مياه الشرب

انواعها وأساليب تنقيتها

للدكتور حسن كمال

﴿ مقدمة تاريخية ﴾ اهتم الاقدمون بماء الشرب وساهم في ذلك أجدادنا بقدر كبير يشرف الوطن ويعلي من قدره شأنهم في ذلك شأن كلّ امة حية ترنو الى العلياء لا تطمئن الى السكون ولا تألف الكسل

فمنذ أقدم العصور التاريخية نجد قدماء المصريين قد شادوا مقاييس النيل في جهاته المتعددة وسجلوا ارتفاعاته السنوية كما هو وارد على حجر (بالرموز) الذي يرجع تاريخه الى ما قبل عهد الفراعنة . وهم اول من انشأ الجسور لحبس المياه وابتكر لتوزيعها نظام الترع وأقام لخزنها الخزانات كما هو واضح في مديرية الفيوم ايام الاسرة الثانية عشرة (٢٠٠٠ — ١٧٩٠ قبل الميلاد) . والى اجدادنا ايضاً يرجع الفضل في استخراج المياه الجوفية للشرب والفلاحة فحفروا الآبار الكثيرة بوادي النيل والصحراء لهذين الغرضين . ثم ابتدعوا طريقة تخزين المياه في الصهاريج . ولما تقدموا وارتقوا خصصوا لمنازلهم دورات مياه صحية وضعوا بها الاواني الخزفية لتقاوة الماء

وما الشادوف والساقية الاّ بقايا تلك المدنية العظيمة . فلما جاء العصر الاسلامي بدأنا نرى القوم يشيدون مجاري لمياه الشرب مرتفعة على عقود معمارية تعرف عند عامتنا باسم القناطر وعند الفرنجة باسم (aqueduct) كالتي شادها السلطان محمود الناصر عام ١٣١١ ميلادية (وقد كانت سابقاً منسوبة الى صلاح الدين الايوبي) ورعها السلطان الغوري وهي التي تبدأ من باب قاية باي وتنتهي في فم الخليج ويبلغ ارتفاعها حوالي الخمسين متراً

***

﴿ انواع المياه ﴾ الى هنا نكتفي بتاريخ مياه الشرب . والآن نلمس جهات الموضوع المتعددة فنقول أن مياه الشرب تؤخذ عادة من الانهار أو البحيرات وتسمى حينئذ المياه السطحية (Surface Water) أو الآبار ويقال لها المياه الجوفية (Ground Water) أو الأمطار المخزونة

في الصهاريج . وبديهي أن كل هذه المياه ترجع في الأصل الى مياه الأمطار لكننا قسمناها هنا هذا التقسيم لأنهُ أقرب تقسيم الى الوجهة الصحية من غيره

***

﴿ اما المياه السطحية ﴾ مثل مياه الانهار والبحيرات فهي مياه تتساقط على مناطق مرتفعة أو جبلية كمياه بحيرات فيكتوريا نيانزا وتانا . ومياه الامطار قبل وصولها الى هذه البحيرات تجرف معها كل ما يعترضها حتى تصل البحيرة . فاذا كانت الاراضي المجاورة غير صحية تحوي القاذورات او كانت تحيط بها مدن غير صحية انتقلت هذه الاضرار الى مياه تلك البحيرة والانهار الخارجة منها . والثابت انهُ كلما بعدت هذه المياه عن المساكن البشرية كلما زادت نقاوتها وكانت صالحة للشرب خالية من الامراض

