الفصل الثالث

الماء فى جسم الإنسان

(وهو الذى خلق من الماء بشرًا)
صدق الله العظيم

يعتبر الماء جزءًا أساسيًّا فى تركيب أجسامنا ، فالإنسان اليافع مثلًا يحتوى جسمه على ما يقرب من ٦٠ - ٧٠ فى المائة من الماء ، ولا يقتصر وجود هذا الماء على السوائل الجسدية كالدم أو الليمف ، بل إنه يدخل أيضًا فى تركيب الأنسجة على اختلاف أنواعها بنسب تتفاوت تبعًا لطبيعة هذه الأنسجة ، فالعظام مثلًا - وهى أكثر الأجزاء صلابة فى الجسم - تحتوى على نسبة معينة من الماء ، ولكنها بطبيعة الحال أقل بكثير من نسبة الماء الموجود فى بعض الأعضاء اللينة كالكبد أو الكليتين أو غيرهما .

إن المحتوى المائى للجسم ذو أهمية كبيرة فى بقائه سليمًا معافى ، وفى قدرة أعضائه المختلفة على القيام بوظائفها الفسيولوجية الهامة التى لا تتم بغير وجود الماء . والواقع أن جسم الإنسان إذا فقد ١٠ فى المائة من محتواه المائى اختلت وظائفه الفسيولوجية ، وإذا وصلت هذه النسبة إلى ٢٠ فى المائة فإنها تؤدى إلى الموت .

ولذلك كان من الضرورى للمحافظة على حياة الإنسان وبقائه فى صحة جيدة أن يتم بصورة مستمرة تعويض الماء الذى يفقده الجسم حتى يحتفظ بما يسمى « حالة التوازن المائى "water equillibrium" ، وهى تعنى باختصار حصول الجسم يوميًّا على

كمية من الماء تساوى ما يفقده من هذا الماء .

ويتم فقد ماء الجسم عن طريق البول والبراز والعرق وبخار الماء الذى يخرج من الجسم عن طريق الرئتين أثناء عملية الزفير ، وفى الظروف الجوية المعتدلة وعند قيام الإنسان بمجهودات عضلية متوسطة يفقد الجسم يوميًّا ما يقرب من لترين ونصف لتر من الماء فى المتوسط . وتزداد هذه الكمية أو تقل تبعًا لطبيعة المجهودات العضلية التى يؤديها الإنسان ، وأيضًا تبعًا لحرارة الجو أو برودته صيفًا أو شتاءً .

وقد تم تحديد المتوسط السابق للماء الذى يفقده الجسم يوميًّا (وهو لتران ونصف لتر) على الوجه التالى :

الماء المفقود فى البول	١٥٠٠ سم^٣
الماء المفقود فى البراز	١٠٠ سم^٣
الماء المفقود فى العرق	٥٠٠ سم^٣
بخار الماء المفقود فى الزفير	٤٠٠ سم^٣
المجموع	٢٥٠٠ سم^٣

ولذلك كان من الضرورى تعويض هذا الماء المفقود للاحتفاظ بحالة التوازن المائى التى سبق ذكرها ، ويتم حصول الجسم على هذا الماء عن طريق الشرب أو من المحتوى المائى للأطعمة التى يتناولها الإنسان كالخضروات والفواكه واللحوم وغيرها أو عن

طريق أكسدة بعض المواد الكيميائية التى يحتوى عليها الجسم داخل الخلايا أو الأنسجة المختلفة للحصول على الطاقة اللازمة لمختلف العمليات الحيوية ، وتتم هذه الأكسدة كما فى المثال الآتى :

سكر الجلوكوز + أكسيجين ← ثانى أكسيد الكربون + ماء + طاقة

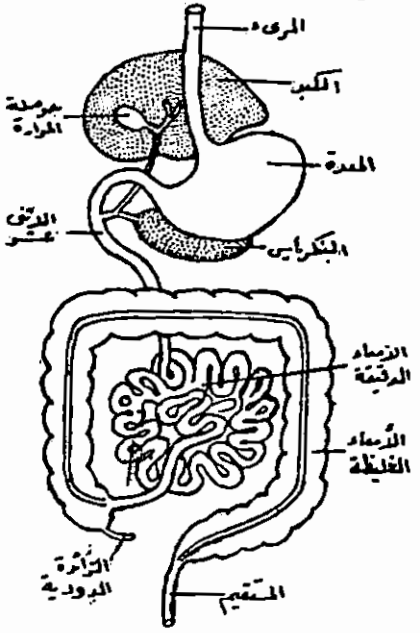
ومن هذه المصادر الثلاثة يحصل الجسم يوميًا على ما يقرب من لترين ونصف لتر من الماء فى المتوسط وفى الأحوال العادية على الوجه التالى :

