الفصل الرابع
الماء والحيـــوان

ماهى الحياة؟ ... سؤال يصعب الإجابة عليه، فليس فى مقدورنا أن نتحدث عن كنه الحياة، ولكن يمكننا فقط أن نصف المظاهر التى يتمتع بها الكائن الحى. فالحياة يمكن اعتبارها ظاهرة تتميز بخصائص معينة مثل الاحتياج للغذاء والتنفس والقدرة على الحركة والنمو، فإذا فقد الكائن تلك المظاهر إنتفت عنه صفة الحياة واعتبر كائنا غير حى. وتعتبر الخلية Cell هى الوحدة البنائية للكائنات الحية، وتتجمع الخلايا فى مجموعات مكونة الأنسجة Tissues، وهى بدورها تكون ما يعرف بالأعضاء Organs وهى التى تتكون منها الأجهزة العضوية Organ Systems المختلفة للكائن الحى، ومن مجمل تلك الأجهزة يتكون الفرد Organism.

أما المادة التى تتكون منها جميع الكائنات الحية فهى مادة تسمى البروتوبلازم Protoplasm وهى تمثل الأساس الطبيعى للحياة، وذلك لأن جميع الأنشطة الحيوية للكائن – مثل التنفس والهضم والإفراز – تحدث فى هذه المادة. وبإختصار فإنه لا حياة بدون بروتوبلازم، ولا بروتوبلازم بدون حياة. ويمكننا على هذا الأساس تلخيص مظاهر الحياة بصفة عامة فيما يلى :

١- عمليات التحول الغذائى Metabolism

وهى تشمل جميع العمليات المرتبطة بالأنشطة الحيوية التى تحدث فى البروتوبلازم. وهى تنقسم إلى قسمين :

(أ) عمليات البناء Anabolism

وناتج تلك العمليات هو بناء مادة حية جديدة من المواد الغذائية فى وجود الطاقة، وتبدأ بالاغتذاء Ingestion ثم الهضم Digestion لتحويل الغذاء المعقد فى تركيبه إلى مواد بسيطة ذائبة يمكن انتشارها خلال الأغشية الخلوية، كى يستفيد منها الكائن الحى. وتعقب تلك العملية، عملية أخرى تسمى Absorption أى انتشار المواد

الغذائية الذائبة إلى داخل الخلايا، حيث تجرى لها عملية تمثيل Assimilation ومعناها تحويل تلك المواد إلى مواد شبيهة بمادة الخلايا التى انتشرت فيها. ويتم ذلك بمساعدة خمائر وإنزيمات خاصة تعرف بالإنزيمات التخليقية Synthesizing Enzymes.

وبعد إتمام عملية الهضم تتبقى بعض المواد الغذائية التى لم تهضم، بعضها يسبب أضرارا للجسم، ولذلك يتم طردها والتخلص منها فى صورة فضلات.

(ب) عملية الهدم Catobolism

وهى عكس عملية البناء، وتشمل جميع عمليات التكسير أو التفتت التى تحدث فى المواد التى يتم تخليقها فى البروتوبلازم لإنتاج الطاقة اللازمة لحياة الكائن الحيوانى. وتتم عملية الهدم عادة فى وجود الأكسجين، ويشار إليها بإسم التنفس Respiration، وتتم أيضا بمساعدة عدد كبير من الإنزيمات. وتنطلق الطاقة الناجمة عنها فى صورة حرارة. وتجرى عمليات الهدم للمادة بصورة مستمرة فى جسم الكائن الحى، ونظرا لإحتواء كثير من المواد الخلوية التى تحدث فيها تلك العمليات على النيتروجين، فإنه ينتج عن هدمها بعض المواد النيتروجينية مثل البولينا، وهى مواد سامة يجب التخلص منها بطردها خارج الجسم بعملية تعرف بالإخراج النيتروجينى Nitrogenous Excretion.

٢- النمو Growth

والنمو يعنى إضافة مواد جديدة للمادة الحية فى الجسم، وتتم هذه العملية إذا زاد معدل البناء عن معدل الهدم، وفى حالة تعادلهما لا يحدث النمو. والنمو ليس قاصرا على المادة الحية، فهو يحدث أيضا فى المادة غير الحية. وفى حالة المواد الحية يتم النمو عن طريق إضافة مواد جديدة تتداخل بين جزيئات المادة الأصلية، وهى عملية تسمى التداخل Intussusception. أما فى حالة المواد غير الحية، فيحدث النمو عن طريق إضافة مواد جديدة من الخارج حول المادة الأصلية، بعملية تسمى التراكم Ac-cretion.

٣- الإحساس Sensitivity

وهو يتمثل فى قدرة الكائن الحى على الاستجابة التى تحدث فى الوسط المحيط به. وقد تكون تلك المؤثرات خارجية أو داخلية، وقد تكون الخارجية منها طبيعية مثل الحرارة والبرودة والضغط، أو كيميائية مثل الحموضة والملوحة. أما المؤثرات الداخلية فمنها الجوع والخوف والغضب.

٤- التكاثر Reproduction

ويقصد به قدرة الكائن الحى على إنتاج أفراد جديدة شبيهة بالأصل، بغرض حفظ النوع. ويتم ذلك بطرق لا جنسية أو جنسية.

