شبكات المياه في المدن

د. خالد حمد الضويلع

تشكل شبكات المياه الشريان الحيوي لكافة المدن ، حيث تقوم بامداد المياه من خلال الأنابيب الرئيسة والفرعية بالمعدل المطلوب والضغط المناسب ، وذلك للاستعمالات المنزلية والتجارية والصناعية وإطفاء الحريق. وتشمل شبكات التوزيع أيضاً ما يلزمها من ملحقات مثل محطات الضخ والخزانات والمحابس والصمامات التي تكون ضرورية لتشغيل الشبكة بصورة جيدة كما تشمل امدادات اطفاء الحريق .

أنابيب التوزيع

هناك أنظمة مختلفة يمكن بوساطتها توزيع المياه في الشبكة منها على سبيل المثال النظام الشجري والنظام الشطرنجي والنظام الدائري والنظام القطري كما هو مبين في الشكل (١) . ويمكن أن تجمع شبكة التوزيع بين أكثر من نظام حسب طبيعة المدن وطرق التوزيع المطلوبة ، وأفضل هذه الأنظمة هو النظام الشطرنجي حيث يوفر الكمية المناسبة والضغط الكافي لكافة أجزاء الشبكة إلا أنه مكلف مقارنة بالأنظمة الأخرى .

تبدأ خطوط الشبكة في أنابيب ذات أقطار كبيرة نسبياً تتراوح ما بين ٨٠٠ إلى ٢٠٠٠ مليمتر وهي خطوط النقل الرئيسة التي تنقل المياه من محطات التنقية إلى الخزانات ، أو من الآبار إلى محطات التنقية ، أو من الخزانات الرئيسة إلى الأجزاء المختلفة من الشبكة ، وتصنع هذه الأنابيب من الخرسانة أو من الحديد المقاوم للصدأ و التآكل . أما المجموعة الثانية من الأنابيب فتمثل خطوط التوزيع الرئيسة التي تتراوح أقطارها من ٣٠٠ إلى ٦٠٠ مليمتر وهذه الأنابيب تنقل المياه من الخزانات ومحطات الضخ إلى مختلف أجزاء الشبكة ، وتصنع هذه الأنابيب من الحديد الصلب وعادة ما تكون مبطنة من الداخل والخارج بمواد خاصة لحمايتها من التآكل . هذا وتتفرع من خطوط التوزيع الرئيسة خطوط التوزيع الثانوية أو خطوط الخدمة والتي تتراوح أقطارها ما بين ١٠٠ إلى ١٥٠ ميلمتر ، وعادة ما تكون هذه الأنابيب مصنوعة من البلاستيك وتشكل الجزء الأكبر من الشبكة حيث توجد في كل شارع تقريباً لتغذية المباني المختلفة بالمياه .

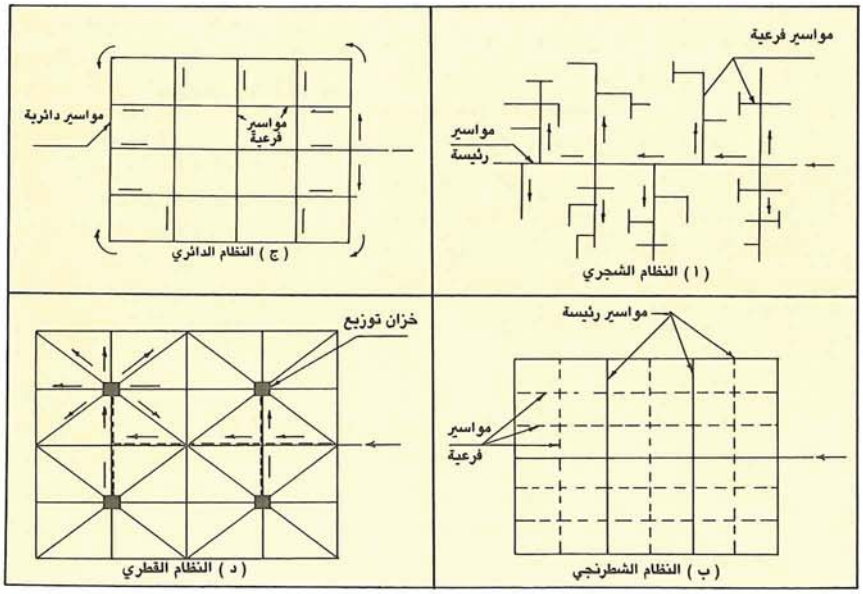
تعد شبكة مياه الرياض من أكبر الشبكات في المملكة العربية السعودية حيث يبلغ الطول الكلي للشبكة ٧٠٥٠ كيلومتر وعدد التوصيلات المنزلية ١٥٤٥٨٨ توصيلة حتى نهاية عام ١٤٠٧هـ .

