البَابُ الثَّالِثُ

الماء والحياة

3-1: خصائص الماء المدعمة للحياة

الماء كما أوجده الله هو أساس وسر الحياة فقد نشأت الحياة وستبقي بأمر الله مرتبطة بالماء، فهو عصب الحياة وأهم مكوناتها، وهو النعمة المهداة من الخالق -عز وجل- إلى جميع مخلوقاته العاقل منها وغير العاقل، الفاجر منها والبار، البدائي منها والراقي، كي تستمر في الحياة إلى ما شاء الله لها وصدق الحق عز وجل- حين قال في محكم كتابه: ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾ (الأنبياء:30). وآيات أخرى عديدة ذكرنها من قبل وسوف نعود لتناول آيات أخرى فيما يأتي بعون الله. فالماء هو الوسط الذي تتم فيه جميع العمليات الكيميائية والحيوية داخل جسم الكائن الحي، ولولا وجود الماء في الخلية لفقدت هذه الخلية ما بها من مظاهر الحياة فنشاط الخلية الحية يعتمد أساسًا على ما يذوب بالماء من المركبات وما ينتشر فيه من مواد، وكلما زاد نشاط الخلية الحية زاد احتياجها للماء.

فبالماء يستمر الإنسان في الحياة، والماء ضروري لجميع أنشطة الإنسان من زراعة وصناعة وسفر بحري، وبفضل الماء يصبح الجماد من أرض ميتة وحجر صلد كأنه كائن حي، ولك أن تتمعن في آيات الله في القرآن الكريم الدالة على ذلك، ومنها على سبيل المثال: ﴿وَإِنَّ مِنَ ٱلْحِجَارَةِ لَمَا يَتَفَجَّرُ مِنْهُ ٱلْأَنْهَٰرُ ۚ وَإِنَّ مِنْهَا لَمَا يَشَّقَّقُ فَيَخْرُجُ مِنْهُ ٱلْمَآءُ ۚ وَإِنَّ مِنْهَا لَمَا يَهْبِطُ مِنْ خَشْيَةِ ٱللَّهِ﴾(البقرة:74)، ﴿وَمَآ أَنزَلَ ٱللَّهُ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مِن مَّآءٍ فَأَحْيَا بِهِ ٱلْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَآبَّةٍ﴾ (البقرة:164)، ﴿وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ﴾ (الأنعام:99).

والماء سبب الحياة فوق سطح الأرض في البر والبحر والنهر، وهو أيضًا سبب الحياة تحت سطح التربة من أحياء دقيقة وغير دقيقة وجذور نباتات وأشجار، بل والماء هو سبب الحياة في الغلاف الجوي وفي الفضاء الفسيح بين المجرات والأجرام، التي بها الكثير من مخلوقات الله والتي لا نعلمها، فعلم البشر عن مخلوقات الله في الأرض

والسماوات قليلٌ، وصدق الله حين قال: ﴿تُسَبِّحُ لَهُ السَّمَاوَاتُ السَّبْعُ وَالْأَرْضُ وَمَن فِيهِنَّ ۚ وَإِن مِّن شَيْءٍ إِلَّا يُسَبِّحُ بِحَمْدِهِ وَلَٰكِن لَّا تَفْقَهُونَ تَسْبِيحَهُمْ ۗ إِنَّهُ كَانَ حَلِيمًا غَفُورًا﴾ (الإسراء:44). وقال أيضًا: ﴿وَرَبُّكَ أَعْلَمُ بِمَن فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ﴾ (الإسراء:55). وقال أيضًا: ﴿وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ ۖ قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا﴾ (الإسراء:85).

من هذا التقديم ومما سبق ذكره في الباب الأول والثاني من هذا الكتاب نستنتج بما وهبنا الله تبارك وتعالى من نعمة العقل أن هذا الماء الذي أوجده الله ليكون أساس الحياة وسرها في الأرض والسماوات، لابد أن يكون له مميزات وصفات وخصائص هيأته لكي يكون أهلًا لاستقبال الحياة، ومطلبًا أساسيًا لكافة مخلوقاته، ولقد جعل الله الأرض مكانًا مناسبًا للحياة بفضل الماء أولًا، وأيضًا بفضل أمور أخرى للماء دور واضح فيها مثل درجة الحرارة المناسبة والأوكسجين اللازم للتنفس، وسوف أتحدث هنا عن أهم خصائص الماء المدعمة للحياة، مع يقيني بأنني وأنتم ما أوتينا من العلم إلا قليلًا.

ومن أهم هذه الخصائص ما يلي:

1 – الماء هو المادة الوحيدة في الكون التي أوجدها الله ولها القدرة على التواجد في ثلاثة صور مختلفة: هي الصورة السائلة المعلومة لنا وأيضًا في الصورة الغازية (بخار الماء)، والصورة الصلبة (الثلج والجليد)، كل ذلك تحت الظروف الطبيعية دون تدخل الإنسان بتغير الظروف المحيطة من درجة حرارة وضغط وغيرها.

ولكل صورة من هذه الصور أهمية للحياة، فالماء السائل هو الوسط والمادة اللازمة لحياة خلايا الكائنات الحية ومنه يشرب ويرتوي الإنسان والحيوان والنبات، وعليه تسافر السفن بما ينفع الناس، وهو ضروري لنشاطات البشر المختلفة من زراعة وصناعة وصيد بحري وسفر بحري، وهو أساس حياة النباتات والحيوانات (البرية منها والبحرية) التي يتغذي الإنسان عليها. والماء في الصورة الصلبة (الجليد) يحفظ الماء من

الفساد ويعتبر مخزونًا هامًا للماء كمصدر لحياة الأحياء، وعندما ينصهر يمدنا بالماء السائل، وبخار الماء هام لعملية تبادل الماء بين الأرض والغلاف الجوي، كما أوضحنا في الدورة المائية (الهيدرولوجية) وأيضًا إمكانية تحول الماء إلى الصور الثلاثة من صلب وسائل وغاز تحت الظروف الطبيعية تحفظ له البقاء بحيث تستمر الدورة المائية متوازنة بأمر الله.

2 – الماء موجود في باطن الأرض (ماء التربة والماء الجوفي) وهو موجود فوق سطح الأرض في البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات وغيرها، وموجود أيضًا في الغلاف الجوي، وينتقل الماء من مكان إلى مكان ومن صورة إلى أخرى دون أن يفقد تركيبة الكيماوي المميز، فالماء كما سبق مكون من اتحاد أيونين من الأيدروجين وأيون من الأكسجين (H_2O). فالماء إذًا تحت الأرض وفوق الأرض وبين الأرض والسماوات هو هو نفس المادة التي لا وجود للحياة بدونها، بل وينتقل في دورته المائية هذه دون نقصان وبلا أي تغير في خصائصه المدعمة للحياة.

3 – يعمل الماء كملطف لجو الكرة الأرضية أو كمخزن حراري للأرض، وذلك لقدرته العالية على حفظ الحرارة، فعملية تحول الماء من صورة إلى أخرى في منطقة الغلاف الجوي القريبة من سطح الأرض (طبقة التروبوسفير) تتم ذاتيًا والطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة يتم الاحتفاظ بها، فحسب قانون بقاء الطاقة «فإن الطاقة لا تُفني ولا تُستحدث بل تتحول من صورة إلى أخرى». وكما سبق ذكره في الدورة المائية فإنه عند تعرض الماء السطحي لأشعة الشمس تعمل طاقة الشمس المكتسبة بواسطة الماء على تحويله إلى بخار ماء وعندما يعود هذا البخار إلى الماء السائل مرة أخرى في عملية التكثف فإنه يفقد الحرارة الكامنة للبخر، وعند تحول الثلج إلى ماء سائل فإنه يأخذ طاقة شمسية أو حرارية وتُفقد هذه الطاقة في صورة الحرارة الكامنة للانصهار عندما يتحول الماء السائل إلى ثلج، ومن ذلك نرى أن الماء يعمل كمخزن للطاقة الحرارية للأرض. والماء السائل له حرارة نوعية عالية تصل إلى أكثر من ضعف الحرارة النوعية للأرض اليابسة،

ولذلك فإن تأثير أشعة الشمس يبدو واضحًا في اليابسة ويقل كثيرًا في المسطحات المائية للبحار والمحيطات والبحيرات والأنهار، وفي الليل تفقد اليابسة الحرارة أسرع من المياه، وهذا ما يسمى بالإشعاع الحراري الأرضي، وعلى ذلك فإن المياه على سطح الأرض تقلل من المدى الحراري للأرض أي تقلل من الفروق اليومية لدرجات الحرارة ما بين الليل والنهار وأيضًا الفروق بين فصل وآخر من فصول العام. ولذلك نجد أن نسيم البحر الذي يهب على البر نهارًا وصيفًا يعمل على تلطيف جو البر وخفض حرارته، ويحدث نسيم البر في الشتاء وأثناء الليل حيث يبرد سطح الأرض أسرع من سطح الماء فينتقل الهواء إلى سطح البحر ويتجمع ويصعد إلى أعلى ويكون منطقة محلية ذات ضغط مرتفع فوق سطح البحر فينتقل الهواء الدافئ مرة أخرى إلى البر وهكذا تتكرر هذه الدورة فتعمل على تلطيف درجة حرارة اليابس، أما في المناطق داخل القارات البعيدة عن تأثير الماء فإن فروق درجة الحرارة بين الليل والنهار والشتاء والصيف تكون كبيرة وهذا ما نسميه بالمناخ القاري والذي يميز المناطق الصحراوية عادة.

ولبخار الماء الموجود في الغلاف الجوي للأرض تأثير واضح على الاحتفاظ بالحرارة على سطح الأرض فهو يقلل من الطاقة الشمسية الواصلة لسطح الأرض نهارًا بامتصاص جزء كبير منها، ثم يقلل من فقد حرارة سطح الأرض ليلًا عن طريق الإشعاع الأرضي ويمتص جزءًا من هذا الإشعاع ليعود مرة أخرى لسطح الأرض.

ولولا وجود بخار الماء في الغلاف الجوي ولو لا وجود الماء على سطح الأرض لبردت الأرض كثيرًا ليلًا وشتاءً أو سخنت كثيرًا صيفًا ونهارًا إلى الحد الذي يؤدي إلى اختفاء الحياة على سطح الأرض.

