1. **تنفيذ شبكات مياه الشرب**  
     
   إعداد المهندس : **أنيس جندل الرفاعي**  
     
   **المصدر :** [**نقابة المهندسن ريف دمشق**](http://www.arab-eng.org/vb/redirectLink.php?url=http%3A%2F%2Freefdamaseng.com%2Findex.php%3Fpid%3D1) **( بتصرف)**

**1- مصادر مياه الشرب :**  
إنمصادر مياه الشرب هي : الينابيع - الآبار المحفورة – تحلية مياه البحر, وتعد المياه قابلة للشرب إذا كانت مواصفاتها مطابقة أو نسب مواصفاتها اقل من المواصفات المحددة في الكود العالمي لمواصفات مياه الشرب .  
  
**2- أنواع المياه :**  
ذكر الله سبحانه وتعالى في القران الكريم صفات وأنواعاً مختلفة للمياه : ماء معين – ماء فراتا – ماء ثجاجا – ماء غير آسن - ماء غدقا – ماء طهورا – ماء مسكوب – ماء منهمر.  
وهي أنواع المياه القابلة للشرب .  
  
**3- مراحل نقل مياه الشرب :**  
· حالة الينابيع : تجمع المياه في خزان تجميع ومن ثم تنقل بواسطة خطوط الجر بالإسالة (الراحة) أو بواسطة الضخ حيث تضخ إلى خزان عالي أو ارضي حسب التصميم ومن ثم توزع إلى شبكات المياه.  
· في حالة الآبار : تضخ المياه من الآبار إلى خزانات أرضية أو عالية حسب التصميم ومن ثم تنقل بواسطة قساطل بالإسالة (الراحة) أو بواسطة الضخ حيث تضخ إلى خزان عالي أو ارضي حسب التصميم ومن ثم توزع إلى شبكات المياه.  
  
**4- القساطل المستخدمة :**  
- قساطل الفونت المرن بأنواعه المختلفة حسب السماكات والضغوط وحسب طريقة التركيب.   
- قساطل الفولاذ المقاوم للصدأ (ستانليس ستيل).  
- قساطل الفولاذ المغلفنة (المزئبقة).  
- قساطل البولي اتلين.  
- قساطل البولي بروبيلين.   
- قساطل الاترنيت (الاسبستوس).



**5- مقارنة بين أنواع القساطل :**  
إن الأنابيب الفولاذية المغلفنة كانت تستخدم في خطوط المياه ذات الأقطار الصغيرة حتى 80 مم وخاصة بالوصلات المنزلية حيث تراجع استخدامها أمام القساطل البولي اتلين والبولي بروبيلين , أما بالنسبة للأقطار المتوسطة حتى 600 مم فقد تقدم استخدام الفونت المرن بشكل واسع النطاق , وأصبحت الأنابيب الفولاذية تستخدم على الأغلب لخطوط الضغط العالية جدا وبأقطار أكبر من 1000 مم .  
لوحظ أن بعض الدول مثل كندا وأمريكا وأوربا لم تعد تستخدم قساطل الفولاذ بشكل كامل في الشبكات الجديدة نظرا لوجود بدائل , وذلك على الرغم من ميزات القساطل الفولاذية فيما يتعلق بالمتانة والتحميل ومقاومة الصدمات وسهولة الوصل وإمكانية تشكيل خطوط طويلة وسهولة معالجة الأعطال وتوفرها بأنواع مختلفة من الحماية الداخلية والخارجية , إلا أنها في الوقت نفسه تحمل السيئات التالية :  
- يتطلب الوصل باللحام مهارات خاصة   
- يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار الحماية من التآكل الالكتروني   
- إمكانية التآكل بسرعة في حال عطب أي جزء من طبقات العزل والحماية   
  
وقد أوصت هيئة المواصفات اليابانية لأعمال المياه JWWA باستخدام قساطل الفولاذ عند وجود نقاط عبور الطرقات ذات حركة مرور عالية ، أو في المناطق المعرضة للتلوث مع تلبيسها بأثواب ، أو القساطل المنفذة فوق الأرض ، كما حظرت استخدامها في نقل المياه الصناعية والمجاري  
  
