الفصل الأول

مقدمة
INTRODUCTION

هندسة مصادر المياه
Water Resources Engineering

يشمل موضوع هندسة مصادر المياه طرق التحليلات الهيدرولوجية والهيدروليكية وتحليلات المياه الجوفية المتعلقة بتخطيط وتصميم المعالجة، والإمداد بالمياه، والتحكم في الفيضان، والمباني الملاحية، والأنواع المختلفة من الأبنية الهيدروليكية، وتدفق المياه الجوفية والمياه السطحية، وفحص الجودة، وتحليلات التأثيرات البيئية علي المشروعات المختلفة المتعلقة بالمياه، وكذلك تصميمات الأبنية الهيدروليكية الملحقة. يمكن أن تتنوع التحليلات بدءاً من استخدام المعادلات العددية أو المعادلات التحليلية إلى استخدام نماذج الحاسب الآلي البسيطة أو المطورة، بناءً على متطلبات المشروعات المحددة. إن تلك التصميمات قد تشمل الأحجام المبدئية والنهائية للمكونات المختلفة للبنية الهيدروليكية. إن نطاق المبدأ الأساسي يعتبر متسعاً وشاملاً حيث إنه يشمل كل الأوجه الخاصة بالدراسات والتصاميم المتعلقة بالمياه. ومن وجهة نظر مهندس المياه الجوفية الممارس، فإن موضوع هندسة مصادر المياه يمكن أن يشمل عناصر أساسية للأنظمة المتعلقة بالمياه (مثل هيدرولوجيا المياه السطحية، وهيدرولوجيا المياه الجوفية، وميكانيكا الموائع، وهيدروليكا القنوات المائية المفتوحة، ونقل الرواسب، وتصميم

الأبنية الهيدروليكية بما فيها السدود والمفائض والقنوات، ومباني الملاحة والتحكم في الفيضان، وأنظمة الإمداد بالمياه، وحماية الشواطئ، والطاقة المائية، ومنشآت الري). وهناك وفرة من الدراسات المنشورة التي تنصب على موضوعات عديدة متخصصة تهتم بكل من المجالات المذكورة أعلاه. إلا أنه، وبسبب محدودية البيانات والميزانيات أو الأهداف ونطاق المشروعات المحددة، فغالباً ما يكون مطلوباً من مهندس مصادر المياه الممارس تغطية معظم هذه الموضوعات على مستوى أساسي وتفصيلي إلى حد ما. ويشار إلى الدراسات المتخصصة، عند ضمان فعاليتها على أنها تخصصية في المجالات الخاصة بها.

وقد ركزت مشروعات تطوير مصادر المياه الأولى أساساً على الجوانب الهندسية. وقد ألقت الخبرة المكتسبة من تشغيل مشروعات هندسة مصادر المياه السابقة الضوء على بعض من آثارها العكسية على الموارد الطبيعية الأخرى والبيئة. ومع زيادة الكثافة السكانية ونقص الموارد الطبيعية، تزايد الاهتمام بالآثار المجملة لمشروعات هندسة مصادر المياه. إن التخطيط والتصميم لمشروع هندسة مصادر المياه اليوم ولسنوات وعقود قادمة يجب أن يأخذ في الاعتبار آثاره على الموارد الأخرى (مثل الأحياء المائية، والنظام البيئي، والتجدد، والترفيه). ويجب أن يشتمل على التوقع الكمي لحجم ومعدل التدفق الحجمي للمياه، وطرق التحكم في حجم المياه والتدفق لخدمة الحاجات المختلفة للمجتمع، وإدارة مصادر المياه المحدودة تحت قيود الكمية والجودة، وفوق كل شيء، عواقب التقاطعات للخطة المقترحة.