4- الماء السائل من أهم وأكثر المذيبات السائلة المعروفة، ولوجود الرابطة الهيدروجينية بين جزئيات الماء دور في ذلك، ولهذه الصفة أهمية خاصة في تغذية الكائنات الحية، ومن دون الماء لا يمكن لخلايا الجسم الحي أن تحصل على الغذاء،

فعملية التغذية للإنسان والحيوان والنبات تعتمد كليًا على خاصية الإذابة، فالنباتات تتغذى جزئيًا من أملاح التربة أو عن طريق الأوراق والعناصر الغذائية تنتقل مُذابة في الماء من جذور وأوراق النباتات عبر العصارة النباتية المائية إلى جميع أجزاء النبات. وفي الإنسان والحيوانات فإنه بعد تناول الغذاء فإن هضمه وجميع تحولاته لا تتم بدون الماء وبمساعدة الماء والأنزيمات الهاضمة تذوب نواتج هضم الغذاء ثم بعد ذلك يتم امتصاصها بواسطة جميع خلايا الجسم بمساعدة الماء عن طريق الدم وبذلك تستمر الحياة، وبعد ذلك يتم التخلص من الفضلات السامة التي تنتج من العمليات الحيوية في جسم الكائن الحي وتُطرح خارج الجسم الحي ذائبة في الماء.

ومن لطف الخالق العظيم فإن الماء العذب الفرات وأيضًا الماء المالح من تأثير ذوبان الأملاح به كلاهما كما خلقه الله يحمل من الصفات ما يمكنه من إعالة الحياة، فالماء العذب والماء المالح هما بيئتا كثير من المخلوقات والكائنات الحية، وتأمل معي أخي القارئ الكريم قول الحق -عز وجل-: ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ ﴾ (الأنعام: 99)، وأيضًا: ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِى سَخَّرَ ٱلْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا۟ مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا ﴾ (النحل: 14)، ﴿ أَوَلَمْ يَرَوْا۟ أَنَّا نَسُوقُ ٱلْمَآءَ إِلَى ٱلْأَرْضِ ٱلْجُرُزِ فَنُخْرِجُ بِهِۦ زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَٰمُهُمْ وَأَنفُسُهُمْ ۖ أَفَلَا يُبْصِرُونَ ﴾ (السجدة: 27).

5- يتميز الماء عن غيره من السوائل المعروفة بأن له نطاقًا حراريًا واسعًا وهو في صورته السائلة، فالماء السائل يتجمد ويتحول إلى جليد على درجة حرارة تساوي الصفر المئوي ويغلي الماء ويتحول إلى بخار ماء على درجة 100 °م درجة مئوية، ومعنى ذلك أن الماء يظل على صورته السائلة في مدى حراري يعادل مائة درجة مئوية، وهو أكبر نطاق حراري معروف بين كافة الأوساط السائلة، فالماء بلا شك هو سائل الحياة، واتساع النطاق الحراري للماء السائل يمكن أنواع عديدة من الأحياء لتستفيد من الماء وفقًا لدرجة الحرارة الملائمة لكل نوع لأنه من المعلوم أن لكل كائن حي درجة حرارة مثلى

يكون عندها النمو والحياة أفضل ما يمكن، وحتى الأحياء التي يمكنها أن تستفيد من بخار الماء أو أن تعيش في ظروف متجمدة وفر الله لها ذلك.

6- من الخصائص الهامة للماء التي تدعم الحياة أنه يشذ عن باقي المواد في علاقة كثافته وحجمه بدرجة الحرارة، فمن الصفات العامة للمواد أنها تزداد كثافة ويقل حجمًا كلما انخفضت درجة الحرارة المعرضة لها، وأن انتقال المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة يصحبه زيادة فجائية في الكثافة مع نقص واضح في الحجم، ويحدث مثل ذلك ولكن بدرجة أقل عند الانتقال من الصورة السائلة إلى الصورة الصلبة، وهذا يعني أن تجمد السائل نتيجة انخفاض درجة حرارته يجعل الجزء المتجمد من السائل أكثر كثافة فيرسب في قاع السائل.

تلك القاعدة لا تنطبق تمامًا على الماء. ذلك أن انخفاض درجة حرارة الماء السائل يؤدي إلى زيادة كثافته وقلة حجمه، ولكن لا تستمر تلك القاعدة، حيث تنعكس عندما تصل درجة حرارة الماء إلى 4 °م، فإذا ما انخفضت درجة الحرارة عن ذلك تبدأ كثافة الماء في التناقص وحجمه في التزايد، ولهذا فإنه عند تجمد الماء على درجة الصفر المئوي تُصبح كثافته أقل من كثافة الماء السائل ولهذا يطفو الثلج على سطح الماء السائل ولا يرسب في القاع (كما في باقي السوائل)، والرابطة الهيدروجينية هي المسئولة عن خاصية تمدد الماء عند التجمد. وأقصى كثافة للماء السائل النقي تعادل 1 جم/ سم3 عند درجة حرارة تعادل 4 °م، وفوق أو تحت هذه الدرجة من الحرارة تكون الكثافة أقل في حدود بسيطة. ولشذوذ الماء عن القاعدة العامة للعلاقة بين درجات الحرارة والكثافة أهمية كبيرة في استمرار حياة جميع الأحياء المائية. لأن ما يتجمد من الماء يبقى طافيًا على السطح وهذا يسمح لأحياء الماء بالبقاء حية والانتقال من مكان إلى آخر، وخاصة أن الثلج عازل جيد للحرارة مما يعمل على عزل الماء السائل أسفل طبقة الجليد السطحية عن الجو البارد أعلاها، وعندما تتحسن درجة الحرارة مع قدوم الربيع يذوب أو ينصهر الجليد ويتم إسالته ليتحول مرة أخرى إلى ماء سائل.

أما إذا كانت القاعدة العامة لعلاقة درجة الحرارة بالكثافة، والتي تنطلق على جميع السوائل الأخرى انطبقت على الماء السائل فمعنى ذلك أن الجليد سوف يكون أكثر كثافة من الماء السائل فيهبط إلى القاع معرضًا سطح الماء السائل للجو البارد فيتجمد ويهبط، وهكذا حتى يتم تجمد الماء كله وتموت معظم أو كل الأحياء المائية. أما بخار الماء (الصورة الغازية من الماء) فإنه مثل كل الغازات، قابل للانتشار في كل الفراغات المتاحة، وحجم بخار الماء في الغلاف الجوي يزداد بزيادة درجة الحرارة وتقل الكثافة، وهو يخضع للقانون العام للغازات، وكما سبق توضحه عند الحديث عن الماء في الغلاف الجوي فإن الهواء المشبع ببخار الماء أخف (أقل كثافة) من الهواء الجاف، وكذلك ضغط بخار الماء يتناسب مع درجة الحرارة بشرط أن يظل الحجم ثابتًا، ولكل هذه الخصائص لبخار الماء فإن هذا البخار يتحرك في الغلاف الجوي للأرض ويلعب دورًا كبيرًا في حركة الرياح وتكوين السحب وسقوط المطر، وأيضًا يعمل على تنظيم درجة حرارة الهواء بالقرب من سطح الأرض.

7- من الخواص الهامة للماء خاصية قوة التماسك الكبيرة بين جزئيات الماء وبعضها وقوة الالتصاق بينه وبين الأوساط والأجسام المحيطة (ظاهرة التوتر السطحي للماء). وبسبب هذه الخاصية نجد الماء الموجود بأوعية الخشب للنبات والحاملة للغذاء الممتص بواسطة الجذور تعمل كخيوط ممتدة من الجذور إلى السيقان إلى الأوراق، وعند فقد الماء بواسطة النتح من ثغور الأوراق فإنه سوف يستمر شد خيط الماء إلى أعلى وبذلك تستمر النباتات في الحصول على احتياجاتها من الماء والعناصر المغذية، وقد يصل الماء في ارتفاعه من الجذور إلى الأوراق إلى عشرات الأمتار في بعض أنواع الأشجار.

كما أن التوتر السطحي للماء يجعله يرتفع في مسام التربة بالخاصية الشعرية، وهذا يوفر مصدرًا مناسبًا لإمداد جذور النبات بالماء وهذا ما يسميه علماء الأراضي «بالماء الشعري»، ومن ذلك نجد أن جزءًا من الماء الجوفي الموجود في المنطقة المشبعة يرتفع إلى أعلى داخل

المنطقة غير المشبعة بحيث تستفيد جذور النباتات بقدر من هذا الماء، يتوقف ذلك على عمق الماء الجوفي وخواص التكوينات الحاملة له وطبيعة التربة فوق هذه التكوينات.

8- من الخصائص الهامة للماء قوة دفعه للأجسام التي على سطحه وعلى ذلك تحدث ظاهرة الطفو، حيث تصبح الكثافة الظاهرية للأجسام في الماء أقل من كثافتها في الهواء فحسب قاعدة أرشميدس فإنه إذا وضع جسم في الماء فإن هذا الجسم سوف يلقى دفعًا من أسفل على أعلى، وبذلك يمكن أن تجري السفن الكبيرة في الماء بسهولة بأقل قوة. وقد تجلي ذلك في آيات القرآن الكريم، كما سبق توضيحه، وهنا سوف نشير فقط لبعض الآيات على سبيل التذكرة، ومنها:

﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ سَخَّرَ لَكُم مَّا فِى ٱلْأَرْضِ وَٱلْفُلْكَ تَجْرِى فِى ٱلْبَحْرِ بِأَمْرِهِۦ ﴾ (الحج: 65). ﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱلْفُلْكَ تَجْرِى فِى ٱلْبَحْرِ بِنِعْمَتِ ٱللَّهِ ﴾ (لقمان: 31).

فهذه السفن الضخمة تطفو على سطح الماء رغم وزنها الكبير وذلك بسبب قوة دفع الماء لها وأيضًا لأن حجمها الضخم وكثرة الفراغات الواسعة بها ووجود أجزاء كبيرة منها مصنوعة من الخشب يجعل كثافتها الظاهرية أقل من كثافة الماء فتطفو على سطحه وتجري بأمر الله.