وبينت التجارب العملية التي قامت بها شركة كوبوتا اليابانية العالمية على نماذج من القساطل الفولاذية وقساطل الفونت المرن لقياس مدى تآكل القساطل بسبب الرطوبة العالية أن حجم المعدن المتآكل من قساطل الفولاذ يزيد 230% عن حجم المعدن المتآكل من قساطل الفونت المرن وذلك لتمتع الأخير بنسب أكبر من مادتي السيلكون والكربون ضمن تركيبه, وهذا يعني أن العمر الفني لقساطل الفونت المرن هو حوالي 50 عاما وان العمر الفتي لقساطل الفولاذ لايزيد عن 20 عاما في حال تامين العزل الكافي وتجهيز الخطوط الفولاذية بأنظمة الحماية المهبطية ذات التكلفة الكبيرة   
  
أما قساطل الأترنيت فعندما ثبت عدم صلاحيتها طبيا في التصنيع وفي نقل مياه الشرب لذا أخذت بالانقراض في الاستخدام لنقل مياه الشرب وبقي استخدامها في مجال مياه الري والمجاري.  
  
وقساطل البولي ايتلين والبولي بروبلين فقد انتشر استخدامها في الوصلات المنزلية وثبتت فعاليتها بشرط أن تكون مواد التصنيع صافية ومطابقة لشروط المواد الداخلة في مياه الشرب  
كما بقيت القساطل ستينلس ستيل لايعلى عليها في الاستخدام في محطات الضخ  
  
**6- القطع الخاصة المساعدة :**  
تستخدم القطع الخاصة التالية كمواد متممة في تنفيذ شبكات مياه الشرب:  
سكورة بوابة - سكورة فراشة –سكورة تحكم بالسرعة الزائدة – سكورة هوائية (مصارف هواء)- عدادات فينتوري- مسجلات الضغط- سكورة حريق  
بالإضافة إلى الأكواع والتيهات والقطع الخاصة



**7- الحفريات الاستكشافية (صونداج):**  
بعد استلام مخططات تنفيذ الشبكات أو خطوط الجر وخلال عمليات المسح على الطبيعة للحصول على معلومات من أجل حفر الخطوط يجب أن نقوم بحفريات استكشافية ضرورية لتحديد الظروف الأرضية الموجودة ومواقع المرافق والأشياء المعترضة الموجودة مثل خطوط المياه الرئيسية والمجاري وكابلات الهاتف والكهرباء , وهذه الحفريات الاستكشافية تكون بشكل عمودي معترضة لمسار الخطوط ولأعماق المحددة على المخططات , وبعد هذه الحفريات تحدد مسار الخطوط بشكل تام بحيث نبتعد عن خطوط الكهرباء والمياه والهاتف ونحدد عمق الحفر الرئيسي بشكل لا يتعارض مع هذه الخطوط ونضع مخططا نهائيا للعلامات مبينا فيه الطول والمقطع العرضي لكل قسم من الخط ونقاط التحكم ومكان السكورة وحنفيات الحريق والوصلات .  
  
  
**8- حفريات الخنادق:**   
تحفر الخنادق بواسطة الآليات أو بواسطة اليد العاملة وفق الاستقامات المطلوبة ,وتنقل ويتخلص من كافة المواد المحفورة وغير الصالحة للاستعمال , كما وتكدس المواد المحفورة والصالحة للردم بحيث لا يتعدى على الأملاك الخاصة وأن تستخدم كافة الوسائل لحمايتها ولا تشكل عائقا في طريق سير العمل ولا تعرقل الحركة على الأرض الجانبية ولا حركة المرور ولا تتداخل مع مصارف الماء .



كما أنه يجب التقيد بشروط وتحفظات وأنظمة السلطات المختصة حين حفر الخنادق في شوارع المدينة والطرقات والأتوسترادات دون أن تلحق أي أذى أو ضرر .  
  
