

الفصل السادس

خطوط مواسير

مياه الشرب والصرف الصحي

تمثل خطوط المواسير حوالي ٧٠% من تكلفة أى مشروع للمياه أو للصرف، وفى التقدير الطولى تمثل خطوط مواسير مياه الشرب حوالي ضعف طول خطوط مواسير الصرف الصحى. تكون خطوط مواسير المياه المغذية للمنشآت والمنازل على جانبى الشارع، وعلى عمق أقل من خطوط الصرف الصحى، والتي تمر فى منتصف الشارع وعلى عمق أكبر.. تعمل خطوط مواسير المياه بالضغط، بينما خطوط مواسير الصرف هى خطوط انحدار لتجميع مياه الصرف ونقلها طبقاً لميول المسار للخط. والذى يجب أن تحقق سرعة تدفق تتوقف على معدل التدفق وقطر الماسورة وتركيز المواد الصلبة العالقة، وأن تكون سرعة التدفق فى المواسير هى التى لا تسمح بترسيب المواد العالقة، التى تسمى سرعة النظافة الذاتية (Self Cleaning Velocity)، وهذه عادة تتراوح ما بين ٠,٦ - ٠,٩ م/ث. أما شبكات مواسير توزيع مياه الشرب، فإنها تعمل بالضغط الهيدرولىكى لتدفق المياه بفعل الضغط الاستاتيكي للخزانات العلوية المغذية للشبكة أو بمحطات التلمبات.

سرعة تدفق المياه في خطوط مواسير مياه الشرب هي كذلك حوالى ٠,٩ م/ث. تأخذ شبكة المياه طبوغرافية الأرض عادة، وتكون مدفونة لعمق حتى ١ متر تحت سطح الارض. بينما تكون شبكة مواسير الصرف الصحى بميول محددة، والتي قد تصل إلى أعماق كبيرة. شبكة المياه بها محابس قفل وبرايير لتغذية المنشآت ومحابس عدم رجوع، ومحابس هواء محابس غسيل.. إلخ. أما شبكة الصرف الصحى فلا يوجد بها أى نوع من المحابس. فى شبكة المياه توجد خزانات أرضية أو علوية للمياه.

التلف فى خطوط مواسير المياه أو الصرف الصحى من اسباب التلوث والتسرب. يصل الفقد الناتج من التسرب فى مياه الشرب بفعل التآكل أو التفكك فى الوصلات أو أى اسباب أخرى إلى حوالى ٤٠ - ٥٠% من كمية المياه المنتجة. وهذا يزيد عن المعدلات العالمية والتي لا تزيد عن ١٠% وهذا الفقد بالتسرب له مردود اقتصادى وبيئى، ففى حالة التوقف لتدفقات المياه بالضغط سواء للإصلاح أو الصيانة أو لعمل وصلات جديدة، فإن المياه الجوفية فى التربة المحيطة بخط المواسير تتسرب إلى داخل المواسير، إما من الثقوب الناتجة عن التآكل، أو من خلال فواصل التفكك بين الوصلات أو خلال الشقوق والكسور فى بعض أنواع المواسير، عندئذ فإن المياه الجوفية بما تحمله من ملوثات ميكروبية تختلط بمياه الشرب، عند بدء التشغيل والضخ بالشبكة؛ حيث تصل إلى المستهلك حاملة الملوثات المسببة للأمراض. فى مثل هذه الحالات فإنه بعد الانتهاء من أعمال الإصلاح وتوقف الشبكة.. فإنه يلزم البدء فى التطهير باستخدام جرعات عالية من الكلور، تصل إلى ١٠٠ جزء فى المليون، تضخ فى الشبكة مع مياه الشرب من المرشحات وأن تظل فترة مكوث من ٢ - ٣ ساعات لقتل جميع الكائنات الممرضة، ثم يتم الضخ لغسيل الشبكة بالمياه المعالجة واختيار خلوها من الملوثات، مع إعادة التطهير إذا لزم الأمر حتى يتم التأكد من تمام تطهير الشبكة. يتم صرف مياه غسيل شبكة المياه فى خطوط مواسير الصرف الصحى.

التلف في الشبكات والذي يسبب التسرب يحدث لاسباب فنية، منها ما هو خاص بتصميم الشبكة أو بتنفيذها أو لسوء الاستخدام والتشغيل.