أ- التكاثر اللاجنسى Asexual Reproduction

ويحدث فى الحيوانات الدنيا - كما يحدث فى النباتات - بعدة طرق :

١- الانشطار الثنائى Binary Fission. وفيه ينقسم الفرد إلى قسمين غالبا ما يكونان متشابهين، ثم يحدث الانفصال بينهما.

٢- التبرعم Budding.

٣- تكوين الأبواغ Sporulation.

٤- التجدد.

ب- التكاثر الجنسى Sexual Reproduction

وهى طريقة التكاثر الشائعة فى أغلب الكائنات الحية، وتتم بواسطة أجزاء معينة تعرف بالأعضاء التناسلية Gonads، منها ما يوجد فى الذكور ويسمى الخصيات Testes، ومنها ما يوجد فى الإناث وهى المبايض Ovaries. وتقوم الخصيات والمبايض بتكوين الخلايا المشيجية أو الحيوانات المنوية Spematozoa فى الذكور أو البويضات Ova فى الإناث.

وفى أثناء عملية التكاثر، يتحد حيوان منوى مع بويضة مخصبة أو زيجوت Zygote ينمو تدريجيا ليكون فردا جديدا.

وبعد ما عرفنا الخصائص التى تميز الكائن الحى عن غيره، سنعود للمادة الأساسية لبناء الكائنات الحية وهى البروتوبلازم لنعرف الدور الذى يلعبه الماء فى تكوينها. والبروتوبلازم فى واقع الأمر مادة بالغة التعقيد، ولكن يمكن تقسيم مكوناتها بصفة عامة إلى : مواد عضوية - مواد غير عضوية - ماء.

١- المواد العضوية Organic Substances

وهى تشكل نسبة ٩-١٠٪ من مادة الخلية، وأهمها :

أ- المواد الكربوهيدراتية : وتتكون أساسا من الكربون والهيدروجين والأكسجين. وأبسط تلك المركبات ما يعرف بالسكريات الأحادية التى أهمها الجلوكوز، ثم الثنائية وهى أكثر تعقيدا مثل السكروز، أما أعقدها من ناحية التركيب فهى السكريات العديدة مثل الجليكوجين والسليولوز. وأهم وظائف السكريات إمداد الجسم بالطاقة الحرارية اللازمة له.

ب- الليبيدات أو الدهون : وتتكون من مواد متعددة، أبسطها تركيبا الأحماض الدهنية والجلسرين وتستخدم مثل السكريات فى إنتاج الطاقة.

جـ- البروتينات : تتكون من الكربون والهيدروجين والأكسجين إلى جانب بعض العناصر الأخرى مثل الكبريت والفوسفور واليود وبعض المعادن. وتتكون من مواد تعرف بالأحماض الأمينية. وهى تعتبر وحدات بناء الأنسجة وتجديد الخلايا التالفة.

د- الأحماض النووية : وهى مواد عضوية معقدة التركيب تتكون من وحدات أبسط تسمى النيوكليوتيدات Nucleotides، يتكون كل منها من جزىء من سكر خماسى يرتبط به جزىء من حمض الفوسفوريك من ناحية، وجزىء من مادة نيتروجنية قاعدية من جانب آخر، وتشمل الأحماض النووية نوعين رئيسيين : حمض دى أكسى ريبونيوكليك Deoxyribonucleic Acid (DNA) وحمض ريبونيوكليك Ribonucleic Acid (RNA). ويحتوى الأول على السكر المعروف باسم دى أكسى ريبوز، بينما يشتمل الثانى على سكر ريبوز.

وتلعب الأحماض النووية دورا رئيسيا فى تخليق البروتينات والخلايا وإنتقال الصفات الوراثية.

٢- المواد غير العضوية Inorganic Substances

وتلك المواد توجد على هيئة أيونات حرة لأملاح ذائبة، كما توجد أيضا متحدة بالمواد العضوية فى الخلية. وتوجد بكميات كبيرة فى بعض الأجزاء مثل الهيكل العظمى، كما يلعب بعضها دورا هاما فى تنظيم نفاذية الأغشية الخلوية وانقباضات العضلات، وتنظيم نبضات القلب مثل أملاح كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم.

٣- الماء Water

يكون الماء الجزء الأكبر من مادة البروتوبلازم، كما يشكل جزءاً أساسيا من سوائل الجسم. وهو يعمل كمذيب للكثير من المواد غير العضوية ولبعض المواد العضوية. وتختلف كمية الماء فى الأنسجة الجسمية، كما تختلف فى نفس النسيج تبعا للمرحلة العمرية للكائن.

ولكى نفهم وظيفة الماء فى البروتوبلازم، يجب أن نعرف أن المواد الكيميائية من ناحية الذوبان تنقسم إلى نوعين، نوع يذوب فى الماء، وعند تبخير الماء يتبقى على شكل بلورات صلبة، ويمر خلال الأغشية شبه المنفذة. مثل السكر وملح كلوريد الصوديوم. وتسمى تلك المواد بالمواد البلورية Crystalloids. أما النوع الآخر، فيذوب فى الماء ولا يمر خلال الأغشية شبه المنفذة، وعند تبخيره لا يتبقى منه إلا كتل غير محددة الشكل مثل النشا والجيلاتين، ويطلق على تلك المواد إسم المواد الغروية Colloids.

