CONCEPT

# تصميم شبكات توزيع المياه والفاقد المائي: النمذجة الهيدروليكية ببرنامج EPANET والتحكم في التسرب

# تصميم شبكات توزيع المياه والفاقد المائي: النمذجة الهيدروليكية ببرنامج EPANET والتحكم في التسرب

## مقدمة:

يحدد تصميم شبكات توزيع المياه ما إذا كان المشترك يحصل على ضغط مستقر عند كل صنبور، أم تنفجر الخطوط وتجف المناطق في ساعة الذروة ويستنزف التسرب جزءا كبيرا من المياه المعالجة. ولا تزال مرافق كثيرة تحدد مقاسات المواسير بالتقدير التقريبي، وتشغل نماذج غير معايرة، وتدير الفاقد المائي دون مناطق قياس معزولة. تدرب هذه الدورة من كور كونسبت مهندسي الشبكات ومخططيها على تقدير الطلب وحساب فواقد الضاغط وبناء نموذج EPANET ومعايرته وتحديد مقاسات الخطوط وتقسيم مناطق الضغط والتحكم في الفواقد الحقيقية. ويعد المشاركون نموذج شبكة معايرا وخطة لخفض المياه غير المحاسب عليها NRW.

## أهداف الدورة:

- تقدير الطلب المتوسط وطلب الذروة وتدفق الحريق لمنطقة إمداد وتوزيعه على عقد النموذج وفق أنماط الاستهلاك اليومية
- حساب فاقد الضاغط بالاحتكاك بمعادلتي Darcy-Weisbachg Hazen-Williams واختيار معاملات الخشونة بحسب مادة الماسورة وعمرها
- بناء نموذج هيدروليكي على برنامج EPANET يضم المضخات والخزانات والمصادر والصمامات وتشغيله ومعايرته بقراءات الضغط والتدفق الميدانية
- تحديد مقاسات خطوط التوزيع وتصميم مناطق الضغط ومحطات صمامات تخفيض الضغط والضخ والتخزين بسيناريوهات المحاكاة المستقرة والممتدة زمنيا
- تصميم مناطق القياس المعزولة وإعداد الميزان المائي وفق منهجية IWA لفصل الفواقد الحقيقية عن الفواقد الظاهرية والاستهلاك المصرح به غير المفوتر
- إعداد نموذج شبكة معاير وخطة لخفض الفاقد المائي تجمع التحكم النشط في التسرب وإدارة الضغط وأولويات تجديد المواسير

## الفئة المستهدفة:

- مهندسو تصميم الشبكات وتخطيطها الذين يحددون مقاسات الخطوط ومحطات الضخ والتخزين لمناطق الإمداد الجديدة والتوسعات
- كوادر النمذجة الهيدروليكية التي تبني نماذج شبكات التوزيع وتحدثها وتعايرها
- مهندسو التسرب والفاقد المائي الذين يديرون مناطق القياس المعزولة وتحليل التدفق الليلي وبرامج كشف التسرب
- مهندسو تشغيل الشبكات المسؤولون عن الضغط وتشغيل الصمامات واستمرارية الإمداد
- مهندسو الاستشاريين والمقاولين الذين يعدون المخططات العامة لشبكات المياه وتقارير التصميم للمرافق والمطورين

## محاور الدورة:

### اليوم 1: مكونات الشبكة وتخطيطها وتقدير الطلب على المياه

- خطوط النقل وخطوط التوزيع ووصلات المشتركين: الأدوار والمواد الشائعة
- الشبكات الحلقية مقابل الشبكات المتفرعة ومواقع صمامات العزل
- معدل استهلاك الفرد ومعدلات الطلب حسب استعمالات الأراضي وطرق إسقاط السكان
- معاملات تصميم ساعة الذروة وأقصى يوم وتدفق مكافحة الحريق
- منحنيات نمط الطلب اليومي وتوزيع الطلب على العقد من سجلات المشتركين

### اليوم 2: هيدروليكا المواسير وبناء نموذج EPANET

- معادلتا الاستمرارية والطاقة: خط الميل الهيدروليكي وخط ميل الطاقة
- معامل C في Hazen-Williams مقابل معامل الاحتكاك في Darcy-Weisbach حسب مادة الماسورة وعمرها
- الفواقد الثانوية عند الأكواع والتقاطعات والصمامات باستخدام معاملات الفقد
- عناصر الشبكة في EPANET: العقد والمواسير والمضخات والخزانات والمصادر والصمامات
- استيراد بيانات المواسير من نظم المعلومات الجغرافية وضبط المناسيب والطلب والخشونة في ملف.inp