فمن ناحية التصميم، فإنه يلزم الأخذ في الاعتبار اختيار المسار المناسب لخطوط المواسير في التربة، وذلك لتجنب القطاعات العدوانية وشديدة العدوانية أو عمل إحلال للتربة، مع مراعاة القواعد التصميمية للإنشاء والردم بما يسمح للمواسير بتحمل ضغوط التربة، مع تغير الظروف من زيادة الردم أو كثافة حركة المرور. وعلى الجانب الآخر اختيار أنسب أنواع المواسير مناسبة لعدوانية التربة، وكذلك أهمية مراقبة الجودة وإجراء الاختبارات للتأكد من عمل الحماية الداخلية والخارجية للمواسير والقطع والمحابس.

المواسير المستخدمة في شبكات المياه والصرف الصحي، تشمل:

- المواسير المعدنية من الصلب الكربوني والزر المرن، وهذه تتميز بقدرتها على تحمل الضغوط الداخلية والخارجية، وكذلك المطرقة المائية أكثر من الأنواع الأخرى. مواسير الزهر المرن يتم الوصل بينها بجوان ما بين الراس والذيل، إلا أن مواسير الصلب الكربوني جرى العرف على توصيلها باللحام قورة في قورة، دون - فلنجات (أو شاش)، وهذا اللحام يتلف طبقة الحماية الداخلية للماسورة نتيجة حرارة اللحام، سواء كانت طبقة الحماية هذه من المونة الأسمنتية أو من الأيبوكسي أو غير ذلك. وهذه يعرض السطح الداخلي للماسورة الصلب للتآكل بفعل التعرض المباشر لجسم المعدن داخل الماسورة إلى المجال العدوانى. لتجنب مثل هذه الحالات، يلزم أن يتم الربط بين مواسير الصلب بالأوشاش ومسامير الربط، وذلك للأقطار أقل من ٦٠ سم، وللأقطار الأكبر يمكن عمل اللحام قورة في قورة من الداخل والخارج؛ نظرا لكبر قطر الماسورة.

• الحماية الداخلية المفضلة للمواسير المعدنية من الصلب أو الزهر هي المونة الأسمنتية العادية لمواسير المياه، المونة الأسمنتية عالية الألومينا لمواسير الصرف الصحي. الحماية الخارجية لمواسير الصلب هي من ثلاث طبقات من الكولتار المسلح بالألياف الزجاجية أو الأسبستوس، مع تغطية الطبقة الأخيرة بمحلول لبن الجير لحفظها من التلف بفعل اشعة الشمس. أما بالنسبة لحماية مواسير الزهر المرن الخارجية، فإنها تتم في المصنع بتغطية السطح الخارجى بطبقة من الزنك بمعدل ١٥٠ جرام/ المتر المربع، وهذه تحقق الحماية الكاثودية لمعدن الزهر المرن، وتغطي طبقة الزنك بطبقة أخرى من البيتومين بسمك حتى ٠,٥ ملليمتر بما يحافظ على الماسورة حتى موقع التركيب، إلا أنه يلزم الدهان بطبقة أخرى من البيتومين في الموقع، وقبل التركيب والردم بسمك ٢ ملليمتر.

• النوع الثانى من المواسير هو المواسير الأسمنتية، والتي تشمل المواسير من الخرسانة سابقة الإجهاد، والتي تستخدم فى خطوط المياه لكونها مواسير ضغط، وكذلك مواسير الخرسانة المسلحة وهي تستخدم لخطوط الانحدار للصرف الصحي فقط، مواسير الإسبستوس الأسمنتية، وهذه تستخدم فى خطوط المياه كمواسير ضغط، وفى خطوط الانحدار للصرف الصحي. فى حالة استخدامها فى الصرف الصحي يستخدم الاسمنت عالى الألومينا المقاوم للأحماض - وهي عادة لا تحتاج إلى حماية داخلية فى حالة استخدامها فى خطوط المياه العكرة أو المعالجة، وكذلك لا تحتاج إلى حماية خارجية. أما فى التربة الرطبة المحتوية على مخلفات عضوية وأملاح الكبريتات، فيتم الدهان الخارجى للمواسير الأسمنتية بالكولتار أو البيتومين بسمك ٢مم. فى حالة الاستخدام لمياه الصرف الصحي أو المياه ذات الملوحة القليلة نسبيا، فيدهن السطح الداخلى بالإيبوكسى أو البيتومين فى حالة مياه الشرب، الكولتار أو الكولتار إيبوكسى فى حالة الاستخدام فى نقل مياه الصرف الصحي. المواسير الأسمنتية المسلحة