ماء الشرب	١٣٠٠ سم^٣
المحتوى المائى للأطعمة	٨٥٠ سم^٣
الماء الناتج من عمليات الأكسدة	٣٥٠ سم^٣
المجموع	٢٥٠٠ سم^٣

* * *

ويلعب الماء دورًا أساسيًا فى عمليات التغذية وهضم الطعام ، فإننا عندما نبدأ فى تناول الطعام على سبيل المثال لابد لنا من مضغه مضغًا جيدًا حتى يسهل ابتلاعه إلى داخل القناة الهضمية ، ويتم مزج الطعام أثناء هذا المضغ باللعاب الذى يتدفق إلى داخل الفم من الغدد اللعابية ، ويحتوى هذا السائل على ما يقرب من ٩٩٪ من الماء ، ولا تتجاوز المكونات الأخرى للعاب عن ١٪ (وهى عبارة

عن بعض الأملاح المعدنية والمكونات العضوية مثل إنزيم البتيالين) . إن هذا المقدار الكبير من الماء فى اللعاب يؤدى إلى تحويل الطعام الجاف إلى كتل صغيرة لينة يسهل ابتلاعها ومرورها من الفم إلى المعدة خلال المرىء . وتقدر كمية اللعاب التى تفرزها الغدد اللعابية يوميًّا (٢٤ ساعة) بما يتراوح بين لتر ولتر ونصف فى المتوسط . (شكل ٥) .



(شكل ٥) الجهاز الهضمى للإنسان .

ولا يتم هضم الطعام داخل المعدة (وكذلك داخل الأمعاء الدقيقة) إلّا بعد أن تتدفق عليه أنواع عديدة من الإنزيمات أو الخمائر الهاضمة التى تتكون داخل الغدد المعدية والغدد المعوية بالإضافة إلى عصارة البنكرياس وعصارة الكبد (وهى المعروفة بالصفراء) ، وتحتوى هذه العصارات على عدة أنواع من الإنزيمات الهاضمة متواجدة فى سائل مائى ، ولذلك فلولا وجود الماء لما استطاعت هذه الإنزيمات الانتقال من أماكن إنتاجها (وهى الغدد الهضمية المختلفة) إلى أماكن عملها (داخل المعدة والأمعاء الدقيقة) ، وتقدر كمية العصارة المعدية وحدها بما يتراوح بين لتر واحد ولترين كل ٢٤ ساعة فى المتوسط .

وعندما يتم هضم الطعام نجد أن الأمعاء الدقيقة تحتوى على سائل مائى غليظ لقوام يحتوى على المنتجات النهائية لعمليات الهضم ، وهى فى مجموعها أبسط تركيبًا من المواد الغذائية التى يتناولها الإنسان فى طعامه اليومى ، وتلك المواد البسيطة هى الأحماض الأمينية (التى نتحت عن هضم البروتينات) والأحماض الدهنية والجلسرين (الناتجة عن هضم الدهون) وسكر الجلوكوز وغيره من السكريات الأحادية (الناتجة عن هضم النشويات) إن وجود تلك المنتجات النهائية البسيطة – وهى التى تكونت نتيجة لهضم المواد الغذائية المعقدة – إن وجود تلك المنتجات داخل السائل المائى يجعل من اليسير امتصاصها من

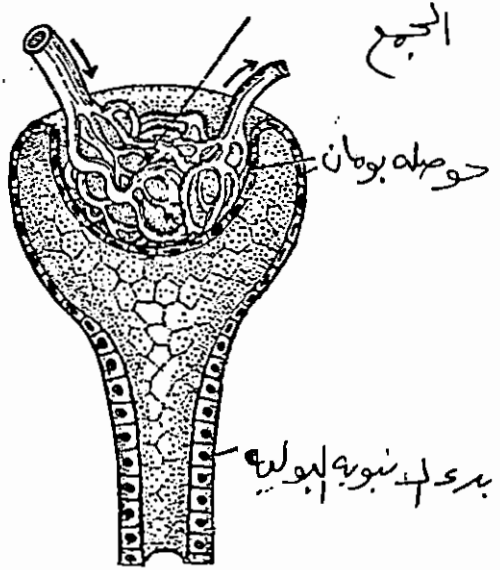
داخل الأمعاء الدقيقة إلى داخل الدورة الدموية ، وخصوصًا داخل الوريد الكبدى البابى المتجه إلى الكبد . وبذلك يستطيع الجسم الاستفادة من تلك المواد فى عملياته الحيوية المختلفة .

أما المخلفات الغذائية التى لم يتم هضمها داخل المعدة أو الأمعاء الدقيقة فإنها تندفع إلى داخل الأمعاء الغليظة ، وتحتوى جدران هذه الأمعاء على عدد كبير جدًّا من الغدد المخاطية ، وتفرز هذه الغدد سائلاً مخاطيًّا لزجًا يساعد كثيرًا على انزلاق تلك المخلفات إلى خارج الجسم على شكل البراز . ولذلك كان هذا السائل المخاطى المائى ذا أهمية كبيرة من تخليص الجسم من الفضلات الضارة .