والبروتوبلازم عبارة عن مادة غروية من النوع المعروف باسم مستحلب Emulsoid، وهى حالة توجد فيها المادة المذابة والمادة المذيبة فى الصورة السائلة. والبروتوبلازم تبعا لهذا الوصف يتكون من جزيئات بروتينية دقيقة معلقة فى الماء الذى يحتوى على مواد أخرى عديدة ذائبة فيه، من بينها بعض المواد العضوية تكون لها داخل الخلية حركة تسمى الحركة البراونية Brownian Movement. وللمستحلبات

خاصية هامة هى قدرتها الانعكاسية على السيولة والصلابة، فعند رفع درجة حرارتها تتحول إلى الحالة السائلة، وبخفض درجة الحرارة تعود لشكلها الهلامى أو شبه الصلب. ولهذه الخاصية أهمية بالغة فى قيام الخلايا بنشاطها الحيوى، ويتضح ذلك أثناء عملية انقسام الخلية حيث يحدث الكثير من التغيرات المستمرة فى كثافة البروتوبلازم.

وإذا كان الماء يدخل بصفة أساسية فى تركيب مادة الحياة وهى البروتوبلازم، فهو يكون حوالى ثلثى وزن جسم الإنسان بنسبة تتراوح بين ٦٠-٧٠٪. والماء هو السائل الوحيد الذى لا يستغنى عنه أى كائن حى مهما كان حجمه أو شكله، بداية من الكائنات وحيدة الخلية وإنتهاء بأكبر الكائنات الحيوانية المعروفة. وتبلغ نسبة الماء فى أجسام النساء البالغات حوالى ٦٥٪، بينما تزيد تلك النسبة فى الرجال البالغين. ويرجع ذلك لارتفاع نسبة الدهون فى أجساد النساء عن نسبتها فى الرجال، ومن المعروف أن محتوى الدهون من الماء يقل عن محتواه فى بقية أنسجة الجسم.

ونعود لمسألة بداية الخلق، لنجد أنه قد ورد فى آيات القرآن الكريم تقريرا لا يقبل الشك بأن الماء هو أصل كل حياة «... **وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ** ...» (الأنبياء آية ٣٠). كما ذكر كذلك فى آيات القرآن أن كل الدواب التى توجد على الأرض قد خلقت بداية من الماء، كما جاء فى سورة النور «**وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُم مَّن يَمْشِي عَلَىٰ بَطْنِهِ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِي عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِي عَلَىٰ أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ**» (النور آية ٤٥). والزواحف - كما نعلم - هى المخلوقات التى تمشى على بطونها، أما البشر والطيور فهم من المخلوقات التى تسير على رجلين، أما معظم الحيوانات التى خلقها الله تعالى فهى تسير بالاستعانة بأرجلها الأربع. أما عن خلق الإنسان بصفة خاصة، فهناك أكثر من آية من آيات القرآن الكريم تتحدث عن أن أصل خلقه هو الطين والتراب والحمأ المسنون والصلصال والماء. ومن تلك الآيات :

«**وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنسَانَ مِن سُلَالَةٍ مِّن طِينٍ**» (المؤمنون آية ١٢)

«هُوَ الَّذِي خَلَقَكُم مِّن تُرَابٍ ثُمَّ مِن نُّطْفَةٍ ثُمَّ مِنْ عَلَقَةٍ ....» (غافر آية ٦٧)

«وَلَقَدْ خَلَقْنَا الإِنسَانَ مِن صَلْصَالٍ مِّنْ حَمَإٍ مَّسْنُونٍ» (الحجر آية ٢٦).

«خَلَقَ الإِنسَانَ مِن صَلْصَالٍ كَالْفَخَّارِ» (الرحمن آية ١٤)

«وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ مِنَ الْمَاءِ بَشَرًا ....» (الفرقان آية ٥٤)

وقد أثبت العلم الحديث، بعد التحليل الدقيق لمكونات الجسم البشرى أن جسم الإنسان يحتوى على نفس العناصر التى تحتويها الأرض بنسب مقاربة لها، فهو يحتوى بصفة أساسية على عناصر الكربون والأكسجين والهيدروجين والفوسفور والكبريت والنيتروجين والكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم، بالإضافة لكثير من العناصر الأخرى التى تتواجد بنسب ضئيلة ولكنها هامة فى بناء الجسم وإتمام العمليات الحيوية اللازمة لحياته.

وسنحاول فى الجزء التالى أن نتعرف بشىء من التفصيل على أهمية الماء لجسم الإنسان، ودوره فى استمرار حياته. ويمكن تلخيص ذلك إجمالا فى عدة نقاط :

١- يدخل الماء فى تركيب سوائل الجسم بلا استثناء، فهو يدخل فى تركيب اللعاب بنسبة ٩٩٪، والعصير المعدى بنسبة ٩٩٪، والبلازما بنسبة ٩٥٪.

٢- يعتبر الماء هو العامل الرئيسى الذى يحافظ على ليونة الجلد ومرونة الجسم.