يجب أن تكون حواف الخنادق شاقولية قدر الإمكان ,ويكون عرض الخنادق بحيث يحقق المعادلة:   
cm  
حيث:  
B : عرض الخندق  
D : قطر القسطل الخارجي  
ويكون العمق للقساطل ذات القطر أقل من 400 مم   
ويكون العمق للقساطل ذات القطر 400 مم فما فوق   
أي أنه يضاف 10 سم تحت الوجه السفلي للقساطل  
  
هذا في حالة سير المياه بالإسالة وتغيير مناسب الأرض الطبيعية , أما في حالة الأعماق الكبيرة لخطوط الجر ويتطلب العمل وضع صفائح للخنادق فيجب حساب سماكات الصفائح حسب الأعماق   
- كما أنه يجب العناية بعدم القيام بالحفر لأكثر من الأعماق المطلوبة والمحددة  
- يجب تسوية قاع الخندق باستعمال رمل حتى ترتكز القساطل بطولها الكامل ارتكازا كاملا على الرمل وبسماكة لاتقل عن 10 سم  
- إذا كانت التربة منهارة فتعطى الحواف ميلا مناسبا حسب مواصفات التربة شريطة أن لا يمنع عرض الخندق عند سطح الشارع حركة دخول وخروج المركبات وحركة مرور الأشخاص.  
- عندما يتم إجراء أية حفريات بعمق أكثر من العمق المطلوب فيجب الردم بواسطة رمل نظيف إلى المستوى المطلوب  
- يجب الحفاظ على الخنادق خالية من العوائق إلا في نهاية وقت العمل ليلا أو في حال عدم استمرارية العمل , ويجب عندها إنهاء تحديد القسطل لغاية 1.5 م من نهاية الخندق المحفور.  
  
  
**9- الردميات :**  
لا نقوم بأي عمليات ردم قبل تركيب الوصلات في الخطوط و تصلب الأعمال البيتونية للدعامات في الخنادق , ونقوم بعمليات الردم باستخدام تراكس صغير أو باليد العاملة على أن يردم جوانب القساطل وفوق القساطل بمقدار 10-20 سم من الرمل النظيف أو البحص العدسي ومن ثم يتابع الردم من نواتج الحفر إذا كانت ملائمة على طبقات لا تتجاوز سماكة الطبقة الواحدة 25-30 سم وترطب هذه النواتج وترص باستخدام صفيحة رجاجة – نطاطة   
- يجب إزالة جميع الفضلات والمواد الأخرى من مواد الردم خالية من نفايات المعادن أو الرماد أو الفضلات أو الغضار أو المواد العضوية والأحجار الكبيرة أو الصخور أو مواد الطينة . كل ذلك من خلال منخل شبكي ذو فتحات.  
- يجب إعادة سطح الحفرية إلى وضعه الأصلي



**10- رص الردميات:**  
يجب وضع مواد الردم على طبقات أفقية وبسماكات مناسبة للمواد الموضوعة لا تتجاوز سماكة الطبقة 25 سم حيث يجري فرش كل طبقة بشكل مستوي ويتم ترطيبها بالماء ومن ثم ترص المواد إلى درجة 90% من الكثافة العظمى (بروكتور المعدل) وذلك كما هو مطلوب في مواصفات ASTM D-1557 ويتم إجراء اختبارين للكثافة كل 300 م من الخنادق.  
  