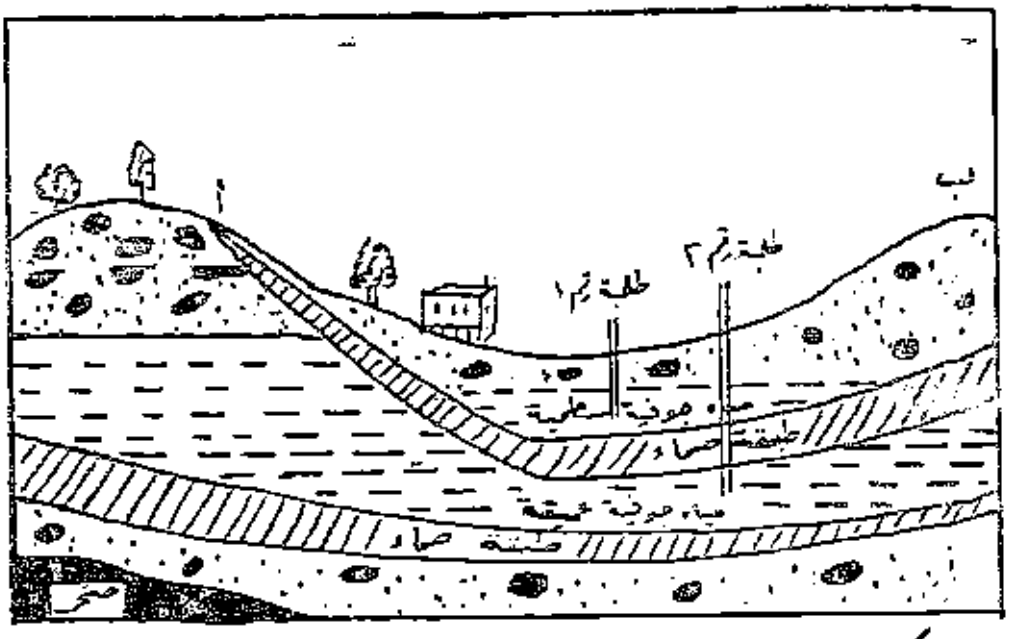
وتشييد المنازل وانشاء المدن على ضفاف الأنهر لهُ خطره لأنهُ اذا لم تتخذ الاجراءات الصحية فإن قاذورات تلك المساكن تصل الى النهر وتلوّث ماءه . والمقصود بالقاذورات هنا المواد البرازية والتمامات . فاذا كانت المواد البرازية تقذف رأساً في النهر كان التلوث مستمرًّا . اما اذا كانت المنازل مستوفية شروط الصحة وكانت القاذورات يسمح لها بالبقاء في الشوارع فان التلوث حينذاك يكون رهن الامطار أو بعبارة أخرى يكون متقطعاً . والغالب في وادي النيل أن هاتين الوسيلتين حاصلتان

والقاء القاذورات في الانهر يسمم المياه بالجراثيم المختلفة كالكوليرا والزحار والتيفود . اما القاء مخلفات المصانع وعلى الاخص الكيميائية في الانهر فيفسد طعم الماء ويكسبه رائحة كريهة ويحدث تسمماً كيميائيًّا والى جانب هذين الوسيلتين تضاف وسيلة ثالثة لتلويث الانهر وهي القاء القاذورات من البواخر والسفن النهرية