وتتناسب تفاصيل الموضوعات العديدة المذكورة في هذا الكتاب مع متطلبات مهندس مصادر المياه الممارس، كما إن المواصفات المختصرة للمعادلات المختلفة والتقنيات التحليلية المبسطة المعروضة في الفصول المتنوعة هي بهدف أن يكون كتاباً مرجعياً وليس كتاباً دراسياً. ويحتوي الكتاب على أمثلة عملية توضح طرقاً محددة

للحسابات أو التحليلات. ويجب على القارئ أن يرجع إلى الدراسات الأخرى المتعلقة بالموضوع للإطلاع على التحليلات المطورة والتفاصيل النظرية للطرق الموصوفة في هذا الكتاب. ومن الأمثلة على بعض تلك المراجع: McCuen (1989)، ASCE (1996)، Maidment (1993)، Bras (1990) و Ponce (1989) للتحليل الهيدرولوجي (الفصل الثاني). Martin and McCutcheon (1999)، Chapra (1997)، Brater *et al.* (1996)، Potter and Wiggert (1991) و Tchobanoglous and Burton (1991) للتحليل الهيدروليكي (الفصل الثالث). و Zheng and Bennett (2002)، Fetter (2001)، Charbeneau (2000)، Delleur (1999)، Fetter (1999)، Batu (1998)، Domenico and Schwartz (1998) و Anderson and Woessner (1992) للماء الأرضي (الفصل الرابع). و Mays (1999)، Simons and Senturk (1992)، Zipparro and Hansen (1993)، USBR (1987) و Barfield *et al.* (1981) للتصاميم الهيدروليكية (الفصل الخامس). و Linsley *et al.* (1992) للتحليلات الاقتصادية (الفصل السادس). بالإضافة إلى عدد آخر من المراجع وثيقة الصلة اشتملت عليها قائمة المراجع.

تخطيط مشروعات هندسة مصادر المياه

Planning of Water Resources Engineering Projects

إن المشروع النموذجي الذي يُطلب من مهندس مصادر المياه القيام بالتخطيط له وتحليله وتصميمه قد يشمل التحليل الهيدرولوجي والتحليل الهيدروليكي وتقييم المياه الجوفية وتصميم الأبنية الهيدروليكية والتحليل الاقتصادي لمشروعات تطوير مصادر المياه وتقييم الآثار البيئية للأنشطة المتعلقة بالمياه. ويتضمن التخطيط للانتهاء من مثل هذه المشروعات ما يلي:

• **تعيين الأهداف:** من خلال قائمة من الأهداف المحددة أو النتائج التي يتوقع أن يحققها المشروع أو ينجزها.

• **تحليل النطاق:** ويشمل هذا تحديد تتابع المهام التقنية اللازم إنهاؤها لتحقيق الأهداف المذكورة (مثل، جمع المعلومات، وفحص الموقع، والتحليلات التي تشمل نماذج الحاسب، وإعداد التصاميم والرسومات، وإعداد التقارير).

• **متطلبات البرامجيات والمعدات الأخرى:** يشمل ذلك التعرف على نماذج الكمبيوتر والمعدات (مثل الأوتوكاد، وخدمات نظم المعلومات الجغرافية GIS، ومعدات مسح الحقل وجمع البيانات) المطلوبة من أجل استكمال التحليلات اللازمة أو لإعداد التصميمات المقترحة للأبنية الهيدروليكية.

• **تقدير التكلفة:** ويشمل هذا تقدير ساعات العمل والأنشطة الأخرى التي قد تؤثر عل تكلفة المشروع (مثل عمليات المسح والمراقبة الميدانية وتفتيش الموقع ووسائل الاتصالات والعروض والتحليلات وإنتاج التقارير والرسومات وخطط الإنشاء).

• **الجدولة:** ويشمل هذا إعداد جدول لاستكمال المهمات الفنية مع التوثيق المتعلق بها، ولابد من ملاحظة أن جمع البيانات الميدانية والمعلومات المتعلقة بذلك من مصادر مختلفة تعد مهام مستهلكة للوقت ولابد من استكمالها قبل أداء أي مهام أخرى.