كما بلغ متوسط كميات المياه التي تضخ للشبكة ٩٩٥ ٠٠٠ متر مكعب يومياً في عام ١٤٠٧هـ .

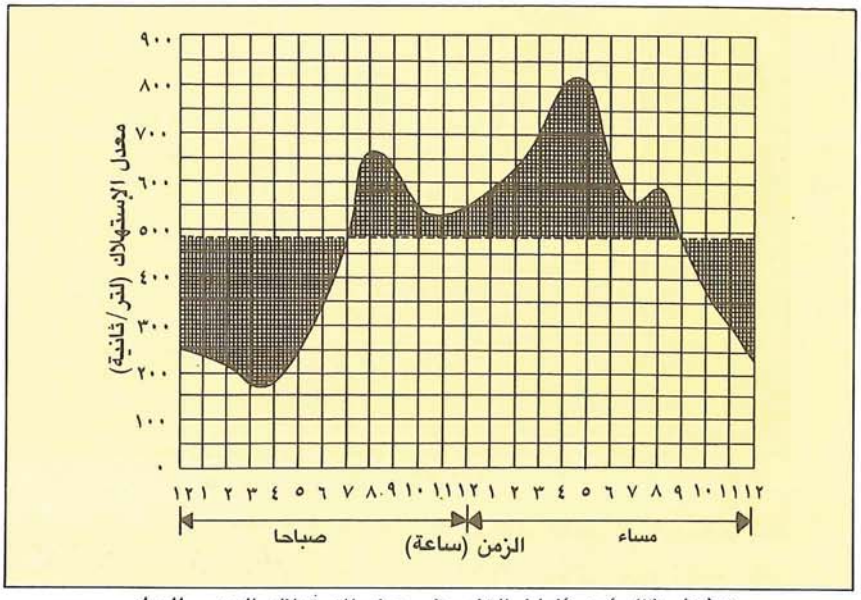
محطات الضخ ومواقعها

يرتبط عمل محطات الضخ بكمية المياه المطلوبة ومقدار الطاقة التخزينية الموجودة في الشبكة ، وحيث أن الطلب على المياه يختلف خلال ساعات النهار ، شكل (٢) ، فإن معظم محطات الضخ التي تعمل بمعدل ضخ ثابت (متوسط الاستهلاك اليومي) تحتاج إلى خزانات مرتفعة تكون منتشرة في المدينة وذلك لتخزين المياه الزائدة أثناء الليل حيث يكون معدل الضخ أكثر من الاستهلاك . وفي ساعات النهار تقوم هذه الخزانات بتغذية الشبكة بالمياه حيث يكون الاستهلاك أكثر من معدل الضخ . وعادة ما تعمل محطات الضخ بمعدل ثابت على مدار الساعة في المدن الكبيرة ، أما في المدن الصغيرة أو القرى فيمكن تقليل ساعات الضخ إلى ١٢ أو ٨ ساعات .

من الضروري إختيار مواقع محطات الضخ بحيث يكون التذبذب في الضغط أقل ما يمكن في الشبكة ويقترن اختيار الموقع



● شكل (١) بعض نظم توزيع المياه في الشبكة .



● شكل (٢) أحد أنماط التغير في معدل الإستهلاك اليومي للمياه .

بشكل كبير بمكان وجود الخزانات ، ففي المدن الكبيرة تكون هناك خزانات أرضية ومحطات ضخ مركزية في وسط المدينة بالإضافة إلى محطات صغيرة في أطراف المدينة تعمل على رفع الضغط في الأماكن العالية والبعيدة عن مركز المدينة .

خزانات المياه

تستعمل خزانات المياه لخزن المياه قبل توزيعها على المستهلكين حيث تؤدي المهام التالية :

- موازنة معدلات الضخ بحيث يتم إنتاج المياه وتوزيعها بمعدل ثابت خلال اليوم الذي يتغير الاستهلاك فيه من ساعة إلى أخرى .
- موازنة الضغط في الشبكة .
- مواجهة حالات الطوارىء عندما يتوقف ضخ المياه في الشبكة لحدوث كسر في الخطوط المغذية أو عطل في معدلات الضخ أو الحاجة إلى صيانة خطوط التغذية .
- حماية الشبكة وملحقاتها من الأضرار الناتجة من التغيير المفاجيء في الضغط (المطرقة المائية) .
- توفير احتياجات اطفاء الحريق .

