الهندسة المائية
في التراث العلمي العربي

تؤدي المياه دوراً حيوياً في حياة الأمم والشعوب ، وتعد عاملاً أساسياً من عوامل نهضتها وتطورها ونموها ، بسبب اعتماد جميع مناحي الحياة على المياه ، وتزايد استخدامها لتحقيق رفاهية الإنسان وتأمين متطلباته .

وقد أدرك العرب الأولون أهمية المياه ، فكانوا ينشؤون المدن والقرى في الأمكنة ذات المياه الوفيرة ، ويهاجرون من منطقة إلى أخرى في حال فقد المياه أو شحها ، كما كانت زراعتهم ورعيهم وتجارتهم مرتبطة ارتباطاً قوياً بأمكنة وجود المياه (من أنهار وبحيرات وعيون وأفلاج وينابيع) .

والناظر في تاريخ الحضارة العربية ـ ولاسيما في التراث العلمي ـ يجد أن هناك جهوداً كبيرةً بذلت لاستغلال المياه والاستفادة منها قدر الإمكان في الشرب والري والزراعة والرعي والصناعة ، ويرى أن المهندسين العرب الأوائل أبدعوا في مجال « الهندسة المائية » ، إبداعات شتى ما زالت آثارها ماثلة للعيان حتى الآن ، شاهدة على ذلك الفكر الخلاق الذي كان يتمتع به مهندسو تلك الفترة الزاهية من تاريخ أمتنا .

إنجازات تستحق التقدير :

تذكر الدراسات التاريخية أنه تم الكشف في منطقة « الربذة » في الجزيرة العربية على منشآت مائية متنوعة ؛ منها برك المياه الكبيرة التي

كانت تستخدم لحفظ مياه الأمطار والسيول ، كما وجد بها نظام دقيق لخزن المياه داخل المنازل السكنية في خزانات أرضية حفرت وبنيت بطريقة هندسية بارعة تحت مستوى أرضيات الغرف والساحات السكنية ، وفي الطائف بني إبان الدولة الأموية عدد كبير من السدود .

وفي عهد الدولة العباسية شيد مقياس النيل المشهور في الروضة ، كما توسع العرب في استعمال النواعير في حوضي دجلة والفرات ، وفي الشام ؛ حيث كانت نواعيرها مشهورة في جميع البلدان ، كما شيد المهندسون العرب عدداً من الخزانات في الأمكنة التي تفتقر إلى الأنهار ، ومن أقدم خزاناتهم الباقية حتى الآن خزان قرب مدينة القيروان بتونس ، وآخر قرب مراكش .

ومن بين المهندسين العرب في مجال الري اشتهر الحسن بن الهيثم الذي كان وراء فكرة تنظيم الاستفادة من النيل بخزان أو سد ، لكنه أحجم عن ذلك ، كما أقيمت في بغداد قناة تستمد مياهها من أحد روافد الفرات ، وتوالت بعد ذلك إقامة القنوات في تلك المدينة ، وكانت الموصل تشكو من قلة المياه فسعى أحد أمرائها إلى شق نهر إلى داخلها وتم إكماله على يد « خالد بن تليد » .

واستخدمت أساليب أخرى أكثر تركيباً من الناحية الإنشائية في توصيل المياه من مصادرها البعيدة المنخفضة عن مستوى موضع المدينة أو المرتفعة عنها ، كإنشاء القناطر التي يعلوها مجرى لنقل المياه ، حيث يرفع إليها بواسطة السواقي من المكان المنخفض ، ومن أمثلة ذلك قناطر « ابن طولون » التي ما زالت بقاياها وقطاعات منها واضحة في شرق « قرافة » الإمام الشافعي في القاهرة .

الجزري وابن معروف :

وفي القرن الثاني عشر ظهر الخبير بميكانيك السواقي قصير بن أبي القاسم المعروف « بقصير الحنفي » الذي اشتهر بإقامة الطواحين المائية والنواعير على نهر العاصي .

وفي نفس الفترة عرض بديع الزمان أبو العز الجزري خمسة نماذج لرافعات المياه في كتابه « الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل » الذي كان من قبيل الإمتاع أكثر من أن يحتوي على تدابير هندسية قابلة للتطبيق في حقل الري .

وفي القرن الثالث عشر وصف القزويني في جغرافيته عدداً من السواقي ، وأورد خبر الطاحونة ، وفي القرن السادس عشر ظهر تقي الدين محمد بن معروف الدمشقي الذي أورد في مؤلفاته الكثيرة وصفاً على قدر كبير من الدقة لأنواع عديدة من آلات رفع الماء ، كما أورد وصفاً لنماذج لم يسبق لأحد أن أورد مثلها ، وذلك في كتابه « الطرق السنية في الآلات الروحانية » .