### اليوم 3: مقاسات المواسير ومناطق الضغط والمضخات والتخزين

- معايير تحديد مقاسات المواسير: حدود السرعة وميل فاقد الضاغط والحد الأدنى لضغط الخدمة
- حدود مناطق الضغط وضبط محطات صمامات تخفيض الضغط PRV
- منحنيات أداء المضخة ومنحنى النظام ونقطة التشغيل والتحكم بالمضخات متغيرة السرعة
- حساب سعات الخزانات لأحجام الموازنة والطوارئ واحتياطي الحريق
- المحاكاة الممتدة زمنيا مع ضوابط منسوب الخزانات وجدولة المضخات بالقواعد

## اليوم 4: معايرة النموذج وجودة المياه في الشبكة والتحكم في الفاقد المائي

- تسجيل الضغط ميدانيا واختبارات تدفق الحنفيات ومعايير قبول معايرة النموذج
- عمر المياه وتناقص الكلور وتتبع المصادر في النموذج بصورة عامة
- الميزان المائي وفق IWA: الاستهلاك المصرح به غير المفوتر والفواقد الظاهرية والفواقد الحقيقية
- تصميم مناطق القياس المعزولة DMA: عدادات المداخل وإغلاق صمامات الحدود واختبار الضغط الصفري
- تحليل الحد الأدنى للتدفق الليلي ومؤشر تسرب البنية التحتية ILI ووفورات إدارة الضغط

## اليوم 5: مختبر نمذجة الشبكة وخطة خفض الفاقد المائي

- تطبيق عملي: بناء نموذج لمنطقة إمداد نموذجية من مستخرج نظم المعلومات الجغرافية حتى التشغيل الأول
- تطبيق عملي: سيناريوهات الطلب المستقبلي وأعطال المواسير وخيارات تدعيم الشبكة
- برنامج التحكم النشط في التسرب: المسح الصوتي واختبار الخطوات وأهداف زمن الإصلاح
- ترتيب أولويات تجديد المواسير حسب سجل الكسور والأهمية، مع فواقد دقة العدادات بصورة عامة
- عرض نموذج الشبكة المعاير وخطة خفض الفاقد المائي ومراجعتهما من الزملاء

## المهارات التي ستكتسبها:

- التنبؤ بالطلب على المياه
- حساب فاقد الضاغط
- بناء النماذج الهيدروليكية
- معايرة النماذج
- تصميم مناطق الضغط
- حساب سعات المضخات والتخزين
- تدقيق الميزان المائي
- إدارة التسرب

## لماذا تحضر هذه الدورة:

- العودة بنموذج شبكة معاير وخطة لخفض الفاقد المائي أعدت خلال جلسات عملية على برنامج EPANET
- تبرير مقاسات المواسير وضبط صمامات تخفيض الضغط وسعات الخزانات أمام المراجعين بنتائج المحاكاة بدلا من التقدير التقريبي
- فصل الفواقد الحقيقية عن الظاهرية لتوجيه فرق كشف التسرب والميزانيات إلى مناطق القياس الأعلى في الحجم القابل للاسترداد
- مقارنة ممارسات تصميم الشبكات وإدارة التسرب مع مهندسين من المرافق البلدية والاستشاريين والمدن الصناعية ومشاريع المدن الجديدة

## الخاتمة:

لا تعمل شبكة المياه بكفاءة إلا حين يحلل الطلب والهيدروليكا والتشغيل والفواقد في نموذج واحد. تنتقل الأيام الخمسة من مكونات الشبكة وتقدير الطلب، إلى معادلات فاقد الضاغط وبناء نموذج EPANET، ثم إلى مقاسات المواسير ومناطق الضغط والمضخات والخزانات. وتتناول بعد ذلك المعايرة وجودة المياه بصورة عامة والميزان المائي وتصميم مناطق القياس المعزولة وتحليل التدفق الليلي، ثم ينتهي مختبر النمذجة بنموذج شبكة معاير وخطة لخفض الفاقد المائي جاهزين لمنطقة إمداد حقيقية.