الفصل السادس

خطوط مواسير
مياه الشرب والصرف الصحى

تمثل خطوط المواسير حوالى ٧٠% من تكلفة أى مشروع للمياه أو للصرف، وفى التقدير الطولى تمثل خطوط مواسير مياه الشرب حوالى ضعف طول خطوط مواسير الصرف الصحى. تكون خطوط مواسير المياه المغذية للمنشآت والمنازل على جانبى الشارع، وعلى عمق أقل من خطوط الصرف الصحى، والتى تمر فى منتصف الشارع وعلى عمق أكبر.. تعمل خطوط مواسير المياه بالضغط، بينما خطوط مواسير الصرف هى خطوط انحدار لتجميع مياه الصرف ونقلها طبقا 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 الهيدروليكى لتدفق المياه بفعل الضغط الاستاتيكى للخزانات العلوية المغذية للشبكة أو بمحطات الطلمبات.

obeikandl.com

سرعة تدفق المياه فى خطوط مواسير مياه الشرب هى 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، والتى قد تصل إلى أعماق كبيرة. شبكة المياه بها محابس قفل وبرايز لتغذية المنشآت ومحابس عدم رجوع، ومحابس هواء محابس غسيل.. إلخ. أما شبكة الصرف الصحى فلايوجد 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 والتى 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 فى الشبكات والذى يسبب التسرب يحـــدث لاسباب فنية، منها مـــا هو خاص بتصميم الشبكة أو بتنفيذها أو لسوء الاستخدام والتشغيل.

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

المواسير المستخدمة فى شبكات المياه والصرف الصحى، تشمل:

- المواسير المعدنية من الصلب الكربونى والزهر المرن، وهذه تتمـــيز بقدرتها على تحمل الضغوط الداخلية والخارجية، وكذلـــك المطرقـــة المائية أكثر من الأنواع الأخرى. مواسير الزهر المرن يتم الوصـــل بينها بجوان ما بين الراس والذيل، إلا أن مواسير الصلب الكربونـــى جرى العرف على توصيلها باللحام قورة فى قورة، دون – فلنجـــات (أو شاش)، وهذا اللحام يتلف طبقة الحماية الداخلية للماسورة نتيجـــة حرارة اللحام، سواء كانت طبقة الحماية هذه من المونة الأســـمنتية أو من الأيبوكسى أو غير ذلك. وهذه يعرض السطح الداخلى لماســـورة الصلب للتآكل بفعل التعرض المباشر لجسم المعدن داخل الماســـورة إلى المجال العدوانى. لتجنب مثل هذه الحالات، يلزم أن يتم الربـــط بين مواسير الصلب بالأوشاش ومسامير الربط، وذلك للأقطار أقـــل من ٦٠سم، وللأقطار الأكبر يمكن عمل اللحام قورة فى قـــورة مـــن الداخل والخارج؛ نظرا لكبر قطر الماسورة.

- الحماية الداخلية المفضلة للمواسير المعدنية من الصلب أو الزهر هى المونة الأسمنتية العادية لمواسير المياه، المونة الأسمنتية عالية الألومينا لمواسير الصرف الصحى. الحماية الخارجية لمواسير الصلب هى 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 فى المصنع بتغطية السطح الخارجى بطبقة من الزنك بمعدل ١٥٠ جرام/ المتر المربع، وهذه تحقق الحماية الكاثودية لمعدن الزهر المرن، وتغطى طبقة الزنك بطبقة أخرى من البيتومين بسمك حتى ٠,٥ مليمتر بما يحافظ على الماسورة حتى موقع التركيب، إلا أنه يلزم الدهان بطبقة أخرى من البيتيومين فى الموقع، وقبل التركيب والردم بسمك ٢ مليمتر.
- النوع الثانى من المواسير هو المواسير الأسمنتية، والتى تشمل المواسير من الخرسانة سابقة الإجهاد، والتى تستخدم فى خطوط المياه لكونها مواسير ضغط، وكذلك مواسير الخرسانة المسلحة وهى تستخدم لخطوط الانحدار للصرف الصحى فقط، مواسير الإسبستوس الأسمنتية، وهذه تستخدم فى خطوط المياه كمواسير ضغط، وفى خطوط الانحدار للصرف الصحى. فى حالة استخدامها فى الصرف الصحى يستخدم الاسمنت عالى الألومنيا المقاوم للأحماض – وهى 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 الصحى 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 الصحى. المواسير الأسمنتية المسلحة

بما تحتويه من أسياخ وأسلاك من الصلب، سواء كانت خرسانية مسلحة أو سابقة الإجهاد. فإنه يلزم زيادة الاهتمام بالخلطة الخرسانية لتحقق عدم النفاذية للمياه إلى معدن التسليح ويتم ذلك بالتصميم الجيد للخلطة لتكون ذات لدونة عالية وإجهاد كسر مرتفع. كما أنه فى حالة احتمالات وجود تيارات كهربية شاردة 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 إيثلين.

- النوع الثالث من المواسير هو المواسير من المواد الخاملة، وهذه تشمل مواسير الفخار، البى فى سى، البولى أيستر المسلح بالصرف الزجاجى، البولى إيثلين، 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، والتى 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 البكيتريا المختزلة للكبريتات، والتى 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 الصحى. وهى مناسبة للاستخدام بالنسبة للأقطار الصغيرة بحد أقصى ١٢ بوصة، مع استخدام ضغوط تشغيل لاتزيد عن ٦ جوى.

المواسير البلاستك من البي فى سي 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 ساندة 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 (القفل) 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 تأكل 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 الهيدروليكى خلال ٢٤ سعة، ثبات سرعة المياه فى الشبكة (فى حدود ٠,٩ متر/ث). وقد يحدث التداخل فى الشبكة – عادة – بعد تصميم الاتزان الهيدروليكى، بإنشاء خطوط جديدة لخدمة تجمعات محرومة مع عدم مراعاة النظام الهيدروليكى، بما يوجد نهايات ميتة وانحناءات حادة، وذلك يساعد على وجود المطرقة المائية وزيادة معدل التآكل وتفكك 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 وآبار، 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 أدناها. 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 تفريغا فى الشبكة، والذى يؤدى إلى دخول المياه الجوفية المحملة بالملوثات فى مواسير المياه خلال التلفيات فى المواسير.
- ولتفادى هذه السلبيات، فإنه يلزم توفير إما خزانات علوية لتحقيق التدفق الثابت والمنتظم 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، طبقا 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, sedimentarion 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 الصناعى - الناشر المكتبة الأكاديمية (تحت الطبع).