بما تحتويه من أسياخ وأسلاك من الصلب، سواء كانت خرسانية مسلحة أو سابقة الإجهاد. فإنه يلزم زيادة الاهتمام بالخلطة الخرسانية لتحقيق عدم النفاذية للمياه إلى معدن التسليح ويتم ذلك بالتصميم الجيد للخلطة لتكون ذات لدونة عالية وإجهاد كسر مرتفع. كما أنه في حالة احتمالات وجود تيارات كهربية شارة من مصادر التيار الكهربى الثابتة (مثل خطوط الترام، المترو، ماكينات اللحام) فإنه يفضل حماية المواسير المعدنية (من الصلب أو الزهر) والأسمنتية المسلحة وسابقة الإجهاد بطبقة حماية خارجية من البولى إيثيلين.

• النوع الثالث من المواسير هو المواسير من المواد الخاملة، وهذه تشمل مواسير الفخار، البى فى سى، البولى أيستر المسلح بالصرف الزجاجى، البولى إيثيلين، وأنواع أخرى من مواسير البلاستيك.. جميع هذه الأنواع من المواسير لا تحتاج إلى حماية داخلية أو خارجية؛ حيث إنها مقاومة لعدوانية التربة وأنواع المياه بداخلها.

ولكن مواسير الفخار المزجج، والتي تستخدم عادة فى خطوط الانحدار للصرف الصحى.. فإن الوصلة بين المواسير المستخدمة عادة هى من المونة الأسمنتية، حيث يحدث لها تشقق فى التربة الرطبة المحتوية على مواد عضوية، وذلك نتيجة تفاعل أكسيد الكالسيوم الحر مع حامض الكبريتيك الناتج عن نشاط البكتيريا المختزلة للكبريتات، والتي تتأكسد بفعل الأكسجين المذاب فى الماء إلى الحامض، الذى يتفاعل مع أكسيد الكالسيوم الحر، وبذا يحدث تشقق للرباط الأسمنتى وتسرب لمياه الصرف الصحى. ولذلك يفضل استخدام الوصلة المرنة من المطاط لتفادى حدوث هذه التشققات.

• مواسير بى فى سى تتأثر بأشعة الشمس المباشرة (الأشعة تحت الحمراء) وتقلل من كفاءتها، وكذلك فإن تعرض الماسورة لدرجات الحرارة المرتفعة يقلل من كفاءتها حيث تنتقص بنسبة ٣٠% عند درجة حرارة ٤٠°م، بنسبة ٤٠% عند ٥٠°م، وتفقد صلاحيتها للاستخدام عند درجة حرارة أعلا من ٥٠°م. وهى صالحة لخطوط

المياه والصرف الصحي. وهي مناسبة للاستخدام بالنسبة للأقطار الصغيرة بحد أقصى ١٢ بوصة، مع استخدام ضغوط تشغيل لا تزيد عن ٦ جوى.

المواسير البلاستيك من البى فى سى أو البولى أيستر (GRP) مقاومة لعدوانية المجال الداخلى والخارجى، ولكن تتأثر بالتربة المحتوية على مخلفات عضوية وأملاح الكبريتات. كما أنها تتأثر بأحمال التربة بما يتطلب الحرص فى تركيب الخطوط لتكون قادرة على تحمل التربة، وذلك بعمل حوائط سائدة من الخرسانة المسلحة فى الانحناءات والأجناب؛ وخاصة لمواسير الفيبر جلاس، حيث فى حالة حدوث انحناء فى الماسورة أكثر من ٥%، فإنها تكون معرضة للانفجار فى حالة الاستخدام فى خطوط الضغط لنقل المياه. والمواسير من المواد الخاملة تتصف بنعومة السطح الداخلى، بما يساعد على انتظام التدفق للمياه بداخلها.

• كما قد يحدث التآكل والتلف للمحابس فى خطوط المياه؛ نتيجة التصاق المعادن غير المتماثلة فى الجهد، مثل محبس السكينة (القفلى) الشائع الاستعمال، حيث العامود من الصلب الكربونى أو الصلب المقاوم (المحتوى على ١٣% كروم) والجلبة من النحاس الأحمر أو من سبيكة النحاس الأصفر. ونظرا لاختلاف الجهة بين معدن الحديد والنحاس، فإنه يحدث تآكل لأسنان العامود ويتلف المحبس. ولهذا فإنه يلزم التدقيق والقياس لجهد المعادن المتلاصقة، بحيث لا يزيد فرق الجهد بينهما عن ٥٠ مليمفولت.