وهناك نوعان من الخزانات هما الخزانات الأرضية والخزانات العلوية . تبنى الخزانات الأرضية تحت سطح الأرض أو بارتفاع بسيط فوق السطح ، ولابد من استخدام المضخات لسحب المياه من هذه الخزانات إلى الشبكة إلا إذا كان مستوى الأرض المبني عليها الخزان أعلى من مستوى المنطقة المخدومة وفي هذه الحالة لا تكون هناك حاجة إلى ضغط عالٍ حيث يكتفى بضغط الجاذبية الناتج عن فرق المنسوبين . أما الخزانات العلوية فتكون مرتفعة ومصنوعة من الخرسانة أو الحديد الصلب ومتصلة بشبكة التوزيع .

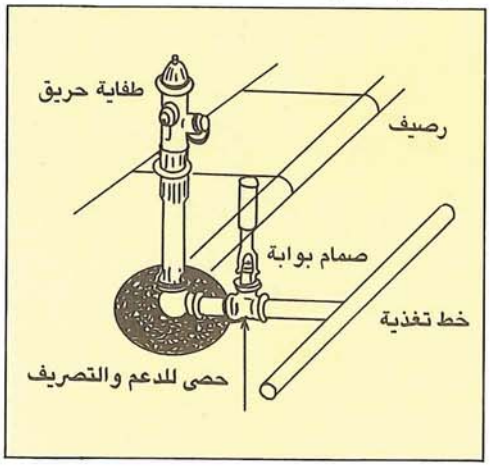
المحابس والصمامات

تتعرض شبكات المياه في كثير من الأوقات إلى ظروف مثل إصلاح أنبوب مكسور أو تبديل محابس لا تعمل مما يتطلب عزل الجزء المعطوب لعمل الإصلاح اللازم دون التأثير على بقية أجزاء الشبكة . ولذلك تستخدم المحابس التي عادة ما تكون موجودة في تقاطعات الشوارع .

كذلك يعد وجود صمامات خاصة مثل صمامات تفريغ الهواء مهم جداً لشبكة المياه حيث تعمل هذه الصمامات على إخراج الهواء من الأنابيب عند زيادة الضغط الداخلي عن حد معين للحفاظ على الأنبوب من الكسر كما تعمل أيضاً على إدخال الهواء للأنبوب في حالة هبوط الضغط داخل الأنبوب إلى أقل من الضغط الجوي وبذلك تعمل على حفظ توازن الضغط ومنع انكسار الأنابيب بسبب الضغط الخارجي أو الداخلي . وهناك نوع آخر من الصمامات يوضع في المناطق المنخفضة من الشبكة ويستخدم لتفريغ الخطوط من المياه أثناء عمليات الصيانة وتنظيف خطوط الشبكة .

طفايات الحريق

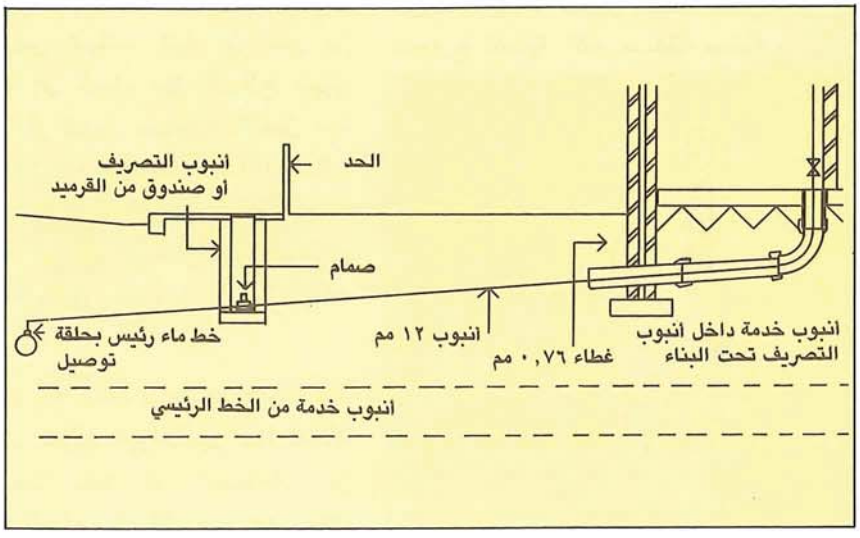
الغرض الرئيس لطفيات الحريق، شكل (٣) هو توفير المياه الكافية من شبكة المياه لإطفاء الحرائق ، كذلك تستعمل لغسل الشوارع وتنظيف الخطوط الرئيسة . توضع طفايات الحريق على جانب الطريق على مسافة تبعد ٦٠ سم من نهاية الرصيف وذلك للحفاظ عليها من حركة المرور ، ويبلغ قطر فتحة خروج الماء منها حوالي ٦٣,٥ مليمتر كما أنها تحتوي عادة على أكثر من فتحة لخروج المياه ، وفي معظم الأحيان تستخدم الطفايات ذات الفتحتين . يجب الأخذ في الاعتبار سهولة الوصول إلى طفايات الحريق ، كما يجب أن يكون عددها كافياً بحيث لا تزيد المسافة بين كل طفايتين عن ٣٠٠م ، كذلك يجب أن تكون طفايات الحريق عند تقاطعات الشوارع لتغطية أكبر مساحة ممكنة .