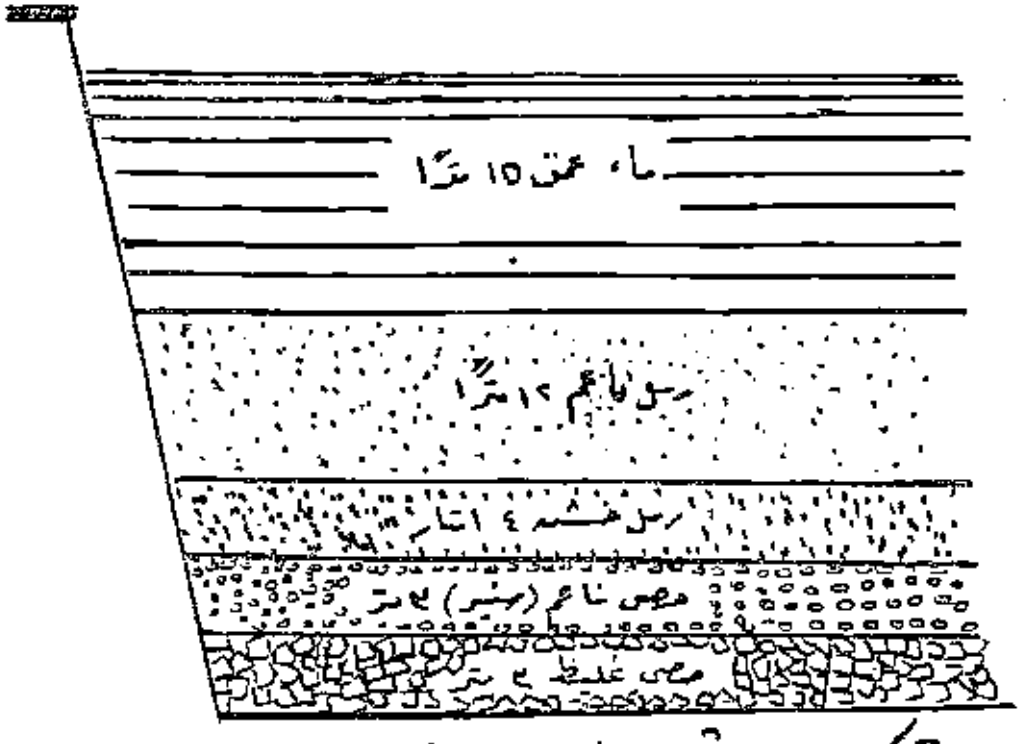
***

﴿ المياه الجوفية ﴾ اذا هطل المطر انحدر الماء في الاودية حتى يصل الى النهر وهذا يجري حتى يصب في بحر أو بحيرة . لكن هناك مقداراً كبيراً من مياه الامطار يخترق طبقات الارض العليا الى ان يصل الى طبقة صلبة تعوق سيره . وحينئذٍ تبقى هذه المياه محفوظة في طبقة الارض العليا . وكلما كانت مياه الامطار غزيرة كلما قربت المياه الجوفية المذكورة من سطح الارض . كذلك اذا كانت الطبقة الصماء قريبة كانت المياه الجوفية قريبة أيضاً من سطح الارض . والعكس بالعكس

والوصول الى هذه المياه الجوفية طريقتان الاولى حفر الآبار والثانية ارسال أنابيب الطلمبات . وفي الحالة الأخيرة يختلف طول الانابيب باختلاف بعد المياه عن سطح الارض



شكل ١ المياه الجوفية (السطحية والعميقة)



شكل ٢ ترشيح رملي لمياه الشرب

وقد علمتنا التجارب انهُ اذا ارسلت انابيب الطلمبات في جوف الارض الى مسافة بعيدة فانها تخترق الطبقة الصماء الحابسة للمياه السطحية فتصل الى مياه جوفية عميقة . وأظهر لنا الفحص الطبي أن اغلب المياه الجوفية العميقة تختلف كثيراً عن المياه السطحية . واذا نظرنا الى الشكل رقم ١ وجدناه يمثل قطاع أرض فيه (ا ب) سطح الأرض وفيه منطقتان مخططتان بخطوط مائلة تمثلان طبقتين صمّاوين ماءتين لتسرب المياه الى اسفل . وعلى ذلك فنظر الهاطل على السطح بين (ا وب) يتسرب في التربة السطحية حتى يصل الى الطبقة الصماء العليا . والطلمبة رقم ١ تستخرج هذه المياه المعروفة بالمياه السطحية . اما الطلمبة رقم ٢ فتخترق الطبقة الصماء العليا وتصل الى طبقة سفلى مياهها آتية من الامطار الهاطلة ايضاً ولكن من مسافات بعيدة تقع فيما وراء (ا) مثلاً . ولما كانت عناصر تربة الأرض فوق الطبقة الصماء العليا تختلف غالباً عن عناصر التربة اسفل هذه الطبقة كانت الاملاح في مياه الطلمبة رقم ٢ مختلفة عنها في مياه الطلمبة رقم ١

واذا كانت الاراضي التي تهطل عليها الامطار المغذية للطبقة الجوفية السفلى (اي الواقعة فيما وراء (ا) مثلاً) عالية علواً كافياً نبعت مياه الطلمبة رقم ٢ بشكل عين ارتوازية

بهذه الطريقة امكننا تقسيم المياه الجوفية تبعاً لعمقها الى مياه جوفية سطحية ومياه جوفية عميقة