وقوة الدفع هذه تساعد في عمليات العلاج الطبيعي للأفراد الذين بهم كسور في الأطراف (في الساق أو الزراع) حيث يمكنهم محاولة التحرك والسباحة في حمامات السباحة، بسبب انخفاض وزنهم في الماء مما يسهل لحد ما تحريك الجسم ويُسرع في علاجهم.

9- الماء سائل طهور مُطهر، فهو أساس طهارة الجسم وبه يتوضأ المسلم ويغتسل، وبواسطته يمكن غسيل الملابس وكل المواد من البقايا العضوية والأقذار، فهو سائل قطبي ومذيب قوي لكثير من المواد، وفيه يذوب الصابون والمنظفات الأخرى، وبعض جزئيات الماء لها القدرة على التأين إلى H^+، $(OH)^-$ وهو قابل للسريان بسهولة بسبب انخفاض معامل لزوجته.

كل هذه صفات تجعله ينقي نفسه، ويطهر الأشياء الأخرى وتأمل معي في بعض الآيات التي توضح أن الماء سائل مطهر، كما في قول الحق -عز وجل-: ﴿وَيُنَزِّلُ عَلَيْكُم مِّنَ السَّمَاءِ مَاءً لِّيُطَهِّرَكُم بِهِ وَيُذْهِبَ عَنكُمْ رِجْزَ الشَّيْطَانِ وَلِيَرْبِطَ عَلَىٰ قُلُوبِكُمْ وَيُثَبِّتَ بِهِ الْأَقْدَامَ﴾ (الأنفال: 11)، ﴿وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيَاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا﴾ (الفرقان: 48).

ومن العوامل التي تساعد الماء على عدم الفساد والعفن قدرته على إذابة الأملاح، وهذا الملح يحفظ الماء من العفن. والماء الملح يمثل أكثر من 97٪ من مياه الكرة الأرضية، ويقول الرسول الكريم عن البحر ما معناه: «**هو الطهور ماؤه، الحل ميتته**».

ويطلق على الماء اسم المذيب العام، لأنه من أحسن المذيبات، واغلب المواد تذوب فيه وبدرجات مختلفة، فالروابط الهيدروجينية بين جزئيات الماء والشكل المائل لجزئي الماء أدى إلى جعل الماء مادة ضعيفة للتوصيل الكهربائي، ثنائي الاستقطاب، وبالتالي أصبح الماء سريع الإذابة للمواد المختلفة، خاصة المواد المؤينة مثل الأملاح والقواعد والأحماض.

10- جزيء الماء يتكون من اتحاد ذرتين من الأيدروجين وذرة من الأكسجين وتركيبة الكيماوي هو H_2O، ولكن بناء جزيء الماء فليس بهذه البساطة فإن اتحاد الأيدروجين والأكسجين لتكوين جزيء الماء يكون في أغلبه اتحاد تعاوني، ومع ذلك فإن عددًا من الجزئيات يكون الارتباط فيها بين الأيدروجين والأوكسجين ارتباط أيوني، وجزئيات الماء التي فيها الارتباط تعاوني لا تتحطم بسهولة بينما الجزئيات التي يكون فيها الارتباط أيونيًا فإنها تتأين لتعطي أيون أيدروجين موجب $(H)^+$ وأيون أيدروكسيل سالب $(OH)^-$.

وتراكم جزئيات الماء مع بعضها لتكوين قطرات الماء يتم في صورة بنائية خاصة. وهذه كلها خصائص تجعل من الماء سر الحياة، ومصدر الأيدروجين في الكون بعد ذلك هو من الماء، والأيدروجين هو أخف الأيونات المعروفة ومن اتحاده تتكون كل العناصر

والمواد المعروفة وقد يكون ذلك أحد الأسرار لقول الحق تبارك وتعالى: ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾ (الأنبياء: 30)، ﴿وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِنْ مَاءٍ﴾ (النور: 45).

فالأيدروجين يتحد مع الأكسجين طبيعيًا بقدرة الله على درجات حرارة عالية، حيث تزداد سرعة الاتحاد بزيادة درجة الحرارة عن 300°م. وينحل جزيء الماء حراريًا على درجات حرارة عالية جدًا أو ينحل كهربائيًا ليعطي حجمين من الأيدروجين وحجم من الأكسجين، وهذا كله يتم في الكون الفسيح في طبقات الغلاف الجوي العليا.

ولم يتمكن الإنسان من تخليق الماء أو مادة مماثلة له في خصائصه على الرغم من التقدم العلمي الحالي فسبحان الخلاق العظيم: ﴿إِنَّمَا أَمْرُهُ إِذَا أَرَادَ شَيْئًا أَنْ يَقُولَ لَهُ كُنْ فَيَكُونُ﴾ (يس: 82). وبهذا يوفر العزيز العليم لمخلوقاته بصفة دائمة الأيدروجين والأكسجين (عنصري الماء) اللازمين لبقاء الحياة إلى ما شاء الله لها، ولا يخفى على أحد أهمية الأوكسجين للحياة في عملية التنفس وهي عملية ضرورية لاستمرار حياة جميع الكائنات الحية.

3-2: التربة والماء

قبل الحديث عن الماء في التربة أود أن أوضح الفرق بين كلمة «الأرض» « the earth» وكلمة «التربة» «the soil». بدايةً خلق الله الكون بما فيه من مجرات ونجوم وكواكب وشموس وأقمار، وتمثل الشمس ومجموعة الكواكب التي تدور حولها مجموعتنا الشمسية المعروفة، وكوكب الأرض The earth (وهو ما تُطلق عليه كلمة الكرة الأرضية) هو أحد كواكب المجموعة الشمسية. فكلمة The earthتعني الكرة الأرضية أي كوكب الأرض الذي نسكنه سواء فيه اليابس أو الماء وما يحيطه من هواء. وكما سبق توضيحه فإن الكرة الأرضية تُقسم إلى أربعة أغلفة كروية هي: الغلاف الجوي -الغلاف المائي - الغلاف اليابس - جوف أو لب الأرض، وتدور الأرض حول نفسها كل يوم بسرعة تعادل حوالي 465 متر/ ثانية، وتدور حول الشمس كل 365.25يوم (أي كل عام) بسرعة حوالي 30كيلو متر/ ثانية، وتدور المجموعة الشمسية كلها حول مجرتها (والتي تُسمى سكة التبانة أو درب اللبانة) والتي بها 100 ألف مليون نجم مثل الشمس، وهناك 10الاف مليون مجرة موجودة في الكون فسبحان الخلاق العليم.

والطبقة الخارجية للأرض تُسمى بالقشرة الأرضية، وهي الطبقة الصلبة التي تكون القارات وقيعان البحار والمحيطات، وهي تتكون من خليط من مواد معدنية وصخرية، وتُقسم الصخور إلى صخور نارية تكونت من تبرد وتصلب الحمم المنصهرة (المجما) وصخور رسوبية تكونت من تفتت وتجوية الصخور النارية، وهناك الصخور المتحوله وهي التي تكونت من صخور أخرى نارية أو رسوبية تعرضت لظروف جديدة من الضغط ودرجة الحرارة وحدث لها تحول إلى صخور متحولة.

ولقد جعل الله بقدرته كوكب الأرض مكانًا مناسبًا لحياة مخلوقاته فعند دوران الأرض حول الشمس فهي تميل بزاوية لتعطي فصول السنة المعروفة لنا، وهذه آية من آيات الله، وبُعد الأرض عن الشمس بالمسافة الحالية وهي حوالي 150 مليون كيلو متر،

يجعل درجة الحرارة على سطحها مناسبة لا تصل إلى التجمد لو زادت المسافة عن ذلك أو تصل إلى الاحتراق لو قلت المسافة عن ذلك، هذا بالإضافة لتوافر الماء والأوكسجين وعدم زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون، وعوامل أخرى يعلمها الله، وصدق الحق حيث يقول: ﴿ هُوَ أَنشَأَكُم مِّنَ ٱلْأَرْضِ وَٱسْتَعْمَرَكُمْ فِيهَا ﴾ (هود: 16)، وقوله أيضًا: ﴿ هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَ لَكُم مَّا فِى ٱلْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ ٱسْتَوَىٰٓ إِلَى ٱلسَّمَآءِ فَسَوَّىٰهُنَّ سَبْعَ سَمَٰوَٰتٍ ۚ وَهُوَ بِكُلِّ شَىْءٍ عَلِيمٌ ﴾ (البقرة: 29).

فقد خلق الله السماوات، سبع سماوات، ويذكر علماء الكرة الأرضية أن الأرض مكونة من سبع طبقات (وكأنها سبع أرضين وهي كما يلي):

- القشرة: وسمكها تحت البحار والمحيطات حوالي 5-8كم تتكون من مواد ثقيلة، سمكها فوق القارات حوالي 35-40كم في المتوسط، وقد تصل تحت الجبال إلى 70كم وتتكون من مواد أخف مما تحت البحار.

- وتحت القشرة توجد طبقة الحمم المنصهرة، وسبب ارتفاع درجة الحرارة فيها هو تواجد المواد المشعة.

- وبعدها يوجد وشاح الأرض والجزء العلوي منه يتكون من صخور صلبة والباقي سائل، ونجد أن سمك الطبقات الثلاث السابقة (الوشاح والمواد المنصهرة والقشرة) يتراوح بين 70 إلى 150 كيلومتر.

- وبعد ذلك طبقة شبة منصهرة سمكها 200 - 250 كم، وهي أصل البراكين التي تثور بين الحين والآخر.

- ويلي ذلك جزءان (طبقتان) هما الوشاح الأوسط والوشاح الداخلي، وفيهما تصل درجة الحرارة إلى 200 - 400 ألف درجة مئوية، وموادها شديدة التماسك كيماويًا بسبب ارتفاع الضغط.

– ثم بعد ذلك لب الأرض، ويغلب على تركيبه الحديد، وجزؤه الخارجي سائل بينما جزؤه الأوسط صلب، ودرجة حرارة لب الأرض تساوي درجة حرارة سطح الشمس وهي 6 آلاف درجة مئوية.