٣- يحافظ الماء على درجة حرارة جسم الإنسان ثابتة، وذلك بإمتصاصه للحرارة الناتجة من التفاعلات الكيميائية الحيوية. وترجع تلك المقدرة للماء لإرتفاع سعته الحرارية الناتجة من ارتفاع حرارته النوعية.

٤- يعتبر الماء ضروريا لحدوث جميع التفاعلات الحيوية فى الجسم، ويساعده على ذلك قدرته للعمل كوسط مشتت للمحاليل الغروية، وكمذيب جيد للأيونات المعدنية، بالإضافة لإرتفاع توتره السطحى.

٥- يعمل على إذابة المواد الضارة والزائدة عن حاجة الجسم وطردها خارجه عن طريق العرق والبول.

٦- يعمل على إذابة معظم المواد الغذائية والجزيئات العضوية الصغيرة، كما يساعد على حدوث التحلل المائى Hydrolysis للمواد الغذائية المعقدة وتفكيكها لوحداتها الأساسية. كما يتم بفقده Dedydration حدوث العملية العكسية لذلك، وهى اتحاد المواد لتكوين مركبات عضوية جديدة فى الجسم.

٧- يعتبر الماء هو الوسط المناسب الذى تتم فيه جميع التفاعلات الإنزيمية.

والماء الموجود بجسم الإنسان يوجد موزعا بين الخلايا وبين سوائل الجسم الموجودة خارج الخلايا، وتتكون من :

١- السوائل بين الخلوية Interstitial Fluids.

٢- بلازما الدم Blood Plasma.

٣- سوائل المخ والنخاع الشوكى.

ومعظم الماء الموجود فى الجسم البشرى لا يوجد فى تيار الدم كما قد نتصور، وإنما ينتشر خارجه داخل خلايا الجسم وبين الخلايا والأعضاء، على هيئة أغشية رقيقة من الماء. وجسم الإنسان كامل النمو يحتوى على حوالى جالون وربع من الدم. وقد تم معرفة توزع الماء على أعضاء الجسم بحقنه بكمية معينة من الماء الثقيل، وهو الماء الذى يحتوى على أحد نظيرى عنصر الهيدروجين وهو مشع ويمكن رصده بسهولة وتتبعه داخل الجسم لمعرفة تركيزه. ومن ذلك تم معرفة الكمية التى يحتويها الجسم البشرى المكتمل وهى تقدر بحوالى ٧ جالونات ونصف الجالون موزعة على أنسجة الجسم المختلفة. وهذه الكمية من الماء تشترك فى التفاعلات الكيميائية اللازمة لإستمرار الحياة كإحدى الخامات الضرورية فى هذه التفاعلات، وكذلك كسائل مذيب.

وتتركز أهمية سوائل الجسم فى نقل وتبادل المواد الغذائية والهرمونات والغازات والمواد الإخراجية، بالإضافة لدورها فى تنظيم درجة الحرارة والحموضة. ومما يساعد تلك السوائل على القيام بوظائفها إحتوائها على نسبة كبيرة من الماء.

ويتميز الماء بعدة خصائص تميزه عن غيره من السوائل، وتلك الخصائص تتلائم مع الوظائف الحيوية لسوائل الجسم، مثل خاصية الإذابة له وحرارته النوعية وحرارة التبخير وحرارة التوصيل.

ومن المعروف كيميائيا عن جزىء الماء، أنه قد ينفصل ليكون زوجا من الأيونات، أحدهما موجب وهو أيون الهيدروجين (H^+)، والآخر سالب ويسمى أيون الهيدروكسيل ($\overline{OH}$)، كما توضح المعادلة :

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + \overline{OH}$$

وهذا التفاعل تفاعل إنعكاسى، يمكن لنواتجه أن تتحد مرة أخرى لتكون جزىء الماء غير المتأين H_2O وفى جسم الإنسان يحدث هذا التأين لجزىء واحد مقابل خمسمائة مليون جزىء من الماء غير المتأين وهذا من نعم الله علينا، فلو زادت نسبة ذلك التأين، لحدث تغير فى طبيعة خلايا الجسم قد تتوقف بسببه العمليات الفسيولوجية، مما قد يؤدى إلى الموت.

وإذا زادت أيونات الهيدروجين فى الدم، فإنها تسبب زيادة حموضته. وتلك الحموضة تقاس بمقياس pH الذى تتراوح قيمته بين صفر، ١٤. ويمثل الرقم ٧ محلولا متعادلا يتساوى فيه تركيز أيونات الهيدروجين مع تركيز أيونات الهيدروكسيل. وإذا قلت قيمة pH عن ٧، فإن المحلول يعتبر حمضيا، بينما تزداد قلويته كلما اقتربت القيمة من ١٤.

ومن حكمة الله تعالى، أن بعض المواد الموجودة فى الدم تعمل على تنظيم قيمة pH، ولذلك أطلق عليها إسم المواد المنظمة Buffers. ومن تلك المواد حمض الكربونيك Carbonic acid الذى يتكون أساسا من الماء وثانى أكسيد الكربون، وهما من مخلفات إنتاج الطاقة فى الخلية الحية. ويظهر ذلك التأثير الهام لحمض الكربونيك فى المعادلة التالية :

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

وهذا التفاعل يعتبر أيضا تفاعلا إنعكاسيا، يسير فى أحد اتجاهيه بسرعة أكبر من الآخر بما يحقق الحفاظ على الدرجة المطلوبة من pH لاستمرار حيوية الخلايا ونشاطها.