• كما يلزم قبل التركيب للمواسير مراجعة سلامة وكفاءة الحماية الداخلية والخارجية أو وجود الشروخ أو أى تلفيات؛ حيث يلزم إعادة الدهان فى الموقع لأى تلفيات، حدثت لمواد الحماية أثناء النقل والتداول، قبل التركيب والردم. وتختبر طبقة الحماية الداخلية والخارجية للمواسير المعدنية بالكشف الكهربى.

• كما يلزم أن يراعى فى التصميم لشبكة المياه تفادى الانحناءات الحادة، النهايات الميتة، مع أهمية ثبات الضغط الهيدروليكي خلال ٢٤ ساعة، ثبات سرعة المياه فى الشبكة (فى حدود ٠,٩ متر/ث). وقد يحدث التداخل فى الشبكة - عادة - بعد تصميم الاتزان الهيدروليكي، بإنشاء خطوط جديدة لخدمة تجمعات محرومة مع عدم مراعاة النظام الهيدروليكي، بما يوجد نهايات ميتة وانحناءات حادة، وذلك يساعد على وجود المطرقة المائية وزيادة معدل التآكل وتقكك الوصلات بين المواسير. ثمة عامل آخر فى التصميم وهو أهمية تنظيم التدفق أو التغذية لشبكة مياه الشرب. فقد تتعدد مصادر التغذية فى حالات كثيرة ما بين محطة مرشحات وأبار، ولكل منها محطة الضخ ونظام التشغيل والتوقف. فقد يحدث زيادة فى جهد الضخ أكثر من طاقة الشبكة بما يترتب عليه انفجار المواسير وخاصة فى النصف الأخير من الليل حيث معدلات الاستهلاك فى أنداها. أو قد يحدث الفقد الكامل للضغط فى الشبكة مع ساعات الذروة فى الاستخدام، ومع توقف بعض مصادر التغذية للشبكة، هذا بالإضافة إلى استخدام طلمبات الرفع المنزلية، وهذا يوفر تفرغاً فى الشبكة، والذي يؤدى إلى دخول المياه الجوفية المحملة بالملوثات فى مواسير المياه خلال التلغيات فى المواسير.

• ولتفادى هذه السلبيات، فإنه يلزم توفير إما خزانات علوية لتحقيق التدفق الثابت والمنظم إلى الشبكة، وكذلك ثبات الضغط فى المواسير وهذا هو الحل الآمن والمفضل، أو أن يتم تزويد محطات الطلمبات المستخدمة للفتح المباشرة فى الشبكة بنظام تحكم آلى للتدفق وضغط التشغيل مثل جهاز التحكم الهوائى (Air Vessel). أو بتقسيم الشبكة إلى قطاعات منفصلة لكل منها مصدر التغذية، سواء خزان علوى أو محطة ضخمة متجمدة بآليات تنظيم جهة الفتح، طبقاً لضغط التشغيل للقطاع، ولمعدل السحب والاستهلاك.

المراجع الأجنبية

- 1- Nordell, E, Water Treatment for Industrial and other uses, Reinhold Publishing Company, New, York 1991.
- 2- Publications of the American Water Works Association (AWWA) About water Treatment Technology (New Trends) In the years 1995 - 2000.
- 3- Publications of the World Health Organization (WHO) about guidelines of drinking Water.
- 4- I.W. Ellms, Water Purification, MCGraw, New York, 1982.
- 5- Water Conditioning and wastewater Treatment (BSP - Indian Publications).
- 6- Hand Book of water Purification. Second Edition - Horwood Limited Publishers - Buckingham.
- 7- W.L. Barham, J.L. Matherne, and A.G.Keller. Clarification, sedimentation and Thickening Equipment. A Patent Review, Bulletin No.54. Engineering Experimental Station, Louisiana State University. 1985.

المراجع العربية

- ١- إعداد المياه للشرب والاستخدام المنزلى - الناشر المكتبة الأكاديمية، القاهرة ٢٠٠٢.
- ٢- المياه الجوفية والآبار - الناشر دار الكتب العلمية، القاهرة ٢٠٠٣.
- ٣- خطوط مواسير نقل وتوزيع المياه - الناشر المكتبة الأكاديمية ٢٠٠٢.
- ٤- معالجة المياه للاستخدامات الصناعية وتغذية الغلايات - الناشر دار الكتب العلمية ٢٠٠١.
- ٥- معالجة مياه الصرف الصناعي - الناشر المكتبة الأكاديمية (تحت الطبع).