* * *

ولكن هناك عملية أخرى كبيرة الأهمية تتعلق باقتصاديات الماء فى الجسم ، وتتلخص تلك العملية فى أن جدران الأمعاء الغليظة تمتص من المخلفات الغذائية أثناء عبورها لتلك الأمعاء ما تحتوى عليه من الماء الزائد بدلاً من ضياعه خارج الجسم ، وقد قدر هذا الماء الذى تمتصه جدران الأمعاء الغليظة من المخلفات الغذائية المارة بداخلها بما يقرب من نصف لتر من الماء يوميًّا ، وقد يظهر هذا المقدار من الماء ضئيلاً بالنسبة لمن يعيشون فى المدن أو الأراضى الزارعية الغنية بمواردها المائية ، ولكنه مقدار لا يستهان به لمن يعيشون فى الصحراء أو الأراضى القاحلة التى يندر فيها وجود الماء .

ولا يقتصر استرجاع الماء الزائد من المواد البرازية فحسب بل هناك عملية أخرى مشابهة تتم داخل الجهاز البولى . فالمعروف أن عمل هذا الجهاز يتوقف على عمل الكليتين ، وتقوم كل منهما باستخلاص البول من الدورة الدموية وإطلاقه إلى خارج الجسم ، إذ توجد فى داخل الكلية أعداد كبيرة من الأجسام المستخلصة لهذا السائل يطلق على كل منها اسم الجمع (Glomerulus) ، وهو



(شكل ٦) الجمع وحوصلة بومان وبدء الأنبوبة البولية .

يتركب من كتلة كروية من الشعيرات الدموية الدقيقة (شكل ٦) .

وتحيط بالجمع حوصلة رقيقة مزدوجة الجدران يطلق عليها اسم حوصلة بومان (Bowman's capsule) نسبة إلى عالم التشريح البريطانى « بومان » . فعند مرور الدم فى تلك الشعيرات الدموية الدقيقة يستخلص منه الجمع كلا من الماء والأملاح المعدنية الذائبة فيه ، ثم يصب تلك المواد داخل حوصلة بومان ، وتخرج من هذه الحوصلة أنبوبة دقيقة كثيرة الالتواء هى الأنبوبة البولية (Urin iferous tubule) ويمر فيها الماء والأملاح المعدنية المستخلصة من الدم ليصل إلى أنابيب أكبر فأكبر حتى يصل إلى الحالب ومنه إلى المثانة البولية ثم إلى خارج الجسم .

ولكن لا يتم طرد كمية الماء المستخلصة من الدم بكاملها إلى خارج الجسم ، وذلك لأن الأنابيب البولية التى تخرج من حوصلة بومان لها وظيفتان ، الأولى هى استخلاص فضلات المواد العضوية الأزوتية من الدم كالبولينا وحامض البوليك ، وإضافة تلك المواد إلى البول ليكتمل تكوينه . والوظيفة الثانية هى استخلاص الماء الزائد فى البول الموجود داخل تلك الأنابيب وإرجاعه إلى السائل الدموى مرة أخرى ، وبذلك لا يفقد الجسم كل الماء الذى يستخلص من الدم أثناء تلك العمليات الإخراجية بل يعود جزء

كبير منه إلى الدورة الدموية مرة أخرى إبقاء لسيولة ، والمحافظة على تلك السيولة عند مستوى خاص .

* * *

والواقع أن الدم الذى يجرى فى عروقنا لا يخرج عن كونه نسيجًا مثل باقى أنسجة الجسم ، ولكنه يختلف عن هذه الأنسجة فى أن الخلايا التى يتكون منها الدم (وهى كرات الدم الحمر والبيض) لا يلتصق بعضها ببعض فى نظام ثابت مثل خلايا الأنسجة الأخرى ، بل إنها تسبح فى بلازما الدم ، والبلازما سائل مائى يحتوى بداخله على كرات الدم التى سبق ذكرها ، كما يحتوى أيضًا على جميع المركبات العضوية والأملاح المعدنية والفيتامينات والهرمونات اللازمة لجميع الأنسجة الأخرى فى الجسم ، حتى تستطيع القيام بوظائفها الفسيولوحية اليومية على الوجه الأكمل ، كما أنه يحمل المخلفات الناتجة عن هذه العمليات الفسيولوجية من نسجة الجسم إلى أعضاء الإخراج (وهى الجلد والكليتان والرئتان) ولم يكن من المستطاع بأى حال من الأحوال نقل هذه المخلفات ما لم يكن الدم سائلاً ، لأنه بهذه الصفة يستطيع النفاذ إلى أدق أجزاء الجسم بواسطة الشعيرات الدموية الدقيقة ، وهناك تدفع إليه تلك الأجزاء مخلفاتها التى تذوب فى السائل المائى أو تبقى معلقة فيه حتى يتم التخلص منها نهائيًا ، وخصوصًا أن بعض هذه المخلفات كالبولينا مثلاً سامة تمامًا للجسم ، ويجب التخلص منها

أولاً بأول حتى لا تزداد نسبتها فى الدم عن الحدود التى يتقبلها الجسم ويستطيع احتمالها ، ثم تبدأ بعد ذلك اثار التسمم على الإنسان .