وكما سبق وأوضحنا فإن الماء يوجد داخل الخلايا الحية كمكون رئيسى لمادة البروتوبلازم، كما يوجد بنسبة كبيرة فى السوائل بين الخلوية حيث يعمل كمذيب لبعض المواد الكيميائية بينما توجد فيه بعض المواد الأخرى التى لا تذوب على هيئة معلقات. وللماء دور كبير فى انتقال الجزيئات خلال الأغشية الخلوية. ويتم ذلك الانتقال عن طريق عدة أساليب مختلفة، يمكن شرحها ببساطة كما يلى :

١- الانتشار Diffusion

وينقسم ذلك الانتشار إلى إنتشار بسيط Simple Diffusion وإنتشار ميسر Facilitated Diffusion. ويحدث النوع الأول للجزيئات التى لا تذوب فى الماء مثل الدهون والتى تشبه فى تركيبها تركيب المواد المكونة لغشاء الخلية، بينما لايسمح للمواد الذائبة فى الماء بالمرور. أما الإنتشار الميسر فيتم به إنتقال الجزيئات الذائبة فى الماء عبر أغشية الخلايا من التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل بمساعدة بعض الجزيئات البروتينية التى تحملها وتمر بها والتى يطلق عليها الحاملات البروتينية Carrier Proteins.

٢- النقل النشط Active Transport

وفيه يتم انتقال الجزيئات عبر جدار الخلية عن طريق حمل تلك الجزيئات على البروتين الناقل باستخدام مورد للطاقة يطلق عليه رمز ATP. ويلاحظ هنا أن الجزيئات تمر عكس التركيز، بمعنى أن الجزيئات والأيونات تمر من التركيز الأقل إلى التركيز الأعلى.

٣- الدخول الخلوى Endocytosis

وفيه تدخل الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات عن طريق التهام الخلايا لها، وتحتاج هذه العملية إلى طاقة تستمدها من ATP.

٤- الطرد الخلوى Exocytosis

وفى هذه العملية تقوم الخلية بإفراز جزيئات كبيرة مثل الهرمونات البروتينية التى تفرز مباشرة فى مجرى الدم.

٥- الإسموزية Osmosis

وهى تعنى انتشار الماء خلال جدار الخلية التى تعتبر منفذة لجزيئات الماء. وفيها ينتقل الماء من التركيز الأعلى للماء إلى التركيز الأقل، أو بمعنى آخر من التركيز الأقل للمادة المذابة إلى التركيز الأعلى للمادة المذابة. والقوة التى تدفع الماء إلى ذلك الانتقال تسمى الضغط الأسموزى Osmotic Pressure، وكلما إزداد الفرق فى التركيز بين المحلولين كلما إزداد الضغط الأسموزى. ويعتبر الضغط الأسموزى من الأشياء الهامة لترشيح الدم خلال الكلية وعن طريقها يصبح الماء خارج الخلايا له نفس أسموزية سيتوبلازم الخلايا. ولو كانت الاسموزية للسوائل خارج الخلية مختلفة عن سيتوبلازم الخلايا لحدثت مشاكل خطيرة. فعلى سبيل المثال لو وضعت كرات الدم الحمراء فى محلول تركيزه مرتفع Hypertonic Solution سوف تفقد بعضا من مائها وتنكمش، وإذا وضعت فى محلول تركيزه منخفض Hypotonic Solution سوف يحدث العكس وتمتص الماء لتنتفخ ثم تنفجر وتتحلل بعد ذلك.

ويجب أن نعلم أنه للحفاظ على استمرار حياة الإنسان بصورة طبيعية، لابد أن يوجد نوع من التوازن بين كمية الماء الداخل للجسم والماء الخارج منه. فالماء يدخل جسم الإنسان عن طريق شرب الماء منفردا أو عن طريق المشروبات المختلفة والعصائر، بجانب ما يتناوله الإنسان من أغذية صلبة تتفاوت فيها نسبة الماء. والإنسان البالغ يتناول حوالى٥ر١ لتر من ماء الشرب يوميا، بالإضافة لحوالى ١ر١لتر ماء فى الغذاء و٤ر٠ لتر تقريبا من الماء الناشىء عن أكسدة المواد الغذائية العضوية Metabolically produced water. ومن المعروف أن الدهون من أهم مصادر الماء الداخلى فى الجسم، تليها المواد الكربوهيدراتية ثم البروتينات، فالجرام الواحد من الدهون ينتج عن

إحتراقه حوالى ١٫٠٧جم من الماء، وجرام الكربوهيدرات ينتج ٠٫٦جم من الماء، أما البروتين فينتج الجرام منه حوالى ٠٫٤٢جم من الماء. وتعتبر تلك التفاعلات من مصادر إنتاج الطاقة، كما يتبين من المعادلة :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 6CO_2 + 6\,H_2O + Energy$$

ويؤدى فقد الماء السريع من الجسم لحدوث حالة جفاف Dehydration، وينتج ذلك غالبا من حالات القيء المستمر والإسهال الشديد. أما الزيادة فى شرب الماء بصورة مبالغ فيها، فتسبب حالة من التسمم تتمثل أعراضها فى انخفاض درجة حرارة الجسم والقيء وكثرة التبول والإغماء.