**11- تركيب القساطل:**  
يفرش قاع الخندق بسماكة 10 سم من البحص العدسي أو الرمل.  
وتوزع القساطل على طول حرف الخنادق في الطرف المقابل للتراب المحفور.  
يتم مناولة القساطل والقطع الخاصة والسكورة إما بواسطة الدحرجة على الأرض للأقطار الصغيرة أو بواسطة الرافعة للأقطار المتوسطة والكبيرة ويجب عدم القيام برميها أو شحطها أو إسقاطها.  
كما أنه يجب حماية الأطراف من التلف وإبقاءها نظيفة لضمان التركيب السريع والمحكم للوصلات.   
- تنزل القساطل إلى داخل الخندق قسطل بعد الأخر وقطعة بعد الأخرى بحيث لا يحدث تخريب للمواد والطلاء.   
- يتم فحص كافة القساطل في الخندق قبل التركيب للتأكد من عدم وجود أية تصدعات أو عيوب بها.  
- يتجنب دخول مواد غريبة داخل القسطل أثناء التركيب وحين الانتهاء من كل عمل يومي بحيث يتم سد النهاية المفتوحة للقسطل سدا محكما بسدادة لمنع تسرب المياه أو وحل أو مواد غريبة أخرى أو وضع أو تخزين أية معدات داخل القساطل.  
- يتم تركيب القساطل بالاستقامة والانحدار المطلوبين وإذا تحرك أي جزء من الخط خلال التركيب فيجب إعادة القسطل إلى الوضعية الصحيحة المصممة له.  
- يتم قص جزء من القسطل بمهارة وبواسطة مقص آلي وبدون إلحاق أي ضرر للقسطل المقصوص أو بالروبة الإسمنتية وبحيث ينتج عن القص نهاية ملساء وزاوية قائمة على محور القسطل ومن ثم تبرد حواف نهاية القسطل المقصوص بحيث تصبح مشطوفة بزاوية 45 تقريبا لتسهيل تركيب القطعة الخاصة وعدم تمزيق الجوانات.  
- في حالة الأراضي المغمورة بالماء أو بالصرف الصحي أو الأراضي ذات الطبقة الحمضية أو القلوية تلبس القساطل بأثواب البولي اتيلين حتى لا يتأذى جسم القسطل بالمواد العضوية المحيطة به في هذه الحالة يجب سد نهايات الأثواب سداً محكماً كي لا تدخله مواد غريبة.  
- القساطل المحمولة التي تتوضع داخل المنشآت أو طرف الجسور فيجب تدعيم هذه القساطل بواسطة دعامات وحمالات قساطل وأطواق حديدية ومساند جدارية من الفولاذ المحمي الملحوم وألا تبتعد الواحدة عن الأخرى أكثر من 3 متر يجب حساب مقاطعها إنشائيا حسب قطر القسطل وتكون هذه الملازم والأطواق والعلاقات والمساند بالمقاسات المناسبة لتحمل وزن القسطل بما فيه الماء والحمولات الأخرى الحية.  
- تركب كافة السكورة ومسجلات الضغط وعدادات فينتوري حسب تعليمات المصنع ويجب بذل عناية خاصة لتجنب انسداد السكورة بالرمل والحجارة والمواد الأخرى الموجودة على مكان ارتكاز السكر , كما انه توضع جميع السكورة بكافة أنواعها فراشة , بوابة , منافس هواء , مسجلات الضغط , عدادات فينتوري , سكورة التحكم ضمن ريكارات بيتونية تحدد أبعادها بحيث يمكن استبدال السكر بحدوث اقل ضرر ممكن على ألا تقل أبعاد غرفة التفتيش عن 60x60 سم في كل الأحوال وحسب قطر الخط.  
- السكورة المطمورة (في حال استخدام هذه الطريقة بدون غرف تفتيش) يجب أن تزود بعلبة سكر توضع بشكل عمودي على السكر وموازي لمحوره الشاقولي وهي عبارة عن قسطل بقطر 4" توضع في نهايته قبعة من الفونت للدلالة على مكان السكر المطمور.  
- السكورة الهوائية (صمامات تنفيس الهواء): إن عمل هذه السكورة هي حماية الشبكة من وجود الهواء ضمن الشبكة وتحدد أماكنها بدقة في الأماكن المرتفعة من الشبكة.  
- سكورة التصريف: هي سكورة بوابة تركب عند النقاط المنخفضة المعينة من الشبكة وذلك للقيام بأعمال التصريف الدورية للجزء الموضوع من الشبكة وتركب الإطارات الدائرية اليدوية على محور السكر العلوي كما يركب وصلات التصريف إلى اقرب مصرف.  
- سكورة الحريق: توضع كافة سكورة الحريق بشكل مستوي على سطح الأرض المحيطة ويجب تحديد أماكنها بشكل يؤمن المرور العام ويخفف من إمكانية حدوث أي ضرر لها من قبل المركبات العابرة أو أذى يحصل للمشاة العابرين. ويركب بجانب كل سكر حريق سكر قطع قطر 4"انش مع علبة سكر.  
- عدادات المياه ومسجلات الضغط: تركب هذه العدادات ومسجلات الضغط في المدن الكبيرة لمعرفة كمية المياه المستهلكة في الجزء من الشبكة والضغط المسجل في هذه النقطة ويتم تعديل السكورة والتحكم بها كهربائياً بواسطة شبكات تحكم تركب فوق القساطل وموصولة بمركز المؤسسة أو مركز النبع أو الخزان لتوزيع المياه بشكل تحافظ فيها الشبكة على التصريف والضغط اللازم.  
- دعامات الحصر البيتونية: توضع هذه الدعامات على الخطوط المردومة فوق التيهات والاكواع والسدادات وتصب الدعامات على ارض مستوية وتحسب أبعادها وفق الضغط المطبق في هذه النقطة بحيث تقاوم الكتلة البيتونية قوة الضغط المطبقة كما يجب مراعاة عدم تغطية الوصلات ورؤوس القساطل عند صب دعامات الحصر.  
- التوصيلات على الخطوط الرئيسية الموجودة: تحدد أماكن الوصل مع القساطل الموجودة سابقاً بدقة ويتم تحديد القطر الخارجي للقساطل القائم وعند نقطة الوصل كي يحدد نوعية القطع الخاصة أو الوصلات اللازمة لعمل هذه التوصيلة.