***

ودلتنا المباحث أن المياه الجوفية تتنقّى بمرورها في طبقات الارض وان المياه الملوثة اذا اخترقت طبقة رملية أو طينية قلّت اضرارها واصبحت صالحة للشرب . وكلما كانت المياه الجوفية السطحية قريبة من سطح الارض كلما قلّت نقاوتها وكلما بعدت كلما زادت نقاوتها . وعلمتنا التجارب ان معظم المياه الجوفية السطحية غير صالحة للشرب وان اغلب المياه الجوفية العميقة نقية وصالحة للشرب . والسبب في ذلك ان المياه الاخيرة تخترق في سيرها طبقة رمال وطين سميكة تقاس غالباً بمسافات بعيدة

ويستعمل أهل الريف المصري البعيد عن النيل المياه الجوفية السطحية لشربهم . وذلك اما بطريق الآبار واما بطريق الطلمبات . واغلب هذه المياه ملوث غير صالح للشرب لاسباب عديدة منها قربهُ للمراحيض أو المصارف . ومنها تسرب الفاذورات من اقدام الاهالي حول الطلمبة الى جوف الارض . لذلك حتم بعضهم رفع مستوى الارض حول الطلمبات من هذا النوع كي يمنع تسرب الفاذورات إلى جوف الارض

ومياه العيون مياه جوفية تختلف سلامتها وصلاحيتها للشرب بكونها سطحية أو عميقة . وليس سهلاً دائماً معرفة أصل مياه العيون وكثيراً ما اتضح لنا أن بعض العيون هي في الحقيقة مياه تصاف لجرور مجاور

وتحتاج مياه العيون الى نفس الاحتياطات التي تتطلبها مياه الطبقات السطحية كوجوب تحرير المياه المذكورة داخل أنابيب تنتهي بحنفيات خاصة تمنع الاتصال المباشر بها .

***

﴿ طرق تقاوة مياه الشرب ﴾ أسهل هذه الطرق هو الغلي. لكنهُ صعب الاتباع في المدن. لذلك عمد القوم الى طرق عملية. واسهل هذه الطرق هي طريقة التخفيف (dilution) والتخزين Storage والترسيب Sedimentation وذلك في خزانات كبيرة . واتضح أن هذه الطريقة تقتل معظم الجراثيم بسبب قلة التغذية أو تأثير اشعة الشمس أو اغتيال الجراثيم بحيوانات مائية متباينة لكن هذه الطريقة لا تكفي لتقاوة المياه الشديدة التلوث حتى تجعلها صالحة للشرب

وأهم وسائل تقاوة مياه الشرب هو المرشح الرملي الذي ابتكره عام ١٨٢٩ ميلادية المهندس الصحي الانكليزي Simpson وهو موضح في الشكل رقم ٢ وفيه تشاهد أن المياه تتسرب من أعلاه إلى أسفله مخترقة أولاً طبقة الرمل الناعم ثم الرمل الخشن ثم الحصى الناعم ثم الحصى الغليظ . وفي أثناء مرور المياه بطبقة الرمل الناعم تتكون طبقة قذارة فوق الرمل المذكور تعرف صحيًّا باسم (غطاء القذارة) Schmutzdecke وهي ذات فائدة عظمى لأنها تمنع مرور الجراثيم منها. ولما كان تكوين هذه الطبقة يتطلب بضعة أسابيع فان هذه المرشحات لا تأتي بالفائدة المرجوة الا بعد تكوين الطبقة المذكورة . لكن بعد مدة طويلة يصبح (غطاء القذارة) سميكاً لدرجة يمنع مرور المياه بسهولة . لذلك يجب ازالة هذه الطبقة من آن لآخر كلما تطلب ذلك صالح العمل

وأصبح القوم بعد ذلك هذه الطريقة فأضافوا الى المياه قبل ترشيحها بعض الشب [illegible] قصد ترسيب ما تحويه المياه من مواد هلامية . وهذا الراسب يقع على سطح مياه الرمل الناعم ويقوم مقام غطاء القذارة الآنف الذكر.