وقد أورد ابن معروف في كتابه وصفاً لعدة مضخات ؛ منها : المضخة ذات الأسطوانتين المتقابلتين ، والمضخة الحلزونية ، ومضخة الحبل ذي أكر القماش ، والمضخة ذات الأسطوانات الست ، وهذه الأخيرة تعتبر من أهم الآلات التي ابتكرها المهندسون العرب وأدت دوراً مهماً في تطور الهندسة الميكانيكية والمائية .

قنوات المياه :

يرى الناظر في الحضارة العربية والفكر العلمي الهندسي لأبنائها أن المهندسين العرب والمسلمين أنشؤوا قنوات ري متميزة ؛ كانت تمثل

إنجازاً فذاً في وقت لم تتوافر فيه المقومات الأساسية للحفر والقياس والدقة .

وكان حفر القنوات يتم في مناطق مختلفة (صخرية ـ صحراوية ، . . . إلخ) مما يعتبر من الأعمال الهندسية المنقطعة النظير في وقت لم تتوافر فيه آلات المساحة لضبط الميل بدقة ولا معدات الحفر الميكانيكية .

وقد استطاع أولئك المهندسون ـ على الرغم من الإمكانيات البسيطة ـ تغيير هيدرولوجية المنطقة ، وتفريق ما جمعته الطبيعة بحيث أمكن توزيع كل قطرة من الماء في اتجاهها الصحيح دون هدر .

تجربة أندلسية :

تدين العاصمة الإسبانية مدريد بفضل سقيها وريها ـ بل وحياتها كلها ـ إلى نظام مبتكر عرف المهندسون العرب والمسلمون كيف يتقدمون به تقدماً عظيماً جديراً بالإعجاب .

ذلك أن هؤلاء عرفوا ما يحويه باطن الأرض في مدريد من مياه وفيرة ، فحسبوا العمق الذي توجد عليه تلك المياه الجوفية ، ثم حفروا آباراً تصل إليها ، ووصلوا بينها فيما بعد بواسطة قنوات يراعى فيها أن تحفر في الطبقة الأرضية التي لا تمتص الماء ، وأن تكون منحدرة انحداراً خفيفاً يسمح بجريان الماء من دون توقف .

وكانت هذه القنوات تصنع من فخار مدريد الذي عرف العرب مميزاته ، كونه مصمتاً لا يتشرب السوائل ، وقوياً متماسكاً لامعاً ، وكان حفر الآبار يتم في مواضع مرتفعة عن مستوى المدينة وفي ضواحيها الخارجة عنها ، أما عن القنوات الجوفية فتتجه مقتربة من المدينة ، وهي تتألف من قناة ضخمة تعتبر « الأم » ، ومنها تتفرع في داخل المدينة شبكة معقدة من قنوات صغيرة فرعية .

وفي كل « عقدة » يتجمع عندها عدد من تلك الفروع يقام خزان أو مستودع يجتهد في حمايته ووقايته بالطوب والفخار ، وهذه الخزانات هي التي يتحكم منها المهندسون والخبراء في توزيع الماء توزيعاً عادلاً بين الأحياء والمنازل والحدائق ، وتبنى عليها صهاريج مقفلة بأبواب وقضبان من الحديد ، ولا يسمح بدخولها إلا « للقنواتي » الذي يوكل إليه الصهريج ويكون مسؤولاً عنه ويحتفظ بمفتاحه .

ويلاحظ أن الآبار الأولى التي حفرت لكي تمتد منها هذه الشبكة من المجاري الجوفية تقع شرق مدريد وشمالها ، وهذه المواضع تبعد عن وسط مدريد عند تأسيسها على أيدي المسلمين بما يتراوح بين ٧ و١٢ كيلو متراً ، أما الفرق بين سطح الأرض عند الآبار الأولى التي تولد فيها القنوات الجوفية وسطحها في وسط المدينة ، فيتراوح بين ٨٠ و١٠٠ متر ، تقطعها القنوات في انحدار متدرج يسمح بانصباب الماء .