  
  


**ملاحظة هامة:**   
يجب أن تكون ضغط وتثقيب كافة القطع الخاصة والفلنجات واحدة في جميع هذه القطع وعدم استخدام ضغوط مختلفة لان التثقيب يختلف من ضغط لآخر.  
  
  
**12- استعادة السطوح :**  
إن السطوح تكون عادة من : البيتون الزفتي , الأرصفة , العشب , التراب.   
بعد الانتهاء من أعمال الردم والرص يجب استبدال كافة الأرصفة وسطوح الطرقات والممرات الجانبية وطرق الآليات والاطاريف على جوانب الطرقات بنفس الشكل والنموذج والنوعية المعادلة للتركيب الأصلي ويجب القيام بالاستعادة الفورية للسطوح مباشرة بعد عمليات الردم .  
  
**13- اختبار الضغط والتسرب :**  
- بعد تمديد القساطل وإجراء ردميات جزئية بين الوصلات يجب تطبيق الاختبار الهيدروستاتيكي التالي على كل قسم من القساطل يقع بين سكرين .  
- يجب ملء القساطل بالماء ببطء وذلك للسماح للهواء بالخروج من آخر قسطل , وكذلك لتجنب الضغط الحاد , ويتم اختبار القساطل الفونت المرن لغاية ضغط 15 بار = كغ /سم2  
قساطل الفولاذية بسن لغاية ضغط 10بار  
قساطل الفولاذية بلحام لغاية ضغط 15بار  
قساطل الاترنيت C 9/18 لغاية ضغط 13.5 بار  
قساطل الاترنيت D 12/24 لغاية ضغط 18 بار  
- ويتم تطبيق الضغط على القساطل بواسطة مضخة يتم وصلها بالقساطل بطريقة فلنجة ورأس وسدة فيها مأخذ لوصلها إلى المضخة وتركب ساعة الضغط وعداد لقياس الماء النافذ عليها .  
- قبل تطبيق ضغط التجربة المحدد يجب طرد كل الهواء من داخل القساطل وتركيب السدادات اللازمة لطرد الهواء عندما يتم ملئ الخط بالماء.  
- يجب فحص كافة القساطل والقطع الخاصة والسكورة المكشوفين بعناية تامة في الخندق المفتوح,وأي قسطل أو قطعة خاصة أو سكر يتم تخريبه أثناء التجربة يجب استبداله ومن ثم إعادة الاختبار مرة أخرى   
- يجب ثبات ضغط التجربة لفترة لاتقل عن ساعتين إذا كانت الوصلات مكشوفة ولمدة أربعة ساعات إذا كانت الوصلات مردومة   
- يجب أن لا يتجاوز طول القساطل المجربة 300م  
- يجب أن لا يتسرب من القساطل والوصلات أي جزء من المياه ولا ترشح الوصلات  
- حين وجود أية دعامات بيتونية لحصر الخط فيجب عدم إجراء تجربة الضغط إلا بعد مرور خمسة أيام على الأقل من صب هذه الدعامات البيتونية وذلك لتأخذ الدعامات مقاومتها   
- تسجل هذه التجارب ضمن تقرير لكل قسم من الخط المختبر ويسجل فيه :  
- رقم الاختبار وتاريخ إجراءه  
- وصف كامل للجزء الذي تم اختباره من الخط مع التحديد الكامل لنهايات هذا الجزء   
- مخطط لهذا الجزء من الشبكة الذي تم اختباره مبينا نوع القسطل وقطره و القطع الخاصة المركبة  
- ضغط التجربة والفترة الزمنية للاختبار والنتيجة.  
  