ويحدث أيضا فقد الماء من الجسم عن طريق تبخر الماء من الجلد على صورة عرق، وكذلك عن طريق التنفس الرئوى والإخراج. ويفقد الماء من خلال الجلد بمعدل ٠٫٣ – ٠٫٧ لتر فى اليوم، ويزيد ذلك المعدل عند إرتفاع درجة الحرارة، كما يفقد الماء مع ثانى أكسيد الكربون فى هواء الزفير بمعدل ٠٫٣ لتر فى اليوم.

ولو تعرض الإنسان لفقد المياه من جسمه عن طريق العرق، ووصل هذا الفقد إلى نسبة ٥٪ من وزنه، فإن ذلك يؤثر على سلامة إدراكه وحكمه على الأمور بسبب قلة تركيزه الذهنى. أما إذا زاد الفقد عن ١٠٪ من الوزن فإنه يصبح أصما، ويقل شعوره بالألم ويصاب بحالة من الهذيان. وإذا زاد الفقد عن ١٢٪ تظهر عليه علامات الموت.

والعرق الذى يفقده الإنسان يتكون الجزء الأكبر منه من ماء الدم الذى يجرى فى عروقه، وعند الوصول إلى الحالة الحرجة تكون بلازما الدم قد فقدت نحو ثلث مائها، مما يجعل الدم لزجا إلى حد لا يقوى معه القلب على ضخه بالسرعة المطلوبة للتخلص من حرارة الجسم، فترتفع درجة الحرارة إرتفاعا مفاجئا، ويعقب ذلك الموت.

وإذا تم إنقاذ الإنسان وهو فى أى طور من أطوار فقدان الماء الخطرة، فإنه يجب عليه أن يشرب الماء ببطء شديد ليتقى التغير المفاجىء فى مقدار الماء بالدم والذى يعتبر شديد الخطورة على حياة الإنسان.

وقد اختص الله سبحانه وتعالى الحيوانات الصحراوية بتكيفات فسيولوجية مختلفة حتى تتغلب على ندرة المياه فى تلك البيئة القاسية، ومن ذلك أن بعض تلك الحيوانات تعتمد فى غذائها على النباتات والحيوانات التى تختزن الماء فى أنسجتها بكميات كبيرة. أما الحيوانات التى تعتمد فى غذائها على الطعام الجاف فإنها تقوم بتعويض ذلك عن طريق ما تفرزه أجسامها من الماء الأيضى Metabolic Water الذى ينتج من احتراق المواد الغذائية مثل الدهون والكربوهيدرات والبروتينات. وبعض تلك الحيوانات أيضا تنتج بولاً مركزاً يحتوى على نسبة عالية من الأملاح واليوريا مقارنة بالحيوانات غير الصحراوية، وذلك لتوفير الماء فى أجسامها.

وبعض الحيوانات الصحراوية يمتلك أغطية خارجية، مثل الحراشف فى الزواحف، لإعاقة مرور الرطوبة من الأنسجة الداخلية للخارج. ومعظم تلك الكائنات وخصوصا الثدييات يقتصر نشاطها على فترات الظلام حيث ينخفض معدل التبخر فى الجو المحيط، أما فى النهار فهى تأوى إلى الجحور والكهوف حيث تكون الرطوبة عالية نسبيا والحرارة أقل من الخارج.

والماء له دور هام فى عملية هضم الطعام التى تعتبر عملية تحليل كيميائى لجزيئات المواد الغذائية، ويعتبر هذا التحلل تحللا مائيا Hydrolysis لأنها تتضمن إستخدام جزىء من الماء لتكسير كل رابطة من الروابط الكيميائية الموجودة فى جزيئات المواد العضوية. وتتم تلك العملية بمساعدة الإنزيمات الهاضمة Digestive Enzymes أو الإنزيمات المحللة Hydrolytic Enzymes. وتعمل تلك الإنزيمات كعوامل مساعدة تسرع من التفاعلات الكيميائية دون الدخول فيها أو الخروج ضمن نواتجها. وتبدأ عملية الهضم فى الفم، ويقوم بذلك اللعاب وهو سائل عديم اللون لزج قلوى نوعا ما. ويعتبر الماء من أهم مكونات اللعاب، الذى يحتوى أيضا على نسبة ٥ر٠٪ من المواد الصلبة العضوية وغير العضوية. وفى الفم يتم هضم السكريات الثنائية والعديدة، وتتحول بفعل اللعاب إلى سكريات أحادية يسهل إمتصاصها.

وعند وصول الطعام إلى المعدة تبدأ العصارة المعدية Gastric Juice فى عملها، وهى عبارة عن محلول مائى يحتوى على حمض الهيدروكلوريك وإنزيمى الببسين Pep-sin والليبيز Lipase. ويتألف الجانب الأكبر من العصارات الهاضمة من الماء المذاب فيه كثير من المواد الهامة. ومن المفروض أن هذا الماء يمتص بأكمله تقريبا من الأمعاء الغليظة عائدا مرة أخرى إلى تيار الدم. وهكذا نستخدم الماء نفسه مرة بعد أخرى، وبذلك نحتفظ بالقدر اللازم للجسم كله.