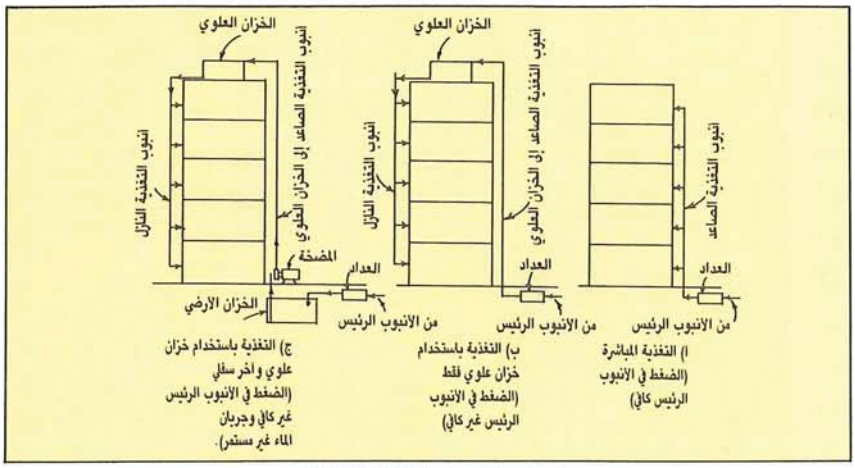
● شكل (٣) موقع طفاية الحريق .

التوصيلات المنزلية

التوصيلة المنزلية هي الأنبوب الواصل بين خط المياه الفرعي وحدود المسكن مع ما يتبعها من صمامات وصندوق لعداد المياه ، شكل (٤) ، وتنفذ التوصيلة المنزلية بعمل ثقب في الخط الفرعي ومد أنبوب الخدمة المنزلية حتى صمام القطع الموجود بالقرب من سور المبنى المطلوب خدمته . ويتم عادة وضع صمام القطع داخل صندوق العداد والغرض من هذا الصمام قطع امداد المياه في حالة الصيانة أو غيرها ، ويتم تمديد أنبوب الخدمة تحت الأرض وعلى عمق يتراوح ما بين ٥٠ ـ ١٠٠سم ، كما يتراوح قطر التوصيلة المنزلية من ٢٠ ـ ٥٠ مليمتر حسب حجم المبنى . وهناك عدة أنواع من الأنابيب تستخدم للتوصيلة المنزلية ومن أهمها أنابيب البلاستيك والبولي ايثلين عالي الكثافة . يتراوح الضغط في خطوط المياه الفرعية من ٢ ـ ٣ بار (البار = ٧٦ سم زئبق) وهذا الضغط كاف في معظم الأحيان لتغذية المباني المؤلفة من طابقين ولكن في بعض الأحيان ونتيجة لزيادة الاستهلاك خاصة في فصل الصيف فإن الضغط في بعض أجزاء الشبكة يقل عن ٢ بار لذلك تعتمد معظم المنازل في بعض مدن المملكة على الخزانات الأرضية والعلوية لتفادي تلك المشكلة .



● شكل (٤) التوصيلة المنزلية .



● شكل (٥): طرق تغذية المباني .

