يطلب من المقاول فيها تقديم طرق التنفيذ ووسائله قبل النظر في اسعاره وفي هذه الحال يتقدم المقاول بعطائه من جزأين:

الجزء الأول–العطاء الفني: ويشمل التفاصيل عن الأسئلة الفنية المطروحة في العطاء ووسائل التنفيذ والحلول المرادفة إن وجدت. وعادة يفتح هذا الجزء أولا ويتم التقييم الفني لها بملاحظات المالك عليه وقد يستبعد المقاول نهائياً ولا ينظر في الجزء الثاني من عطائه.

الجزء الثاني–العطاء المالي: ويقدم مع الجزء الأول ويشمل الجزء الخاص بالأسعار والفئات ولكن لا ينظر فيه إلا بعد التقييم الفني ولكن يسمح له بإجراء تعديلات في أسعاره بالزيادة أو النقص طبقاً لما يسفر عنه التقييم الفني للعطاء.

3-3-1 الممارسة بعد العطاء :

قد يرى كل من المالك أو المقاولين إجراء ممارسة أو مفاوضات لمناقشة الشروط والأسعار وإيضاح بعض النقاط أو الحصول على شروط أفضل قبل توقيع العقد النهائي بين الطرفين وتجري هذه المفاوضات بين المالك وأقرب المقاولين للفوز بالعطاء وذلك بغرض إجراء المفاضلة.

4-3-1 ترسية العطاء :

تتم ترسية العقد خلال 45 يوماً بعد فتح العطاءات إلى المقاول الكفؤ صاحب العطاء الأقل سعراً والذي يتقيد بكل المواصفات والشروط المحددة في الوثائق وسوف يبلغ المقاول الفائز كتابة بأن عطاءه قد تم قبوله، وبالتالي تمت الترسية عليه. يخطر المقاول الفائز بنتيجة الاختيار بعد ذلك لبدء مرحلة التنفيذ. إن نموذج إشعار البدء في العمل يعد من قبل لجنة هندسية متخصصة والشكل (2-1) نموذج بدء العمل في احد المشروعات العامة.

إشعار بدء العمل

التاريخ _____

اسم المقاول: _____

العنوان: _____

_____

اسم المشروع _____

رقم عقد المالك _____

اسم العقد _____

(اسم العقد كما هو موضح في وثائق المناقصة)

هذا إشعار منا بأن العقد الموضح أعلاه يبدأ بتاريخ _____ وبهذا التاريخ أنتم مكلفون لبدء العمل بناء على وثائق العقد. وبناء على الفقرة رقم _____ الواردة في العقد فإن موعد تسليم المستحقات النهائية بناء على تنفيذ كلي للمشروع يكون بتاريخ_____

قبل البدء بأية أعمال داخل الموقع وبناء على الفقرة رقم _____من الشروط العامة للعقد والتي تنص على تزويد طرفي العقد بشهادات ضمان.

كذلك قبل البدء بأعمال داخل الموقع يجب عليكم

_____

_____

_____

(إضافة متطلبات أخرى من المقاول)

المالك: _____

التوقيع: _____

اسم الشركة: _____

قبول العرض

المقاول: _____

التوقيع : _____

التاريخ : _____

اسم الشركة: _____

الشكل (2-1) نموذج بدء العمل في احد المشروعات العامة

2- **المرحلة الثانية:**

مرحلة التنفيذ: تبدأ مرحلة تنفيذ المشروع بعد توقيع الاتفاقية بين المالك والمقاول، وتتضمن هذه المرحلة جميع نشاطات المقاول المتعلقة بالإعداد للمشروع، شراء المواد والتجهيزات، تصنيع المواد وإعدادها داخل الموقع وخارجه سواء تم تنفيذها من قبل المقاول

الرئيسي أم من قبل مقاولين فرعيين، وكذلك جميع النشاطات المتعلقة بتنفيذ المشروع حتى تسليمه للمالك.

وخلال هذه المرحلة يقوم المقاول بإعداد قدر كبير من الوثائق مثل برامج سير العمل، المخططات التنفيذية، المطالبات المالية، السجلات، طلبات العمل، دليل الصيانة، إذ إن كل هذه الوثائق المذكورة تصبح جزءاً من السجلات الإدارية ويجب أن تحفظ في ملف المشروع.

ومن الشائع أن يقوم المستشار خلال هذه المرحلة بإعداد بعض التعديلات على وثائق العقد مثل الأوامر التغييرية الناتجة عن الحاجة الماسة لإجراء بعض التعديلات على طبيعة العمل أو مدته أو قيمته.

تمثل هذه المرحلة موضوع الكتاب الحالي لذلك ستتم دراستها بالتفصيل في الفصول القادمة بالنسبة لمشاريع إمداد مياه الشرب والصرف الصحي.

3- **المرحلة الثالثة:**

مرحلة التشغيل والصيانة:

بعد انتهاء المشروع واستخدام المالك للمنشآت قد يكون المستشار والمقاول وبعض الموردين ملتزمين مع المالك في بعض الفعاليات وذلك حسب العقد الموقع بين المالك وهذه الأطراف.

وتتضمن مثل هذه الفعاليات صيانة المعدات وتعديلها والمساعدة في تشغيلها وتدريب كوادر المالك على استخدامها وإزالة أية عيوب مصنعيه تظهر خلال فترة الصيانة.

تمثل هذه المرحلة موضوع الكتاب الحالي لذلك ستتم دراستها بالتفصيل في الفصول القادمة بالنسبة لمشاريع إمداد مياه الشرب والصرف الصحي.

نظراً لأهمية العقود الهندسية وتأثير بنودها في مرحلة التنفيذ والصيانة وما تحتوي من مصطلحات فنية سيتم فرد الفصل الثاني من هذا الكتاب لشرح (مفهوم العقد وبنوده – المناقصة وطرق اختيار المقاول – تعريفات عامة).