واستخدمت في مراكز هذه الفكرة على يد مهندس أندلسي يدعى عبد الله بن يونس ، والواقع أن المتأمل في كتب الرحلات والجغرافية لم يكن يتمالكه الدهشة والاستغراب إزاء ما يصفون به هذه المدينة من التمدن والعمران واتساع الزروع وكثرة الماء والشجر والثمر ، إذ إنها مدينة لا تقع على نهر كبير ، ولا تكاد السماء تمطر فيها ، ومع ذلك فقد كانت أشبه بواحة خضراء في وسط صحراء مقفرة .

واستطاع الإدريسي أن يكشف لنا سر هذه المدينة المتمثل في الماء الذي عرف المهندس ابن يونس كيف يولده من باطن الأرض ، وما زالت هذه الشبكة الواسعة من القنوات الجوفية باقية في مراكش ، ويبلغ عددها نحو ٣٥٠ قناة ، يصل طول كل منها إلى نحو خمسة كيلو مترات .

وثيقة في الهندسة المائية :

تضم المكتبة العربية كقاعدة تبحث في التراث العلمي العربي ، بعضها نفض عنه الغبار ونشر من قبل مؤسسات علمية وباحثين ، وبعضها ما زال حبيس الرفوف والمكتبات ، وثمة جزء لا يزال مفقوداً .

ومن الكتب العلمية التي بحثت في الهندسة المائية كتاب « إنباط المياه الخفية » لأبي بكر محمد بن الحسن الكرجي ، وهو كتاب هندسي متخصص بدراسة أوضاع المياه الجوفية ومشروعاتها التي أقيمت من أجل الاستفادة منها ، وجرها إلى أماكن استهلاكها ، ومناقشة المشكلات المتعلقة بها .

وقد امتلك الكتاب ومؤلفه خصوصيات عدة ، فقد أضاء بعداً هندسياً وتكنولوجياً مهماً في القرن الخامس الهجري ، تلك الفترة الذهبية من عمر الحضارة العربية الإسلامية ، وبحث في الإجراءات الهندسية والإنشائية ، وجمع بين الهندسة والبرهان الرياضي ، كما وثق معارف وتقنيات هندسية اختزنتها وطورتها الذاكرة العلمية والعملية للحضارة العربية الإسلامية في مجال الاستفادة من المياه الجوفية وطرائق التعرف على مواضعها ، واختيار موقع القناة أو « البرابخ » ، والتسوية والعمليات المساحية التي تسبق الحفر ، والأجهزة والأدوات والتقنيات المستخدمة في تلك العمليات ، ثم الاحتمالات المتوقعة أثناء عمليات الحفر والإنشاء .

ودعم الكرجي مقترحاته وتعديلاته بالبراهين الرياضية وقدم تحليلات هندسية ووصفاً لتنفيذ منشآت هندسية ، وخرج من التصميم القديم القائل بإحاطة الماء للكرة الأرضية ، إلى مسألة أكثر دقة وفائدة ، فقط ربط بين الاختلاف التضاريسي على سطح الأرض وحركة المياه (وكذلك بين الأحواض المائية والتكوينات الجيولوجية) ، فذكر من هذه التكوينات

حواجز قائمة ومسطحة ومائلة ، وهذا الاختلاف يؤثر في شكل ظهور المياه الجوفية فوق سطح الأرض .

وشرح الكرجي آلية ظهور العيون والينابيع ، وأنواع المياه الجوفية ومناسيبها عن سطح الأرض وعرض للماء الساكن ، وربط بين الأحواض المائية والتكوينات الجيولوجية ، وربما تحصل له ذلك من خلال المعاينة المباشرة لباطن الأرض ، ومراقبته للحفريات ، كما وصف طبقة مائية جوفية تستند إلى طبقة من المواد غير النفوذة تسمى حسب التعبير المعاصر طبقة « الماء المعلقة » (perched water) وتعلو مستوى المياه الجوفية ؛ فهي في نطاق التهوية أو في النطاق غير المشبع .

وتضمن هذا الكتاب الذي يعد من أهم الوثائق العربية في مجال الهندسة المائية شرحاً ووصفاً وتحليلاً علمياً فذاً لعدد كبير من الظواهر والتقنيات التي لم يعرفها الفكر الهندسي المعاصر إلا في القرون الأخيرة .

إن دراسة أساليب رفع المياه عند المهندسين العرب ، وكذلك جر المياه واستخدام القنوات والخزانات والسدود المختلفة ، تدل دلالة قاطعة على منهم المهندسين العرب والمسلمين للظواهر الهيدروليكية المختلفة ، وإتقانهم المعارف الأساسية في الهندسة المائية التي أضحت فيما بعد علماً قائماً بذاته له أصوله وفنونه ومبادئه .

* * *