ومتوسط كثافة الأرض 5.58 جم/ سم³، بينما متوسط كثافة الصخور على سطحها العلوي حوالي 2.7 جم/ سم³، بينما كثافة لب الأرض فتصل إلى 12 جم/ سم³، ولب الأرض يتكون أساسًا من الحديد، ويكون الحديد ثلث كتلة الأرض، وسبب جاذبية الأرض هو تمركز كتلتها في لب أو جوف الأرض، وهذا يتسبب عنه جذبها للغلاف الجوي والغلاف المائي وهما سبب استمرار الحياة بأمر الله، وبسبب ثقل لب الأرض لا تستطيع جاذبية القمر جذبه، وبذلك تظل الأرض مستقرة، وتؤثر جاذبية القمر فقط على سطح المياه في البحار والمحيطات فتحدث ظاهرتي المد والجزر للمياه عند الشواطئ.

وعندما تحدث عمليات التجوية الطبيعية والكيميائية للصخر الأمي (parent rock) المكون للقشرة الأرضية السطحية فإن مادة غير متصلبة تنشأ والتي يطلق عليها مادة ا لأصل (parent material)، وهذه المادة تتعرض لعوامل وعمليات عديدة تسمى عوامل وعمليات تكوين الأراضي، ويتكون عن ذلك في النهاية مادة متجانسة سائبة أو مفتتة (loose) يطلق عليها باللغة الإنجليزية (the soil) وهي ذات أصل روماني مشتق من الكلمة اللاتينية (solum) والتي تعني مواد أرضية سائبة تنمو فيها النباتات، وتُترجم كلمة (soil) إلى اللغة العربية بمعنى أرض أو تربة.

وعلم الأرض أو علم التربة (soil science) أحد العلوم الحديثة وظهر كفرع من علوم الزراعة منذ أكثر من مائة عام بقليل.

وفي البداية أُستعمل اصطلاح (the soil) مرادفًا للاصطلاحات (the earth)، (the ground) ثم تطور المفهوم عندما أخذ علماء الجيولوجيا يهتمون بدراسة الأرض (soil) فأصبح مفهوم الكلمة (soil) (أرض زراعية أو تربة) يعني مادة جيولوجية

نشأت من نواتج تفكك وتحلل الصخور والمعادن المكونة للقشرة الصلبة للكرة الأرضية (the earth)، وهي مهد مناسب للنباتات.

فكلمة أرض أو تربة (soil) تعني الطبقة العليا المجواة من القشرة الصلبة للكرة الأرضية، وهي طبقة مفتتة يمكن للنباتات أن تنمو فيها وتحصل على العناصر الغذائية اللازمة لها، وأهم ما يميزها عن الصخر هو احتواؤها على الماء والهواء والأحياء، وهي مكونة من حبيبات صلبة (معدنية أو عضوية) بينها فراغات ومسام تحتوي على الماء والهواء وتحتوي الأرض على المكون الحيوي، فالأرض أو التربة (soil) تتكون من أربع أطوار وهي:

الطور الصلب- الطور السائل- الطور الغازي - الطور الحيوي (أو المكون البيولوجي)، والأخير يشمل كل أقسام الكائنات الحية الدقيقة وكذلك الحشرات والديدان الأرضية والحيوانات الصغيرة بالإضافة إلى جذور النباتات الراقية.

ولفظة الأرض ترد في القرآن الكريم بثلاثة معان هي:

1- كوكب الأرض بأجمعه: وذلك عند المقابلة مع السماء أو السموات، فيكون القصد بذلك الكرة الأرضية (The earth)، كما في قول الحق سبحانه: ﴿ خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ بِٱلْحَقِّ ۚ تَعَٰلَىٰ عَمَّا يُشْرِكُونَ ﴾ (النحل: 3)، وقوله أيضًا: ﴿ وَلَهُۥ مَا فِى ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ وَلَهُ ٱلدِّينُ وَاصِبًا ۚ أَفَغَيْرَ ٱللَّهِ تَتَّقُونَ ﴾ (النحل: 52)، وقوله أيضًا: ﴿ ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ فِرَٰشًا وَٱلسَّمَآءَ بِنَآءً وَأَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجَ بِهِۦ مِنَ ٱلثَّمَرَٰتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۖ فَلَا تَجْعَلُوا۟ لِلَّهِ أَندَادًا وَأَنتُمْ تَعْلَمُونَ ﴾ (البقرة: 22).

2- القشرة السطحية من الكرة الأرضية التي نحيا عليها، وذلك عند الحديث عن الأرض منفصلة عن السماء أو السماوات، مثل قولة سبحانه وتعالى: ﴿ وَمَا ذَرَأَ لَكُمْ فِى ٱلْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَٰنُهُۥ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ ﴾ (النحل: 13).

وأيضًا: ﴿ وَلَا تَمْشِ فِى ٱلْأَرْضِ مَرَحًا ۖ إِنَّكَ لَن تَخْرِقَ ٱلْأَرْضَ وَلَن تَبْلُغَ ٱلْجِبَالَ طُولًا ﴾ (الإسراء: 37).

3 – قطاع التربة، مثل قولة سبحانه: ﴿ وَمِنْ ءَايَٰتِهِۦٓ أَنَّكَ تَرَى ٱلْأَرْضَ خَٰشِعَةً فَإِذَآ أَنزَلْنَا عَلَيْهَا ٱلْمَآءَ ٱهْتَزَّتْ وَرَبَتْ ۚ إِنَّ ٱلَّذِىٓ أَحْيَاهَا لَمُحْىِ ٱلْمَوْتَىٰٓ ۚ إِنَّهُۥ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ قَدِيرٌ ﴾ (فصلت : 39).

والذي يهتز ويربو هنا من الأرض هو قطاع التربة الذي يعلو صخور القشرة الأرضية، وليست الصخور وليس الكواكب بأجمعه.

وأيضًا في قول الحق تبارك وعلا:

﴿ هُوَ أَعْلَمُ بِكُمْ إِذْ أَنشَأَكُم مِّنَ ٱلْأَرْضِ وَإِذْ أَنتُمْ أَجِنَّةٌ فِى بُطُونِ أُمَّهَٰتِكُمْ ۖ فَلَا تُزَكُّوٓا۟ أَنفُسَكُمْ ۖ هُوَ أَعْلَمُ بِمَنِ ٱتَّقَىٰ ﴾ (النجم : 32)، ولفظة الأرض هنا تشير إلى قطاع التربة الذي هو مُستمد من الأرض، ولذلك لقول الحق في آيات أخرى أن الإنسان خُلق من تراب أو من طين (وهو التراب المخلوط بالماء)، كما في قوله سبحانه: ﴿ إِنَّ مَثَلَ عِيسَىٰ عِندَ ٱللَّهِ كَمَثَلِ ءَادَمَ ۖ خَلَقَهُۥ مِن تُرَابٍ ثُمَّ قَالَ لَهُۥ كُن فَيَكُونُ ﴾ (آل عمران : 59)، وقوله جل وعلا: ﴿ هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَكُم مِّن طِينٍ ثُمَّ قَضَىٰٓ أَجَلًا ۖ وَأَجَلٌ مُّسَمًّى عِندَهُۥ ۖ ثُمَّ أَنتُمْ تَمْتَرُونَ ﴾ (الأنعام : 2).

فكلمة التربة مأخوذة إذًا من كلمة التراب وهو الجزء المفتت الناعم من سطح الأرض، الذي خُلق الإنسان منه ويدفن فيه بعد موته، وتنمو النباتات في قطاع التربة حيث تحصل على الماء والغذاء بالإضافة لعملية التثبيت الميكانيكي للجذور، ولا يختلف معنى (التربة) في اللغة عن معنى (التراب)، أما الأرض فتُطلق على كل ما سفل، ولم ترد كلمة التربة في القرآن الكريم.

وفي العلوم الزراعية جرت العادة على استعمال كلمة أرض أو كلمة تربة لتدل على نفس المعنى (soil) والمقصود به قطاع التربة حيث تمتد جذور النباتات وتحصل على حاجتها من الماء والعناصر الغذائية، أما في علم الجيولوجيا فإنه من المألوف استعمال كلمة أرض لتدل على الكرة الأرضية أو على القشرة العليا من اليابس.

3-2-1: دور الماء في عمليات التجوية وتكوين الأراضي

الماء أهم العوامل التي ساعدت على تجوية صخور القشرة الأرضية وتفتيتها وتحولها إلى مادة أصل لتكوين التربة ثم تحولت مادة الأصل عن طريق عوامل وعمليات تكوين الأراضي إلى أرض ناضجة متطورة، هي المهد المناسب لتثبيت جذور النباتات ولحصولها على الماء والعناصر الغذائية.

وقد سبق أن أوضحنا أن الكرة الأرضية تتكون من لب أو جوف الأرض والغلاف اليابس والغلاف المائي والغلاف الجوي، ويدخل في نطاق الأغلفة الثلاثة غلاف رابع يطلق عليه الغلاف الحيوي (biosphere)، ويتضمن كل أنواع الحياة من النباتات والحيوانات والأحياء الدقيقة التي تعيش في الجو والماء بأنواعها وعلى سطح اليابسة، والحد العلوي للغلاف الحيوي (شاملًا الطبقة العليا السطحية من الغلاف اليابس والغلاف المائي بأكمله والطبقات السفلي من الغلاف الجوي) يتحدد ببضع عشرات من الكيلومترات أعلى الغلاف اليابس بينما الحد السفلي يمتد أسفل سطح القشرة الأرضية إلى بضع مئات من الأمتار بحد أقصى قدره 1-2 كيلومتر. ومن التفاعل بين الأغلفة الأربعة: صخور الغلاف اليابس، ومياه الغلاف المائي، وكائنات الغلاف الحيوي، وهواء وحرارة الغلاف الجوي تحول الصخر إلى أرض أو تربة (soil). فالتربة تتكون من الصخر الأم بواسطة عوامل طبيعية مختلفة تسمى عوامل تكوين الأراضي (soil forming factors) وتشمل المناخ والأحياء والطبوغرافيا ومادة الأصل والزمن، من خلال عمليات فيزيائية وكيميائية وحيوية تسمى عمليات تكوين الأراضي (soil forming processes).