أما العصارة التى يفرزها البنكرياس Pancreatic Juice، فهى إفراز قلوى مائى يحتوى على ٥ر٩٨٪ ماء. والعصارة الصفراوية المسئولة عن هضم الدهون تتجمع في الحوصلة المرارية، حيث تفقد بعض الماء فيزداد تركيزها. ويشتمل هذا الإفراز الكبدى على بعض الأملاح الذائبة التى تؤدى عمل المواد المنظفة التى تزيد من قدرة الماء على الامتزاج بغيره، وبدون تلك الأملاح لا تمتزج الدهنيات فى القناة الهضمية بالماء أو بما يحتوى عليه من خمائر هاضمة لها. أما هذه الأملاح فإن ميلها للمواد الدهنية يجعلها تغلف جسيماتها بغشاء رقيق جدا فى سمك الجزىء الواحد، ويسمح هذا الغشاء للإنقباضات العضلية لجدران القناة الهضمية بأن تحول الدهن إلى مستحلب، وبذلك تزداد مساحة السطح الذى تنتشر عليه أملاح العصارة المرارية. وفضلا عن هذا فإنه يجعل الماء والإنزيمات الهاضمة للمواد شديدة القرب من جزيئات الدهن، مما يمكنها من مباشرة دورها الهام فى هضم تلك الجزيئات وتحويلها إلى جزيئات بسيطة قابلة للذوبان والامتصاص. أما إمتصاص الطعام المهضوم فيعنى مرور جزيئات الغذاء العضوى بعد هضمه مع الماء والأملاح المعدنية خلال الغشاء المخاطى المبطن للأمعاء لتصل إلى الدم أو اللمف. وتلك العملية عملية فيزيائية يمكن تفسيرها على أسس من القوانين الفيزيائية الخاصة بالإنتشار والرشح والضغط الأسموزى.

وليكتمل الحديث عن علاقة الماء بالكائنات الحيوانية، يجب أن نذكر الآيات الكريمة التى تتحدث عن التناسل البشرى :

«وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ مِنَ الْمَاءِ بَشَرًا فَجَعَلَهُ نَسَبًا وَصِهْرًا وَكَانَ رَبُّكَ قَدِيرًا» (الفرقان آية ٥٤)

«الَّذِي أَحْسَنَ كُلَّ شَيْءٍ خَلَقَهُ وَبَدَأَ خَلْقَ الْإِنسَانِ مِن طِينٍ ۝٧ ثُمَّ جَعَلَ نَسْلَهُ مِن سُلَالَةٍ مِّن مَّاءٍ مَّهِينٍ» (السجدة آية ٧، ٨)

«أَلَمْ نَخْلُقكُّم مِّن مَّاءٍ مَّهِينٍ ۝٢٠ فَجَعَلْنَاهُ فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ» (المرسلات آية ٢٠، ٢١)

«فَلْيَنظُرِ الْإِنسَانُ مِمَّ خُلِقَ ۝٥ خُلِقَ مِن مَّاءٍ دَافِقٍ ۝٦ يَخْرُجُ مِن بَيْنِ الصُّلْبِ وَالتَّرَائِبِ» (الطارق آية ٥-٧)

ومن هذا الماء المهين الضعيف يتخلق الجنين تبعا لمشيئة الله تعالى فيسويه ويعدله ويجعله كامل الخلق ذكرا أو أنثى. وقد جعل الله لذلك الماء مقراً أو قراراً فى رحم المرأة الذى أعد لحفظ ما أودع فيه. ومراحل الخلق تبدأ بهذا الماء الذى يتحول بعد تلقيح البويضة إلى علقة ثم إلى مضغة تمر بمرحلتين : مرحلة المضغة غير المخلقة التى تتشابه خلاياها ولا يمكن تمييز الأعضاء فيها، ثم مرحلة المضغة المخلقة التى يتكامل فيها وتتميز أعضاؤها وتبدأ بالعمل لأداء وظائفها.

وهذه الحياة البشرية الناشئة من هذا الماء أعجب وأضخم من تلك الحياة الناشئة من ماء السماء. فمن خلية واحدة من ملايين الخلايا الذكرية تتحد ببويضة المرأة فى الرحم لينشأ ذلك الخلق المركب شديد التعقيد، الإنسان أعجب الكائنات الحية على وجه الإطلاق.

ومن الحيوانات المنوية المتشابهة والبويضات المتشابهة ينشأ الذكور والإناث بطريقة عجيبة لا يدرك البشر سرها، ولا تستطيع قدرة البشر ضبطها أو تعليلها. فما من خلية من تلك الخلايا يمكن أن نلحظ فيها مميزات معروفة هى التى تؤهلها لأن تنتج ذكرا أو أنثى، وما من بويضة كذلك لوحظ فيها مثل هذه المميزات، ومع ذلك تصير إلى أن تكون رجلا أو امرأة فى نهاية المطاف.

وفى الحديث الشريف ***(ما من كل الماء يكون الولد، وإذا أراد الله خلق شىء لم يمنعه شىء)*** أخرجه مسلم.