أما الغازات التى ينقلها الدم فى عملية التنفس وهى الأكسيجين من الهواء الجوى إلى الأنسجة وثانى أكسيد الكربون من الأنسجة إلى خارج الجسم فإنها تنتقل بواسطة كرات الدم الحمر ، وبمعنى أدق بواسطة البروتين التنفسى المعروف « بالهيموجلوبين » (haemoglobin) والموجود داخل هذه الكرات ، ولكن فى كثير من الحيوانات اللافقارية لا يحتوى الدم على مثل هذه الكرات ، بل إنه يحتوى على بروتين تنفسى آخر يسمى « هيموسيانين » (haemocyanin) وهو ذائب فى بلازما الدم ، ولذلك فإن الأكسيجين وثانى أكسيد الكربون اللذين يندمجان مع الهيموسيانين يكون انتقالها من الخارج إلى أنسجة الجسم وبالعكس عن طريق السائل الدموى مباشرة ، والماء بطبيعة الحال هو الأساس لهذا السائل ، ولذلك فإنه يتحمل عبء هذه العمليات الهامة فى الجسم ، وبصفة عامة فإن جميع التفاعلات الكيميائية التى يتم حدوثها داخل الجسم تحدث داخل نوع أو آخر من السوائل التى يكون الماء جزءًا أساسيًا فيها .

ولعل من أهم الوظائف التى يقوم بها الماء فى أجسامنا أنه يساعد على حفظ درجة الحرارة فى معدل ثابت ، فالمعروف أن جسم

الإنسان له درجة حرارة ثابتة هى درجة ٣٧ مئوية فى الأحوال الطبيعية ، ولا تتأثر هذه الدرجة بالتقلبات الجوية على الإطلاق ، ففى الشتاء مثلاً عندما تنخفض درجة حرارة الجو وخصوصًا فى الأقاليم الشمالية الباردة إلى ما يقرب من الصفر - وأحيانًا أقل من ذلك بكثير - فإن جسم الإنسان يظل محتفظًا بدرجة حرارته العادية ، وكذلك فى الصيف عندما ترتفع درجة حرارة الجو إلى أكثر من تلك الدرجة بكثير ، وخصوصًا فى المناطق الاستوائية الحارة ، تظل درجة حرارة جسم الإنسان ثابتة عند درجة ٣٧ مئوية .

والواقع أن هناك من التنظيمات الفسيولوجية ما يعمل على بقاء هذه الدرجة ثابتة صيفا أو شتاء على حد سواء ، ففى الصيف عندما تشتد حرارة الجو يتصبب جسم الإنسان عرقاً كما هو معروف ومألوف ، وعندما يتبخر هذا العرق من سطح الجلد يؤدى ذلك إلى امتصاص كمية كبيرة من حرارة الجسم فتنخفض درجة حرارته إلى المستوى المألوف .

أما فى الشتاء عندما تنخفض درجة حرارة الجو كثيرًا عن درجة حرارة الجسم فإن الماء المحتوى عليه جسم الإنسان - والماء كما هو معروف موصل جيد للحرارة - يعمل على تدفئة الإنسان . ورفع درجة حرارة الجسم إلى ٣٧ مئوية ، ويكون ذلك بنقل هذه الحرارة من مصادر إنتاجها إلى مختلف أجزاء الجسم ، فالمعروف أن منتجات المواد الغذائية التى يتناولها الإنسان فى طعامه اليومى يتم احتراقها

داخل أنسجة الجسم عند اتحادها بالأكسجين طبقاً للمعادلة البسيطة التالية التى سبق ذكرها وهى :

سكر الجلوكوز + أكسجين = ثانى أكسيد الكربون + ماء + طاقة حرارية ، وتستخدم أنسجة الجسم التى تم الاحتراق بداخلها جزءًا من هذه الطاقة فى القيام بوظائفها الفسيولوجية ، والجزء الآخر يستخدم فى تدفئة الجسم ، ويتم توزيع هذه الحرارة من مصادر إنتاجها (وهى الأنسجة) إلى مختلف أجزاء الجسم عن طريق الدم والليمف وغيرهما ، علماً بأن الماء هو القاعدة الأساسية فى هذه السوائل .