التجوية: ويُستعمل لفظ أو اصطلاح التجوية (weathering) للدلالة على العمليات التي تؤدي إلى هدم الصخور المتماسكة طبيعيًا وانحلال معادنها كيماويًا وتجمع

نواتج عمليات التجوية على سطح الغلاف اليابس مكون طبقة مميزة تعرف باسم قشرة التجوية (crust of weathering)، وسمك هذه القشرة قد يبلغ عدة مئات من الأمتار وفي بعض المواقع لا يعدو سمكها عدة سنتيمترات.

والتجوية لها تأثير واضح على الصخور الأولية أي النارية والصخور الرسوبية والصخور المتحولة وينتج عنها نواتج عديدة من بينها الأرض (soil)، ولا يتوقف تأثير التجوية عند ولادة أي أرض بل تستمر في تأثيرها دائبة كعملية من عمليات تكوين الأراضي.

وتشمل عمليات التجوية كلًا من: التأدرت -التحلل المائي-الأكسدة -الكربنة - الاختزال - الإذابة - وتكوين الطين. وللماء الدور الرئيسي في هذه العمليات.

ويوجد نوعان من التجوية، كلاهما يحدث في نفس الوقت ويؤثر ويتأثر بالآخر، وهما:

1 - التجوية الفيزيائية: (physical weathering).

2 - التجوية الكيماوية: (chemical weathering).

ويقصد بالتجوية الفيزيائية أو الطبيعية: العمليات التي تؤدي إلى تفتت الصخور إلى قطع صغيرة مختلفة في الحجم، وذلك نتيجة عمليات مختلفة، منها التذبذب اليومي والموسمي في درجات حرارة الصخر، التي تؤدي لنشوء شقوق تسهل فعل عوامل التفتيت التي من أهمها الماء، لأنه عند تجمع المياه من الأمطار أو الندى وخلافه فإنها تتجمد عند انخفاض درجة الحرارة تحت الصفر المئوي مما يؤدي لتمددها (حيث يزيد حجم الماء عند التجمد بنسبة 9٪ من حجمه الأصلي) وهذا يسبب ضغطًا كبيرًا يقدر بحوالي 150 طن / قدم مربعة مما يؤدي لتهشم الصخر، وهذا التفتت يمهد لجذور النباتات التي تنمو على سطح الصخور أن تتخلل جذورها فيها مما يساهم في تفتتها.

كما أن الطحالب التي تستعمر سطوح الصخور تنتفخ عندما تُبلل بالماء وتنكمش عند الجفاف مما يساعد أيضًا في تفتيت الصخور، ثم تصبح الحبيبات الصغيرة الناتجة من

تفتت الصخور عرضة للإزالة والغسيل بواسطة المياه الجارية أو تُحمل بعيدًا عن مواضعها بواسطة عوامل النقل وأهمها الرياح والماء الجاري.

ويقصد بالتجوية الكيماوية: عملية الانحلال الكيماوي للصخور (decomposition) التي تؤدي إلى تغير تركيبها وتحول معادنها ومركباتها إلى معادن ومركبات أخرى.

وللماء دور رئيسي في عمليات التجوية السابقة ذكرها وبالتالي في تكوين التربة، نوضحه فيما يلي:

- **التأدرت (Hydration)**: ويُقصد بهذه العملية ارتباط جزئيات الماء القطبية بمكونات معادن القشرة الأرضية، وهي عملية مهمة ويظهر أثرها بوضوح في المناطق الحارة الرطبة.

فكما سبق بيانه فإن جزئيات الماء قطبية (dipolar) أي لا تنطبق مراكز الشحنات الموجبة (لأيوني الأيدروجين) على مراكز الشحنات السالبة (لأيون الأكسجين) في الجزيء.ولذا يصبح جزئ الماء له طرف موجب الشحنة بينما الطرف الثاني سالب الشحنة، ولذلك فعندما يتواجد هذا الجزيء القطبي في حقل كهربائي لأيون حر فإن الجزيء يرتب نفسه بحيث يتجه الطرف الموجب له بعيدًا عن الحقل الموجب ويتجه الطرف السالب له ناحية الحقل الموجب. فعندما يلامس الماء سطوح بللورات المعادن (التي تحتوي عادة على أيونات غير مشبعة كهربائيًا) فإن جزئيات الماء تحيط بهذه الأيونات، وتصبح هذه الأيونات متأدرتة، وهذا يؤدي إلى أضعاف الروابط الحافظة لكيان البناء الهندسي للمعادن أو يهدم أحيانًا هذا البناء، وكثيرًا من معادن السلكيات والأوكسيدات والكربونات والكبريتات تتأثر بعملية التأدرت منتجة مكونات متأدرتة، وتحدث عملية التأدرت غالبًا في مصاحبة عملية التحلل المائي والأكسدة والكربنة.

- **عملية التحلل المائي hydrolysis**: ويُقصد بها التفاعل الذي يحدث بين أيونات الأيدروجين (يد+) وأيونات الأيدروكسيل (أ يد)$^-$ للماء وبين الجسيمات البنائية لمعادن

وصخور القشرة الأرضية، فالماء عامل كيماوي قوي ويعتبر العدو الأول للفلسبارات والمعادن السليكاتية الأخرى المكونة للصخور، فالماء يتسبب في تجوية الصخور وتحللها مائيًا ولنا أن نعلم أن معظم المعادن الأولية المكونة للصخور معادن سليكاتية.

- **الكربنة carbonation**: ويُقصد بها عملية اتحاد أيونات الكربونات (ك أ$_3$)= أو أيونات البيكربونات (يد ك أ$_3$)$^-$ بمعادن القشرة الأرضية، وهذه الأيونات تتكون من اتحاد الماء وثاني أكسيد الكربون (الذي يزيد تركيزه في ماء المطر وينتج أيضًا بكثرة كناتج لعملية تنفس الأحياء الدقيقة وجذور النباتات). فلو أخذنا مثلًا أرضًا غنية بالجير ونامي عليها نباتات فإنه يحدث ذوبان لكربونات الكالسيوم من الأرض الجيرية وتتكون بيكربونات ذائبة ويزال الجير نهائيًا من الطبقات العليا لقطاع الأرض، ويصبح حامض الكربونيك (الذي يتكون من اتحاد الماء وثاني أكسيد الكربون) ذا نشاط كبير في العمل على انحلال المعادن الأخرى.

وتكرار الغسيل بمياه المطر أو الثلاجات يعمل على استمرار الإمداد بأيونات الأيدروجين وثاني أكسيد الكربون، وأيضًا يعمل على استمرار إزالة نواتج التفاعل مما يزيد من عملية انحلال المعادن.

- **الأكسدة oxidation**: يُقال: أن المادة تأكسدت إذا فقدت هي أو أحد الذرات المكونة لها إلكترون (e^-) أو أكثر، وتحدث الأكسدة في عملية التجوية عادة عندما يحدث ارتباط بين ذرات الأوكسجين والمادة المجواة حيث تفقد المادة الإلكترونات التي تكتسبها ذرات الأكسجين وتتحول بذلك إلى أيونات أوكسجين سالبة الشحنة.

وأكسدة معادن القشرة الأرضية بواسطة أوكسجين الهواء الجوي يحتمل أن تحدث كليةً عن طريق تفاعل وسطى بفعل الماء الذي يتواجد إما على هيئة أغشية حول الماء أو تكون المادة نفسها مغموسة كليةً في الماء، فتحدث الأكسدة نتيجة ذوبان الأكسجين في الماء، ويظهر ذلك واضحًا في تجوية المعادن التي يكون الحديد مكونًا أساسيًا في تركيبها

الكيماوي مثل تجوية معدن الأورثوفير وسليت (orthoferrosilite) الذي تركيبه $FeSiO_3$، حيث يتأكسد الحديد إلى أكسيد حديد وينهدم بناء المعدن كليةً، حيث تعطي تفاعلات الأكسدة طاقة حرارية:

$$4FeSiO_3 + O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 4Sio_2 + 512\ k.cal.$$

وهذا يفسر لنا سبب ظهور أعراض التجوية بسهولة على المعادن الأولية السليكاتية الحاملة للحديد.

- **الاختزال Reduction:** وهي عكس عملية الأكسدة وتحدث كلا العمليتين معًا في أي أرض، فتحت الظروف الرطبة wet يسود الاختزال وتستعمل الأرض أي كمية من الأكسجين تتواجد وتحت الظروف الجافة dry تسود الأكسدة، والحد بين ألأكسدة والاختزال ضيق غالبًا ولا يمكن حدوث إحداهما في غياب الآخر. فعملية الاختزال هي اكتساب المادة الكترونات أي فقدها أوكسجين. وبذلك نجد أن تواجد الماء هو المحدد لظروف التهوية وبالتالي لسيادة ظروف الأكسدة أو الاختزال، ويمكن التعرف على ذلك من خلال قياس جهد الاختزال Redox potential (EH) للأرض.

الإذابة Dissolution:

كما أوضحنا فيما سبق فإن الماء في صورته السائلة من أهم المذيبات المعروفة وأكثرها انتشارًا حيث تغطي المياه أكثر من 70٪ من سطح الكرة الأرضية. فالمياه التي تجري فوق سطح الأرض من مياه أمطار وأنهار وسيول، وأيضًا المياه التي تتسرب إلى باطن الأرض تتسبب في ذوبان الأملاح والمعادن والغازات القابلة للذوبان في الماء، ومعروف أن عددًا قليلًا جدًا من جزئيات الماء النقي تتواجد في هيئة متأينة أي تتأين إلى أيونات أيدروجين H^+ وأيونات أيدروكسيل $(OH)^-$. ويزداد هذا التأين مع ذوبان الغازات في الماء وخاصة غاز ثاني أكسيد الكربون، وهذا يتسبب في تحلل صخور القشرة الأرضية. فتحلل الصخور السليكاتية، ومن المعلوم أن معظم المعادن الأولية المكونة

لصخور القشرة الأرضية معادن سليكاتية، يحدث عن طريق التحلل المائي وأيضًا نتيجة تبادل أيوني يشمل كايتونات أخرى غير كايتون الأيدروجين، ونتيجة لذلك تنفرد الكايتونات الفلزية من المعدن الأولي إلى المحلول الأرضي وترتبط بأنيونات الأيدروكسيل في صورة ذائبة ويسمى ذلك بعملية غسيل الأيونات soluviation.