توثيق دراسات هندسة مصادر المياه

Documentation of Water Resources Engineering Studies

يمثل إعداد التقارير أو توثيق الطرق والنتائج جزءاً مهماً من الدراسات المتعلقة بهندسة مصادر المياه. يعتمد تنظيم وتفاصيل محتويات تقرير الدراسة على مجال الدراسة (مثل المياه السطحية، والمياه الجوفية، وجودة المياه، والأثر البيئي، والنمذجة، والمعالجة، ودراسة تصميم مستوى الجدوى)، ونطاق الدراسة، ونوع القيادة (مثل،

الجمهور العام، أو الوكالات المنظمة، أو المخططين والمصممين، أو مقاولي البناء). ويمكن أن يشمل تقرير دراسة هندسة مصادر المياه النموذجي العناصر الأساسية التالية:

• **العنوان:** يجب أن يكون العنوان مختصراً وأن يشير إلى الهدف الأساسي للدراسة مثل "الدراسة الهيدرولوجية لحوض سيلفر جريك بكنساس"، "تقييم احتمال إمداد المياه الجوفية بإقليم ساراسوتا، فلوريدا".

• **جدول المحتويات:** يجب أن يشمل جدول المحتويات العناوين الرئيسة والفرعية وقوائم الجداول والصور والمراجع والملحقات والفهارس ولابد أن تكون كلها ذات ترقيم.

• **الملخص التنفيذي:** إذا كان التقرير كبيراً، لابد من وجود ملخص يصف النتائج الرئيسة وحدود الدراسة، وأما بالنسبة للتقارير القصيرة نسبياً فقد يتم اشتمال ذلك في الاستنتاج الأخير والتوصيات.

• **المقدمة:** يجب أن تشتمل المقدمة على وصف ملخص للمشكلة التي يتم تحليلها والأهداف والمجال والمنهج العام للدراسة والمراجع من أجل القراءة والاستزادة. وبالإضافة إلى ذلك لابد من أن يكون هناك وصف مختصر للموقع ومكانه والبيئة المائية في الجوار القريب أيضاً. وذلك قد يشمل المجاري المائية القريبة والبحيرات ومتوسط المطر السنوي وسقوط الجليد والمسارات الخاصة بالجريان السطحي للماء وتبخر المياه من السطح الحر بالمنطقة. وبالنسبة لتقرير التصميم، فإنه قد يشمل الموقع والغرض من الأبنية الهيدروليكية.

• **الخصائص الهيدرولوجية لمناشئ المياه أو منطقة الدراسة:** في حالة الدراسة المتعلقة بهيدرولوجية المياه السطحية فيجب أن يشمل الامتداد الفعلي وأنواع التربة

وغطاءاها والطول الهيدروليكي وانحدارات مجاري السريان الفرعية ، والبيانات الأخرى المتعلقة بتقدير أزمنة التركيز وأزمنة الإعاقة وأعماق التساقط للفترات المطلوبة وفترات العودة (الرجوع)، ومعلومات حول سقوط الجليد وذوبانه. وفي حالة دراسة التصميم، فإن ذلك قد يشمل وصف بنيات المجاري المائية حيث توجد البنيات الهيدروليكية (أقصى تدفق سبعة أيام- عشر سنوات، التدفق المنخفض، ومساحة منطقة الصرف). وفي حالة دراسة المياه الجوفية والتي يجب أن تشمل تخطيط لدراسة طويلة للمنطقة وذلك لابد أن يتمشى مع الحدود الهيدروليكية مثل المجاري المائية والبحيرات وتقسيمات المياه الجوفية، وبيانات حول متوسط التساقط والتسرب والبخر-نتح وموقع وأحجام البحيرات والمياه الأرضية في منطقة الدراسة.