شبكة المياه داخل المباني

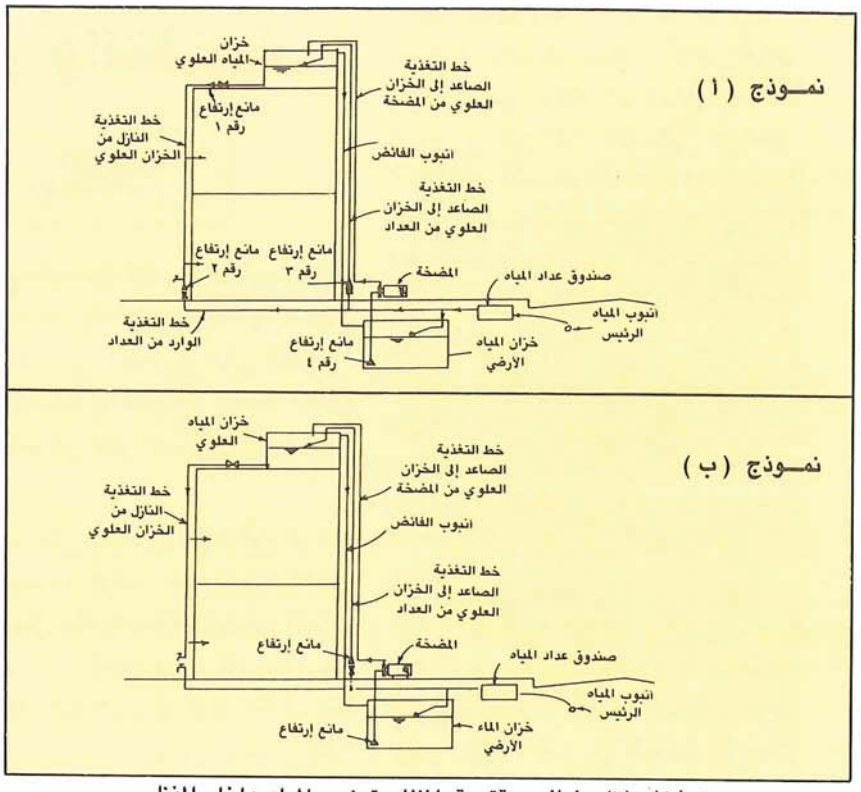
تتم تغذية المباني بعدة طرق مختلفة شكل (٥)، تتضمن ما يلي :

١ ــ **التغذية المباشرة** : تستعمل هذه الطريقة عندما يكون الضغط في شبكة التوزيع كافيا لتأمين كل صنابير المياه داخل المبنى بالماء خلال الـ ٢٤ ساعة . وفي هذه الحالة لا تكون هناك حاجة إلى الخزانات المنزلية ولكن من الضروري تصميم الأنبوب المغذي الصاعد بحيث يكون الضغط عند الصنابير حوالي ٠,٦٨ بار .

٢ ــ **إستخدام خزان علوي** : وتستعمل هذه الطريقة عندما يكون ضخ المياه في الشبكة غير كاف لتأمين كل الصنابير بالماء في كل الأوقات خلال اليوم ولكنه يكفي لتأمين الخزان العلوي بالماء خلال جزء معين من اليوم لا يقل عن ٧ ساعات . وفي هذه الحالة من الضروري أن يكون الضخ في الشبكة مساوياً للاستهلاك اليومي للمياه كما لابد أن يصمم الأنبوب المغذي الصاعد بحيث لا يقل الضغط عند الخزان العلوي عن ٠,٦٨ بار .

٣ ــ **إستخدام خزان علوي وأرضي** : وتستعمل هذه الطريقة عندما يكون الضخ في الشبكة غير كاف لتأمين الصنابير والخزان العلوي بالماء في كل الأوقات خلال اليوم .

وفي هذه الحالة يستخدم خزان أرضي عند مستوى الأرض فتجمع المياه وتستخدم مضخات لرفع المياه من هذا الخزان إلى خزان علوي موضوع على سطح المبنى ، ومن الضروري تصميم الخزان الأرضي بحيث تكون سعته مناسبة ومتوافقة مع الجدول الزمني للضخ في الشبكة كما أنه من الضروري اختيار المضخة المناسبة وتصميم أنبوب التغذية الصاعد من الخزان الأرضي إلى الخزان العلوي بحيث نحصل على ضغط لا يقل عن ٠,٦٨ بار عند الخزان العلوي ، كما يجب أيضا تصميم أنبوب التغذية النازل من الخزان العلوي بقطر لا يقل عن نصف بوصة بحيث يكون الضغط عند الصنابير



● شكل (٦): نماذج مقترحة لنظام توزيع المياه داخل المنزل .