وتتكون مركبات ألومنيا ذائبة وحامض سيلسيك، كما أن أيونات الأيدروجين ترتبط بالأنيونات الألومنيو سيليكاتية وتكون معادن الطين والتي تعتبر مواد صعبة الذوبان وضعيفة التأين.

- تكوين معادن الطين clay minerals formation:

إن تجوية الصخور والمعادن المختلفة تعطي نواتج أولية عبارة عن خليط من أملاح مختلفة ذائبة وغروية بعضها قد يُغسل ويزال والبعض الآخر قد يترسب في مواقع تكوينه، وهذه النواتج الأولية قد تدخل في تفاعلات ثانوية مع بعضها البعض ويكون من نتيجة هذه التفاعلات ميلاد معادن ثانوية جديدة لم تكن موجودة أصلًا وتتميز بدرجة ثبات عالية تحت ظروف تكوينها، والمعادن الثانوية التي تنشأ تُصنف إلى ثلاثة مجموعات رئيسية هي:

1 - الأملاح.

2 - الأوكسيدات والأيدروكسيدات.

3 - الألومينوسليكات والفيريسيليكات (الحديد يسيليكاتية).

ويُوجد تشكيلة كبيرة من السليكات الثانوية في نواتج التجوية أفرادها لها تركيب كيماوي عام، أي يختلف في مدى ضيق تبعًا للظروف التي تكون فيها ولكن الخاصية المميزة المشتركة فيها كلها صغر الحجم حبيباتها، ولو أجرى تحليل ميكانيكي لمعرفة التوزيع الحجمي لنواتج التجوية لوجدنا معظمها يدخل تحت مجموعة الطين clay ذات قطر الحبيبات الأقل من 2 ميكرون.

وهذا هو السبب في إعطاء المعادن الثانوية السليكاتية اسم معادن الطين clay minerals نظرًا لأنها تكون الغالبية العظمى لرواسب الطين الطبيعية الموجودة على سطح الأرض، ويتبع مجموعة معادن الطين معادن أكاسيد السليكون والحديد والألومنيوم، ومعادن الطين المعروفة مثل الكاولينيت، المونتموريلونيت، الأيليت، الكلوريت، الباليجورسكيت.

وظروف بيئة التجوية هي العوامل المحددة لنشوء أي نوع من مجموعات معادن الطين، وخاصة الظروف المائية وعمليات الغسيل التي تحدد ظروف الحموضة والقلوية لوسط أو بيئة التجوية وتحدد نوع الكاتيونات السائدة وتحدد أيضًا نسبة الألومنيا إلى السليكا.

فعمليات الإزالة والترسيب داخل جسم الأرض تتوقف على حالات الرطوبة (أي فرق الأمطار عن التبخر) ورقم الـ pH ونوع وكمية المادة العضوية ودرجة الحرارة، فإذا كان المحلول الأرضي حامضًا نجد أن طين الأرض يصبح حامضيًا مشبع بالأيدروجين، وإذا كانت المياه قلوية يتكون الطين المشبع بالصوديوم والكالسيوم والماغنسيوم، وفي الظروف الرطبة يتكون طين الكاولينيت وفي الظروف الجافة يتكون طين الأيليت أو المونتمور يلونيت والكلوريت.

تكوين الأراضي:

صخور القشرة الأرضية هي الأم التي أنجبت معظم أنواع الأراضي، ويُستعمل مصطلح الصخر الأمي (parent rock) للدلالة على نوع الصخر الذي تنشأ عنه مادة الأصل بواسطة عمليات التجوية، أما مادة الأصل (parent material) فهو مصطلح يُستعمل للدلالة على المادة غير المتصلبة التي تنشأ منها وفيها الأرض (soil) من خلال عوامل وعمليات تكوين الأراضي (factors and processes of soils formation) ونجد أن خواص الأرض تكون إما موروثة من الصخر الأمي أو تأثرت بظروف التجوية وتكوين مادة الأصل وظروف تطور ونشوء وتكوين الأراضي.

والماء له دور رئيسي فاعل في عوامل وعمليات تكوين الأراضي كما سوف نوضح هنا بإيجاز:

عمليات تكوين الأراضي soil forming processes:

يعبر بروفيل الأرض أو قطاع التربة عن تعاقب الآفاق أو الطبقات من السطح حتى مادة الأصل ويستعمل كوحدة طبيعية لدراسة الأراضي والمقارنة بينها، والماء هو العامل المهم في نشوء بروفيل الأرض ويمكن عمومًا تميز ثلاثة حالات من الرطوبة تنشأ عنها اختلافات في خواص الأراضي هي:

1- تحت ظروف رطوبة عالية: حيث تزداد الأمطار عن التبخر يحدث حركة سفلية وإزالة للمواد والأملاح الذائبة من أفق وترسيبها في أفق آخر، وكذلك تزال القواعد المتبادلة وينتج أراضي محتوية على طين أيدروجيني.

2- تحت عوامل جوية جافة: حيث يزداد التبخر عن الأمطار تكون حركة المواد المذابة في الاتجاهين (الأعلى والأسفل) ولا تزال نهائيًا المكونات الذائبة ولا القواعد المتبادلة ويتكون عن ذلك أراضي ملحية وقلوية.

3- تتحرك المياه في وجود طبقة صماء: وهذا يؤدي إلى حركة جانبية للماء وتكوين بروفيلات على حسب الظروف الموجودة.

وبصورة عامة فإن المواد تنتقل خلال قطاع الأرض في صورة معلقات كما في حالة الطين الغروي أو في صورة محاليل كما في حالة المكونات القابلة للذوبان.

وعملية نشوء الأراضي (soil genesis) عملية معقدة تشمل تغيير وتحور وانتقال المواد والطاقة في الطبقات العليا من القشرة الأرضية المجواة وغشاء الريجوليث (regolith) تحت تأثير عوامل تكوين الأراضي، وعملية نشوء الأراضي عملية بيوجينية أي حيوية لا تتم بدون الأحياء وعمليات تكوين الأراضي عديدة ومعقدة وتشبه السبيكة في طبيعتها، وتعمل إما كلها مع بعض في وقت واحد أو يسود نشاط مجموعة معينة منها.

وينتج عن عمليات التكوين نماذج من قطاعات الأراضي تتمايز إلى آفاق تشخيصية لكل منها خواص طبيعية وكيماوية وحيوية ومورفولوجية مميزة، وعمليات تكوين الأراضي ممكن جمعها في طورين (أو مرحلتين) متداخلين هما: طور تجمع مواد الأصل، وطور تميز الآفاق.

وتجمع مواد الأصل يحدث أساسًا عن طريق التجوية الطبيعية والحيوية أما تمييز الآفاق فيعزي إلى الإضافة والإزالة والانتقال للمواد والطاقة، ومن أهم عمليات التكوين العديدة العمليات التالية:

1- تخليق المركبات الهيومية ودورة المادة العضوية.

2- تكوين معادن الطين: انحلال المعادن الأولية -تخليق معادن الطين- انتقال معادن الطين خلال بروفيل الأرض- انحلال معادن الطين - تجمع معادن الطين.

3- تكوين المعقد الغروي: تكوين حبيبات غروية معدنية وعضوية - ترسيب الغرويات - انتقال الغرويات خلال بروفيل الأرض - قيام التبادل الكاتيوني.

4- تكوين المحلول الأرضي: تكوين المواد الذائبة.

5- التجمع الحيوي للمواد: تجمع المادة العضوية -تجمع النتروجين - تجمع السليكا.

6- ترشح المياه والمحلول الأرضي إلى أسفل: وعمليات الغسيل وإعادة التجمع.

7- حركة المياه والمحلول الأرضي لأعلى بالخاصية الشعرية.

8- حركة المياه والمحلول الأرضي جانبيًا.

9- الجريان السطحي وعمليات النحر (surface run off and soil erosion).

10- تجمع المواد المعلقة في المنخفضات.

والعمليات السابقة نماذج لأهم عمليات تكوين الأراضي ولكن هناك بالطبع عمليات أخرى تحدث تحت ظروف معينة، مثل تكوين الطبقات الصماء وعملية الجلاي gley(أي تكوين الأراضي الغدقة)، وغيرها.

ومجموعات العمليات المسئولة عن تكوين أراضي مميزة بخواص واضحة ومعالم مورفولوجية ظاهرة تُسمى عمليات تكوين تشخيصية (diagnostic soil forming processes) ومن أهمها:

1 – عملية تجمع الهيومس.
2 – عملية تكوين البيت (peat).
3 – عملية الغسيل.
4 – العملية البودزولية (podzolic).
5 – عملية التجميع.
6 – عملية الجلاي
7 – عملية تكوين الطين في مكان تخليقه.
8 – عملية التمليح.
9 – عملية التخلص من الأملاح.
10 – عملية تكوين القلوية.
11 – عملية التكلس.
12 – عملية النحر.
13 – تكوين الطبقات الصماء.

وتيم التميز بين المجموعات العالمية للأراضي بناءً على أنواع عمليات التكوين التشخيصية الرئيسية التي تسود في تكوينها، والماء هو العامل الرئيسي في عمليات تكوين هذه الأنواع من الأراضي، وسوف أشير إلى ذلك في إيجاز بإعطاء أمثلة لدور الماء في بعض عمليات تكوين الأراضي:

– **العملية البودزولية (podzolzation)**: وهي التي تؤدي إلى تكوين أراضي البودزول (podzol).

وتحدث هذه العملية في المناطق الرطبة تحت غطاء من الغابات أو الأعشاب، حيث تغسل الأراضي وتفقد مكوناتها القاعدية ويسود كاتيون الأيدروجين، وتصبح الأرض حامضية خاصة مع توفر الأحماض العضوية وتنتقل كميات من الحديد والألومونيوم ($ح_2أ_3$)، ($لو_2أ_3$) والطين المفرق من الطبقات العليا إلى الطبقات السفلى من قطاع الأرض، وتكون هذه العملية أكثر فاعلية عندما تكون المنطقة رطبة والصرف رديء ومادة الأصل رملية.