وفى المرحلة التى يكون فيها الإنسان جنيناً، يتحقق له الإتزان فى جسمه فيما بين النقص الشديد والزيادة الكبيرة عن طريق الحبل السرى، وكذلك عن طريق إبتلاعه لبعض الماء المالح المحيط به داخل الرحم أحيانا. وبعد ذلك تأخذ كليتا الجنين بعد ولادته فى القيام بدور المنظم لتلك العملية الهامة. فالكليتان تسمحان لبعض الماء بالخروج، أو يعاد امتصاص الماء فى الدم وفقا لمقدار هرمون معين يجرى فى الدورة الدموية. وهذا الهرمون تفرزه الغدة النخامية الموجودة أسفل المخ بمقادير تتناسب عكسيا مع نسبة الماء فى الدم.

والإنسان يقضى حوالى تسعة شهور من حياته كأى سمكة تعيش فى وسط مائى تماماً. ففى داخل الرحم يطفو الجنين فى بحر دافىء من سائل قريب الشبه جدا من بلازما الدم. وذلك السائل تقدر ملوحته بنحو ثلث ملوحة ماء المحيطات. وعند الولادة تنفجر قربة الماء التى تحتوى ذلك السائل، وتقوم عضلة الرحم بدفع الجنين نحو الخارج، ليبدأ رحلته فى الحياة والتى قدرها له الخالق عز وجل. ومنذ تلك اللحظة يبدأ الوليد فى التعرض للظروف الخارجية كتقلبات الحرارة والضوء والإحساس بالعطش والجوع. ويلى الماء الهواء فى أهميته للإبقاء على حياة الطفل والحفاظ على سلامته. والماء يلعب دورا هاما فى حياة الإنسان، ويبدأ هذا الدور منذ النفس الأول الذى يتنفسه المولود، فالدم عندما يأخذ طريقه فى الرئتين يخرج منه بعض الماء على هيئة غشاء رقيق رطب يبطن جميع الفجوات الهوائية ثم يخرج ثانى أكسيد الكربون الذى يكون ذائبا فى هذا الغشاء المائى ليخرج من الرئتين فى عملية الزفير. كما أن الأكسجين الموجود بالهواء الجوى يذوب أولا فى هذا الغشاء قبل أن ينتشر فى الإتجاه العكسى إلى الكرات الحمراء التى تقوم بنقله إلى جميع أنسجة الجسم، وبذلك لا يمكن حدوث عملية التبادل الغازى بين الرئتين والدم بدون هذا الغشاء المائى.

ويلاحظ أن الطفل حديث الولادة يفقد بعض وزنه سريعا فى أيامه القليلة الأولى، وذلك لأنه يفقد الماء بمعدل كبير عن طريق جلده الغض حتى يزداد غطاء الجسم صلابة

وسمكاً وجفافاً. وسرعان ما ينخفض معدل ذلك الفقد، ويصبح فى مقدور الطفل تعويض ذلك الفقد عن طريق ما يحتويه غذاؤه السائل من ماء. وبعد ذلك تكتسب عملية تبخير الماء خلال الجلد معنى مختلفاً حين تزيد مقدرة الطفل على التحكم فى تكوين العرق الذى يخرج إلى سطح الجلد الخارجى. ويتكون العرق كلما كانت الأعضاء الداخلية للجسم فى حاجة إلى خفض درجة حرارتها إلى المعدل الطبيعى. وتخرج الحرارة الزائدة مع بخار الماء بمعدل أكبر مما يحدث عن طريق البخر لأى سائل آخر.

ومن المنافع العديدة للماء بالنسبة للطفل فى تلك المرحلة دوره فى حمل الغذاء من صدر أمه، التى تنتج - تحت تأثير هرمونات خاصة بها - مستحلبا مائيا يحتوى على حوالى ٧٪ من سكر اللبن (اللاكتوز) بالإضافة للبروتينات والكالسيوم اللازم لبناء عظامه وأسنانه.

والطفل فى مرحلة الرضاعة يبكى عند إحساسه بالجوع، ولكن دموعه لا تنسكب على خديه فى خلال الأسابيع القليلة الأولى، مع أن بعض الدموع تتكون فى الجنين حتى قبل أن يكتمل تكوينه. وتقوم تلك الدموع بدور هام فى تنظيف العين وتزييتها، كما أنها تقضى على البكتريا التى قد تسبب إصابة العين. ويتجمع السائل الدمعى فى زاوية العين القريبة من الأنف، وفى كل مرة يغمض الجفنان يدفع فى المسالك الأنفية حيث يتصل بغشاء مخاطى رقيق يدفعه نحو الحلق ليتم إبتلاعه.

وسرعان ما تتولد الدموع بغزارة لتفيض من عينى الطفل كلما شعر بالضيق. وإذا كان البكاء يعتبر وسيلة جذب لشد انتباه المحيطين بالطفل حتى يعملوا على توفير أسباب الراحة له، فتلك الدموع تعتبر وسيلة أساسية لترطيب الحلق وتحقيق سلامته. وتستمر تلك الدموع مع الإنسان طوال حياته فتنسكب أحيانا كرد فعل لبعض المؤثرات الخارجية، وأحيانا أخرى يكون إنسكابها نتيجة أحاسيس داخلية.