حوالي ٠,٦٨ بار ولا يقل عن ٠,٤٠ بار .

يبين الشكل (٦) نموذجين مقترحين من قبل مصلحة المياه لنظام توزيع المياه داخل المباني ويجب ملاحظة أن النموذج (أ) يجمع بين طريقتي التغذية المباشرة وغير المباشرة ، وعندما يكون الضغط في أنبوب المياه الرئيس أعلى من الضغط الوارد من الخزان العلوي فإن التغذية للمنزل تتم عن طريق الخط الوارد من الأنبوب الرئيس ويمنع وجود مانع الارتداد تسرب المياه إلى الخزان العلوي ، أما عندما يكون الضغط في أنبوب المياه الرئيس أقل من الضغط الوارد من الخزان العلوي فإن التغذية تتم عن طريق الخط النازل من الخزان العلوي ويمنع وجود مانع الارتداد تسرب المياه إلى الأنبوب الرئيس .

تسرب المياه

لابد من الأخذ في الحسبان بأن جزءاً من المياه التي تضخ للشبكة تتسرب خارجها نتيجة لوجود تشرخات أو انكسارات فيها ، ومن الأجزاء التي تكون عادة عرضة للتسرب ما يلي :

١ ــ توصيلات اطفاء الحريق .
٢ ــ عدادات المنازل .
٣ ــ وصلات الأنابيب .
٤ ــ التوصيلات المنزلية .
٥ ــ الصمامات .

ويمكن الحد من مشكلة التسرب بتفقد أجزاء الشبكة وإجراء الصيانة الدورية اللازمة لتغيير الصمامات المعطوبة نتيجة للتآكل وإصلاح الأنابيب والوصلات المنزلية .

وعادة لا تزيد كمية المياه المتسربة في الشبكات الجديدة والمنفذة تنفيذاً جيداً عن ٥ ٪ من الكمية الكلية التي تضخ للشبكة ، ولكن مع مرور الزمن تزيد هذه النسبة نتيجة لتأثر أجزاء الشبكة بعوامل مختلفة مثل الحرارة وتذبذب الضغط وتأثير التربة على الأسطح الخارجية للأنابيب والصمامات وتأثير المياه على السطح الداخلي للأنابيب والصمامات . وإذا زادت نسبة التسرب في الشبكة عن ١٠ ٪ يصبح من الضروري اتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من هذه المشكلة حيث أن المبالغ التي تصرف على صيانة الشبكة لهذا الغرض تقل بكثير عن الخسارة الناتجة من ضياع كميات كبيرة من المياه .

ملاحظات عامة

نظراً لأهمية المياه والحفاظ على استمرارية توفرها بالكمية والضغط المطلوبين يجب على المستخدمين لهذا المورد الهام ملاحظة التالي :

١ ــ تبليغ الجهات المسؤولة عن وجود أي تسربات في الشوارع العامة في أي وقت حيث توفر مصلحة المياه فرق طوارىء تعمل على مدار الساعة .

٢ ــ ملاحظة وجود أي تسرب في التوصيلة المنزلية أو في العداد أو في الجزء الواصل من العداد إلى المنزل وعادة ما يصاحب هذه التسربات هبوط في أرضية الشارع أو في سور المنزل مع وجود أثر رطوبة في منطقة التسرب .

٣ ــ الاهتمام بشبكة المياه داخل المنزل ويستحسن عمل اختبار لضغط شبكة المنزل عند الشك في وجود تسربات داخل المنزل أو عند ملاحظة ارتفاع فواتير المياه عن الحد المعقول .

٤ ــ صيانة الخزان الأرضي والتأكد من سلامة إنشائه ونظافته ويمكن التأكد من وجود تسرب من الخزان بقياس مستوى الماء في الخزان بعد عزله في فترات مختلفة لملاحظة أي تغيير في هذا المستوى حيث أن هبوط مستوى الماء يدل على وجود تسرب من الخزان إلى الأرض المجاورة .

يمكن القيام بالملاحظات المذكورة أعلاه دون جهد ودون أي تكلفة وهي حتماً ستؤدي إلى الحد من ضياع كميات كبيرة من المياه وإلى المحافظة على المنشآت والطرق .