-**التمليح (salinization)**: وتحدث هذه العملية في المناطق الجافة خاصة في الأماكن المنخفضة رديئة الصرف خاصة إذا كانت قريبة من البحيرات المالحة، وتحدث أيضًا في المناطق الرطبة على طول الشواطئ البحرية، وتؤدي هذه العملية لتكوين الأراضي الملحية (saline soils) والتي تحتوي أملاح ذائبة أكثر من 0.2٪ حيث يرتفع الماء الأرضي إلى أعلى بالخاصية الشعرية ثم يتبخر الماء تاركًا الأملاح متركزة في الطبقات العليا من بروفيل الأرض وعلى السطح.

- **عملية التخلص من الأملاح** (desalinization): وهي عملية نتيجتها التخلص من الأملاح الذائبة في الأراضي الملحية، وعادة يكون ذلك عن طريق الغسيل بالمياه أما طبيعيًا بخفض مستوى الماء الأرضي لعمق كاف بحيث تعمل الأمطار الساقطة على إزالة الأملاح، أو صناعيًا باستعمال الري الصناعي مع إنشاء شبكة صرف مناسبة، وفي الحالتين نجعل ميزان حركة المياه إلى أسفل وليس إلى أعلى.

-**عملية الجلاي** (gleization): وهي من عمليات تكوين الأراضي التي تحدث تحت ظروف المياه الراكدة والأراضي المشبعة دائمًا حيث الظروف الاهوائية أختزالية، حيث تكون مركبات الحديد مختزلة وذائبة وتعطي لونًا أخضر مزرق أو رمادي عادة، وعند تذبذب مستوى الماء الأرضي وتعاقب ظروف الاختزال والأكسدة نجد بقع من ألوان حمراء وصفراء.

- **عملية تكوين البيت** (peat formation): ويقصد بها تكوين الأراضي العضوية حيث تحت ظروف المياه الضحله خصوصًا في المناطق الرطبة تموت النباتات المائية النامية وتتجمع بقاياها في القاع وتكون مواد البيت التي يزداد سمكها مع الزمن بترسب طبقات جديدة.

عوامل تكوين الأراضي soil forming factors:

يُقصد بعوامل تكوين الأراضي المتغيرات المستقلة أو العوامل المحددة لنظام الأرض وتشمل:

1 – المناخ (cl) climate .
2 – الأحياء (o) organic factor.
3 – الطبوغرافيا (r) relief.
4 – مادة الأصل (p) parent material.
5 – الزمن (t)time. أي أن: (S= f (cl,o,r,p,t.....) وذلك لأنه لكل مجموعة معينة مرتبطة من ...t,p,r,o,cl, حالة محدده من حالات نظام الأرض، أي نوع واحد من الأرض ممكن أن يتواجد تحت هذه الشروط، وهذا يعني أن قيمة أي خاصية من خواص الأرض تتحدد بعوامل التكوين الخمسة المذكورة، مع ملاحظة أن عوامل تكوين الأراضي تدخل في ارتباطات مع بعضها البعض، وسوف أشير هنا إلى أمثلة عن أثر الماء في بعض عوامل تكوين الأراضي:

– **التضاريس (relief)** كعامل من عوامل التكوين: تؤثر التضاريس في إعادة توزيع الحرارة والرطوبة التي يستقبلها سطح الأرض، مما يؤدي إلى اختلافات في نوع وكثافة الغطاء النباتي على المنحدرات حسب الارتفاع ودرجة الميل، ففي الأراضي المرتفعة جيدة الصرف تؤدي الطبوغرافيا المستوية إلى ظروف رطوبة أرضية ينتج عنها بروفيل عادي ممثل للمنطقة، أما في حالة وجود تغيرات محلية في أشكال السطح مثل بعض الارتفاعات والانحدار والانخفاض فسوف يؤدي إلى ظروف رطبة محليًا في المنخفضات وظروف جافة محليًا في المرتفعات بسبب الجريان السطحي لمياه الأمطار الساقطة في اتجاه المنخفضات؛ وهذا سوف يؤثر بالطبع على تكوين الأراضي، وخاصة في الوقت الذي تصل فيه الأرض إلى حالة النضج وفي درجة الحموضة ونسبة الطين، ولذلك فإننا على طول المنحدرات نقابل سلسلة متعاقبة من أنواع الأراضي كل له خواص مختلفة قليلًا عن الآخر كما نلاحظ تغير في سمك البروفيل وهذا راجع إلى عملتي الإزالة والترسيب.

مستوى الماء الأرضي كعامل من عوامل تكوين الأراضي:

في بعض الحالات نجد أن مستوى الماء الأرضي يكون له أثر واضح في تكوين الأراضي ويمكن أن يأخذ صفات العامل المستقل، أي عامل من عوامل التكوين. وخاصة في المناطق ذات مستوى الماء الأرضي القريب من السطح، وهذا يظهر في المناطق الرطبة والأراضي ذات الصرف الرديء حيث يظهر بوضوح فعل الماء المرتفع بالخاصية الشعرية. ونجد أن الأراضي رديئة الصرف عاليه في المادة العضوية والنتروجين الكلي ومنخفضة القواعد وأكثر حموضة بالمقارنة بالأراضي جيدة الصرف لنفس المنطقة، وأن الأراضي الجيدة الصرف تعاني فقدًا أكبر في السليكا.

الرطوبة كعامل من عوامل تكوين الأراضي:

أهم مكونات المناخ هي الحرارة والرطوبة، وهذا يدل على أن خواص الأرض يمكن التعبير عنها كدالة للرطوبة أحيانًا، وعلي أساس كمية الأمطار قُسم المناخ إلى جاف ورطب. والمهم في ذلك كمية المياه التي تترشح فعلًا في الأرض، وهذه تساوي الفرق بين كمية المطر الساقطة والفقد بالتبخر والنتح، وقد قسم العالم بِنك (Penck) على هذا الأساس المناخ إلى ثلاثة أقسام هي:

1 – مناخ فيه التبخر أكبر من الترسيب ويسمى مناخ جاف (arid).

2 – إذا كان التبخر يساوي الترسيب فالمناخ في الحد بين الجاف والرطب.

3 – إذا كان التبخر أصغر من الترسيب فالمناخ رطب (humid).

ولقد أُجريت محاولات عديدة لإيجاد علاقة بين خواص الأرض ومقاييس مختلفة لفعل الترسيب أو كمية الأمطار الفعالة، ومنها اتضح وجود علاقة بين خواص الأراضي وعوامل الرطوبة، فالمادة العضوية والنتروجين يزداد في الأرض بزيادة كمية الأمطار، وأيضًا فإن المكونات المعدنية القابلة للذوبان تزال من الأرض إلى الأعماق البعيدة في المناطق الرطبة وقد تصل أخيرًا إلى البحار والمحيطات والأنهار، أما في المناطق الجافة فإن نواتج

التحلل لا تُزال من بروفيل الأرض بسبب ارتفاع هذه المواد ثانيةً إلى أعلى بالخاصية الشعرية، ولذلك نجد أن أراضي المناطق الجافة غنية في الأملاح عن أراضي المناطق الرطبة.

وفي المناطق قليلة الأمطار يحدث تجمع لطبقة من الجير على عمق معين من بروفيل الأرض وتسمى هذه الأراضي بأراضي البيدوكال (pedocals) حيث الجبر هو كربونات كالسيوم وكربونات مغنسيوم. وبزيادة كمية الأمطار لا يتجمع أفق الكربونات بل يحدث تجمع لمركبات الحديد والألومنيوم على عمق معين من بروفيل الأرض ويُطلق على الأرض في هذه الحالة أراضي البيدلفير (pedalfers).

ومن دراسة العلاقة بين كمية الأمطار وشدة عمليات تكوين الأراضي وُجد أن خواص الأراضي ممكن فصلها إلى مجموعتين بالنسبة للسرعات النسبية التي تتأثر بها:

1- سرعة تغير عالية وتتضمن خاصية تركيز أيون الأيدروجين وعمق أفق الكربونات.

2- سرعة تغير منخفضة وتتضمن خاصية مقدار الأزوت والمادة العضوية والطين الغروي والسعة التشبعية للأرض.

أي أن بعض خواص الأرض أكثر حساسية للأمطار عن خواص أخرى.

وعند دراسة التجوية الكيماوية لمعادن السليكات وُجد أن انحلال السليكات يتأثر كثيرًا بدرجة الحرارة، وذلك لأن درجة التأين النسبي للماء إلى أيونات أيدروجين وأيونات أيدروكسيل تزداد بزيادة درجة الحرارة. فإذا كانت درجة التأين للماء تساوي واحدًا عند درجة الصفر المئوي فإنها تصل إلى 4.5 عند درجة 34°م وإلى 8 عند درجة 50°م، وتقف التفاعلات الكيماوية تقريبًا عندما تكون درجة حرارة الأرض أقل من الصفر المئوي. ولقد اقترح رامان معامل للتجوية يمكن الحصول عليه من ضرب عدد أيام السنة ذات درجة الحرارة الأعلى من نقطة التجمد × الدرجة النسبية لتحلل الماء، ووجد أن التجوية في المناطق الاستوائية تتقدم بسرعة تبلغ ثلاث مرات أكبر من تقدمها في المناطق المعتدلة وتفوق سرعتها سرعة التجوية في المناطق القطبية بقدر يبلغ تسع مرات.

العامل الحيوي كعامل من عوامل تكوين الأراضي:

للعامل الحيوي دور هام في تكوين الأراضي. حيث أن الأحياء المختلفة التي تعيش على الأرض أو داخلها والمادة العضوية التي تتكون نتيجة لحياة هذه الأحياء لها دور واضح في تكوين ونشوء الأراضي، ولا يخفى على أحد أن الماء هو أساس الحياة على وجه الأرض، حيث المعادلة التالية تمثل العملية الأساسية لكل الحياة وهي عملية التمثيل أو البناء الضوئي، كما يلي:

٦ك أ٢ + ٦يد٢أ + طاقة ⟵ ك٦ يد١٢ أ٦ + ٦ أ٢

حيث السكريات الناتجة من تفاعل الماء وثاني أكسيد الكربون في النبات تحت تأثير الطاقة الشمسية يتخلق منها المواد المعقدة الأخرى التي تدخل في تكوين النباتات، والنباتات هي مصدر غذاء الحيوانات والإنسان وسوف نعود للحديث عن ذلك عند مناقشة موضوع الماء والنبات.