ولما كان تكوين الطبقة الهلامية المذكورة سريعاً كان في الوسع الحصول على مياه صالحة للشرب منذ أول استعمال المرشح . وزال الطبقة الهلامية المذكورة بعكس مجرى المياه في المرشح من اسفله الى اعلاه فتقذف بذلك الطبقة الهلامية السميكة الى الخارج . ثم تعاد العملية كما بدأت من جديد .

ودلتنا الاحصائيات على ان كل بلد يستعمل مياه الشرب المرشحة تقل فيها الامراض التي تفشى بهذه المياه مثل الحمى التيفودية . وهناك طريقة أخرى لاصلاح الماء للشرب وذلك باضافة غاز الكلورين اليه — وهي طريقة سهلة أكيدة المفعول كثيرة الاستعمال وكثيراً ما يجمع بين هذه الطريقة وبين المرشح الرملي . وأول من ابتكر تعقيم المياه بالكلورين هو جونسون Johnson عام ١٩٠٨ . والمستعمل الآن هو غاز الكلورين المضغوط الى درجة السائل والمحفوظ

داخل اسطوانات كالتي يحفظ فيها سائل غاز حامض الكاربونيك . ويعقم ماء الشرب بالكلورين يمزجه بنسبة ١٪ جزء من الكلورين الى ١٠٠٠٠٠٠ جزء من الماء . وهذه الطريقة لاتقتل كل الجراثيم إلا انها تقتل السواد الأعظم منها وعلى الاخص ميكروب التيفودية وباشيلس القولون

بعد ذلك ابتكر (داكن) (Dakin) طريقة سريعة لتعقيم مياه الشرب باضافة مادة الكلورامين (Chloramins) اليها

وهناك طريقة اخرى لتعقيم مياه الشرب بواسطة تسليط الأشعة تحت البنفسجية على الماء . ويشترط في ذلك ان تكون المياه رائقة غير حاوية للمواد الطينية

ويجدر بنا في هذا المقام ان ننبه القارىء الى المرشحات المنزلية وهي مرشحات يقصد بها الاستعمال الوقتي . والمرشحات المفيدة جداً باهظة الثمن . أما الرخيصة فضررها أكثر من فائدتها . وأحسن المرشحات المنزلية هي المعروفة باسم Pasteur و Berkefeld وهي اسطوانة معدنية خارجية داخلها اسطوانة خزفية تعرف « بالشمعة » . يدخل الماء اولاً بين الاسطوانتين وتحت تأثير الضغط يخترق الماء مسام « الشمعة » ويخرج منها معقماً صالحاً للشرب ومنعاً لنمو الجراثيم في مسام الشمعة يجب تنظيفها بين حين وآخر ثم تعقيمها داخل الفرن قبل اعادة تركيبها

***

﴿ مراقبة أجهزة مياه الشرب ﴾ يجب مراقبة هذه الاجهزة صحيًّا وتحليليًّا ولا يمكن الاستغناء عن احدى الطريقتين . والفحص التحليلي كيمائي وبكتريولوجي . والتحليل الكيمائي يتناول قياس المواد الازوتية وبعض الاملاح مثل الفوصفات والسلفات والكلوريدات . اما الفحص البكتريولوجي فيتناول مقدار الميكروبات في السنتمتر المكعب وعمل الحبوات لباشيلس القولون . وهذا الاخير دليل التلوث بالمواد البرازية المجاورة . ويعتبر بعضهم الماء الذي يحوي بالسنتمتر المكعب منهُ باشيلس القولون ملوثاً وغير صالح للشرب بدون ترشيح أو تعقيم

وقد قصرنا بحثنا على ماء الشرب ولم نتعرض لمياه أحواض الاستحمام التي ثبت أيضاً خطرها وامكان تفشي الامراض بواسطتها مثل الحمّى التيفودية وبعض امراض العيون والاقذ والجلد ولذلك وضعت لهذه الاحواض قوانين صارمة في البلاد التي تستعملها كثيراً

لذلك تجد معظمها يشترط على كل شخص ان يغتسل بحمام الرذاذ (الدوش) قبل الدخول في حوض الاستحمام . كما نلاحظ انهم يمنعون البصق في مياه الاحواض . ويعقم بعضهم هذه المياه بالكلورين والبعض يغيرها باستمرار