  
**14- التطهير والغسيل:**  
يجب تطهير كافة خطوط الماء الجديدة بما فيها وصلات الخدمة وقبل استخدام ماء الشبكة في الأغراض المنزلية والمنافع.  
وبالإمكان استخدام الإجراءات التالية لإتمام التطهير:  
- تقديم خليط من الماء وغاز الكلورين بواسطة جهاز يغذى بمحلول فيه غاز الكلورين   
- تقديم مزيج من الماء + تحت كلورين الكالسيوم وهذا المزيج يشابه المنتجات التجارية المعروفة ﺒ HTT أو البيركلورون وهذان النوعان من البودرة يحوي على كمية 70% من الكلورين . يجب في البداية تحضير محلول من HTT أو البيروكلورون وذلك بمزج وزن 5% من البودرة مع 95% وزن ماء وهذا الخليط له شكل معجون وبالإمكان تحويله إلى محلول رقيق القوام بإضافة الماء , ومن ثم إدخاله إلى القسطل .  
وتوضع مواد التطهير في بداية وصلة خط الماء الرئيسي   
  
**15- ملء الخطوط الرئيسية ومقادير المطهر:**  
يجب إدخال الماء إلى الخطوط الرئيسية ببطء ويجب وضع كمية المستحضر الكيميائي بشكل يتناسب مع كمية الماء الداخلة إلى القسطل ,وهذه الكمية من المستحضر الكيميائي :  
يجب أن يعادل كيلو غرام واحد من الكلورين لكل 20 م3 من الماء إذا تم استعمال غاز الكلورين   
أو 1 كغ من HTT أو البيركلورون لكل 14 م3 من الماء   
وهذا يحقق المعيار PPM 50 جزء من المليون   
- بعد ملامسة الكلورين للخط ولمدة ثلاثة ساعات أو أكثر يجب أخذ عينات من أطراف الخط ويجب أن تشير هذه العينات إلى وجود راسب كلورين يحتوي على PPM 0.25 أو أكثر   
- إذا تمت الإشارة إلى وجود راسب كلورين بنسبة تقل عن 0.25 PPM جزء من المليون فيجب تجفيف الخط وإعادة المعالجة للتطهير مرة ثانية  
- إذا أشارت العينات المأخوذة من أطراف الخط إلى وجود راسب كلورين بنسبة 25 جزء من المليون أو أكثر فيجب بعدها إدخال الماء النظيف إلى القسطل حتى يصبح الماء المستبدل مشابها بالنوعية للماء الذي سيتم تقديمه إلى المنازل من مصدر ماء موافق عليه , ويجب أن تستمر لفترة يومين كاملين على الأقل ويتم تعينه من قبل الفحص المخبري للعينات المأخوذة من الحنفيات الخالية من التلوث الخارجي.