• **جمع البيانات والتحليل:** إن ذلك يشمل بيانات خاصة بالموقع ومعلومات هيدرولوجية إقليمية يتم تجميعها من مصادر مختلفة مثل بيانات نزول المطر والتدفق بالمجرى المائي بالنسبة للمحطات الموجودة في المنطقة، والبيانات الجيولوجية المائية الخاصة بالطبقة الحاملة للمياه، وبيانات عن المسح الطبوغرافي واستخدامات المياه السطحية والمياه الأرضية. البيانات الأولية الضخمة التي لا يمكن أن تعرض في المرجع المذكور يجب أن تشتمل عليها الملحقات. هناك طرق لتحليل وفحص البيانات من أجل استخلاص أو تطوير القيم أو أنظمة البيانات من أجل استخدامها في الدراسة ولابد من اشتمال ذلك في هذا القطاع. بالإضافة إلى ذلك لابد من وجود قيود علي دقة البيانات وتحليلها وضبط استخدام البيانات والقيم أو طرق التحليل وتبرير استخدام مجموعات البيانات، أو القيم، أو الطرق المختارة للتحليل.

• **الدراسات التحليلية أو العددية أو غيرها:** ذلك يجب أن يشمل طرق التحليل أو المحاكاة والمعادلات ووصف النماذج الفيزيائية والرقمية مع الافتراضات الواضحة

أو الضمنية والمراجع المناسبة. ويجب أن تحتوي طرق ونتائج معايرة وصلاحية النموذج. تحليلات الحساسية لتوضيح حساسية النتائج للاختلافات في البيانات وقيمها خلال الحدود المسموح بها ويجب أن يتم توثيقها في هذا القطاع. وإن التفاصيل التي يجب اشتمالها قد تختلف اعتماداً على الهدف والمجال والمتلقين لتقرير الدراسة. وفي دراسات التصميم، قد يشمل ذلك طرق وحسابات لتطوير العديد من أبعاد التصميم المختلفة.

• **النتائج**: إن ذلك يجب أن يشمل نتائج الدراسة مع حدود الدقة. ويجب أن يتم وصف طرق التحقق وإظهار معقولية النتائج (مثل المقارنة مع البيانات المماثلة لمواقع أخرى، والتقديرات المعتمدة على طرق أخرى أكثر بساطة أو عملية أكثر، والقيم المنشورة لحالات مماثلة).

• **الخاتمة والتوصيات**: يجب أن تشمل بعناية الاستنتاجات المصاغة حول الدراسة مع بيان واضح بقيود النتائج. ويجب أن تشمل التوصيات التحذيرات المناسبة والحاجة للتعديل عن طريق الدراسات الإضافية، إذا كانت وثيقة الصلة بالموضوع. ويجب أن تكون الصياغة واضحة لتجنب التفسير الخاطئ من قبل القارئ المستهدف.

• **الجداول والأشكال**: يجب أن يتم توضيح النص من خلال بيانات ملائمة من خلال الجداول والأشكال والصور الفوتوغرافية. وفي أحوال عديدة يتم تمثيل المعلومات المهمة بأسلوب موجز من خلال الجداول والأشكال.

• **المراجع**: البيانات الرئيسة المستخدمة للدراسة يجب أن يكون لها مرجع يُستشهد به، يمكن أن يرجع إليه القارئ للتحقق أو للحصول على معلومات إضافية

متعلقة بالموضوع. ويجب أن يكون المرجع الـذي يُستـشهد بـه كـاملاً ومـشتملاً عـلى المؤلف (المؤلفين)، وسنة النشر، والعنوان، والناشر.

• **الملاحق**: البيانات التي تستخدم للدراسة ولكنها غير متاحة في المراجـع التـي تم الإشارة إليها ولا يمكن اشتمالها في النص الأساسي (بدون تـشتيت انتبـاه القـارئ) يجب أن توضع في الملاحق.

في الواقع العملي يُنصح بإعـداد مـسودة للتقريـر ليقـوم بمراجعتهـا الـزملاء، والمحررين، وأي متلقين آخرين مستهدفين. ويجب أن تكتمل المسودة بعد دمج الردود على تعليقات المراجعة. ولإيضاح العرض، يمكن تقسيم المقـاطع الرئيـسة إلى مقـاطع فرعية تحتوي على المعلومات حول الموضوعات الفرعية المنفصلة.