والنباتات الحية والحيوانات وجميع الأحياء لها تأثير ميكانيكي وحيوي، وعند موت هذه الكائنات فإنها تمد الأرض بكميات كبيرة من المواد التي تساعد على استمرار أنواع أخرى في الحياة وتساعد على سرعة عمليات تجوية معادن وصخور القشرة الأرضية وتساعد في عمليات تكوين الأراضي.

ومن المعلوم أن لكمية الأمطار ودرجة الحرارة دور واضح في توزيع الغطاء النباتي على سطح الأرض. وعند انعدام الأمطار في منطقة تنعدم الحياة وتصبح الأرض صحراء، ونوع الغطاء النباتي عامل هام في تحديد خواص الأرض المتكونة تحت هذا الغطاء النباتي. وعملية زراعة الأرض وريها صناعيًا خاصة في المناطق الجافة سوف يغير من خواص الأرض خاصة مستوى الماء الأرضي والملوحة والقلوية، فقد تؤدي عملية الزراعة والري إلى غسيل الأملاح أو تؤدي إلى تمليح الأراضي وذلك حسب نوعية ماء الري وأسلوب الري والتحكم في مستوى الماء الأرضي.

3-2-2: علاقات الماء بالتربة water soil relationships:

كما بينا فيما سبق فإن للماء دورًا أساسيًا في عمليات التجوية المسئولة عن تفتيت وتحلل صخور القشرة الأرضية، وله دور أساسي في عمليات تكوين الأراضي، ويقوم الماء بوظائف عديدة بالتربة فهو أساس حياة النباتات وجميع الأحياء الدقيقة التي تعيش بالتربة، وهو أساس عملية البناء الضوئي التي تقوم بها النباتات، ويخدم الماء كوسط تتحرك خلاله العناصر الغذائية من التربة إلى جذور النباتات ومنها إلى باقي أجزاء النبات. والأرض اليابسة الجدباء تتحول من أرض ميتة لا حياة فيها إلى أرض تعج بكل أنواع الحياة، ولقد أوضح لنا الخالق العليم أنه بنزول الماء إلى الأرض الميتة تحي هذه الأرض بعد موتها، وذلك كما في قوله سبحانه وتعالى:

﴿ وَمَآ أَنزَلَ ٱللَّهُ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مِن مَّآءٍ فَأَحْيَا بِهِ ٱلْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا ﴾ (البقرة: 164)،

وقوله أيضًا: ﴿ وَٱللَّهُ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَحْيَا بِهِ ٱلْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَآ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَةً لِّقَوْمٍ يَسْمَعُونَ ﴾ (النحل: 65).

وقوله سبحانه: ﴿ وَلَئِن سَأَلْتَهُم مَّن نَّزَّلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَحْيَا بِهِ ٱلْأَرْضَ مِنۢ بَعْدِ مَوْتِهَا لَيَقُولُنَّ ٱللَّهُ قُلِ ٱلْحَمْدُ لِلَّهِ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لَا يَعْقِلُونَ ﴾ (العنكبوت: 63).

وقوله سبحانه: ﴿ أَوَلَمْ يَرَوْا۟ أَنَّا نَسُوقُ ٱلْمَآءَ إِلَى ٱلْأَرْضِ ٱلْجُرُزِ فَنُخْرِجُ بِهِۦ زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَٰمُهُمْ وَأَنفُسُهُمْ ۖ أَفَلَا يُبْصِرُونَ ﴾ (السجدة: 27)، والأرض الجرز: هي الأرض اليابسة الخالية من النبات، وهذه الأرض تتحول بفضل الله بعد إضافة الماء لها إلى أرض خضراء بها أنواع الزروع التي يأكل منها الإنسان والحيوان.

والأرض أو التربة نظام معقد ومفتوح حيث تتكون من جزء صلب سواء كان أصله معدني أو عضوي، وبين حبيبات الجزء الصلب توجد مسام الأرض (soil pores) التي يوجد داخلها الماء الذي تذوب فيه الأملاح والعناصر الغذائية الضرورية

للنبات ويوجد أيضًا الهواء الأرضي، والماء يوجد داخل التربة ممسوك بقوى مختلفة وهذه القوى هي المسئولة عن مسك الماء أو حركة الماء بالتربة، وهذه القوى تشمل:

1- قوى كهروجزيئية (elctromolecular forces) وسببها أن جزيء الماء قطبي يوجد بقايا شحنة موجبة في أحد طرفية وبقايا شحنة سالبة في الطرف الآخر، وهذا يتسبب عنه مسك حبيبات الأرض الغروية للماء في الأرض الغير مشبعة في صورة غشاء من جزئيات الماء حول الحبيبة الغروية التي تحمل شحنة عادة سالبة وأحيانًا موجبة.

2- قوى كيميائية (chemical forces) وسببها وجود الأملاح بالأرض التي يذوب بعضها في الماء بتركيزات مختلفة من مكان إلى آخر داخل التربة، ويسبب ذلك اختلاف الضغط الأسموزي بحيث تحتفظ الأرض الملحية بالماء أكثر من الأرض غير الملحية.

3- قوى شعرية (capillary forces) حيث نجد أن الماء يرتفع داخل المسام الضيقة للتربة لأعلى ضد قوى الجاذبية الأرضية. وسبب ذلك هو التوتر السطحي للماء الذي يرجع لقوى الالتصاق بين جزئيات الماء وجدار المسام وقوى التماسك بين جزئيات الماء وبعضها، وتبعًا لقانون الخاصية الشعرية فإن ارتفاع الماء داخل الأنبوبة الشعرية (على اعتبار أن المسام الضيقة للتربة تمثل أنبوبة شعرية متصلة) يزداد كلما صغر قطر المسام كما يلي:

$$h = \frac{2S \cos \theta}{d \rho g}$$

حيث h هو ارتفاع الماء في مسام قطرها d وS هو التوتر السطحي للماء g= عجلة الجاذبية الأرضية، θ= زاوية التلامس. فإذا عوضنا في المعادلة السابقة عن قيمة كلٍّ من: التوتر السطحي للماء ويساوي 72.75 داين/ سم، وكثافة الماء وتساوي 1 جم/ سم3، وزاوية التلامس في حالة الماء = صفر وبالتالي cos θ=1، وعن قيمة عجلة الجاذبية الأرضية وتساوي 980سم/ ث^2 فإن قانون الخاصية الشعرية يمكن كتابته في حالة الماء على الصورة التالية:

$$h = \frac{0.3}{d}$$

بشرط أن يُقاس كل من الارتفاع (h) وقطر المسام (d) بالسنتيمتر.

4- **قوى الضغط (pressure forces)**:

حيث اختلاف الضغط من نقطة إلى أخرى يسبب سريان الماء في التربة، حيث يتحرك الماء من النقطة ذات الضغط الأعلى إلى النقطة ذات الضاغط الأقل، أي أن الذي يؤدي لحركة الماء بين النقط المختلفة هو وجود فرق في مناسيب المياه أو ما يسمى بالضاغط الفعال (effective head).

5- **قوى الجاذبية الأرضية** (gravitational forces):

حيث أن أي جسم (مثل الماء في حالتنا هنا) يكون منجذبًا نحو مركز الجاذبية الأرضية بقوى تتوقف على موضع الجسم بالنسبة لمستوى مقارنة قياسي.

وتتسبب قوى الجاذبية في حركة المياه إلى أسفل. ويتحرك الماء السائل في الأرض في الحالة المشبعة أو الحالة غير المشبعة وتكون القوة المسببة لسريان الماء هو اختلاف قيم الجهد المائي من موقع إلى آخر.

جهد الماء الأرضي (Soil Water Potential):

المسبب لسريان الماء في التربة هو التدرج في جهد الماء الأرضي وليس اختلاف كمية الماء، تمامًا مثل انتقال الحرارة فإن المحدد لانتقال الحرارة هو شدة الحرارة أي اختلافات درجة الحرارة وليس المحتوى الحراري للمادة. والماء في التربة كأي جسم في الطبيعة يحتوي على طاقة في كميات وأشكال مختلفة، وطاقة الماء في الأرض مقسمة إلى نوعين:

1- طاقة الحركة kinetic energy: وتساوي $\frac{1}{2} mV^2$ حيث m الكتلة وV السرعة. وحيث أن حركة الماء بطيئة جدًا بالأرض فإن طاقة حركتة تكون ضئيلة بدرجة يمكن أهمالها.

2- طاقة الجهد (أو الوضع) potential energy: وهي المسئولة بصفة أساسية عن حالة وحركة الماء بالأرض.

ويعرف الجهد المائي water potential: بأنـه كميـة الـشغل الـلازم بـذلها عـلى وحدة الكمية من الماء لكي تنتقل من المستوى القياسي إلى النقطـة موضـع الدراسـة (أي النقطة المراد معرفة الجهد عندها) على نفس درجة الحـرارة. والمـستوى القيـاسي يمكـن اعتباره سطح ماء نقي حر عند الضغط الجوي. والتعبير عن وحدة جهد الماء يكون تابعًا لنوع وحدة الكمية من الماء. وحيث إن الشغل (طاقة) عبارة عـن حاصـل ضرب القـوة (وأبعادها mlt^{-2}) في المسافة (L) فإن أبعاد الطاقة تـساوي $energy = (ml^2t^{-2})$ وبالتـالي يكون التعبير عن جهد الماء على أحد أسس ثلاثة:

1 – على أساس الحجم أي طاقة/ حجم $= ml^{-1}t^{-2}$ $\frac{ml^2t^{-2}}{L3}$

وهي تساوي أبعاد الضغط وفي هـذه الحالـة تكـون وحـدات الجهـد المـائي هـي: باسكال (pa) أو كجم/ م/ ث$^{-2}$ $(kgml^{-1}S^{-2})$ وكذلك جول/ م3 (jm^{-3}).

2 – على أساس الكتلة $\frac{\text{طاقة}}{\text{كتلة}} = L^2T^{-2}$ $\frac{ml^{-1}t^{-2}}{m}$

ويعبر عنها بوحدة جول/ كجم (jkg^{-1}).

3 – على أساس الوزن $\frac{\text{طاقة}}{\text{وزن}} = L$ $\frac{ml^{-1}t^{-2}}{mlt^{-2}}$

حيث إن الوزن = الكتلة × عجلة الجاذبية الأرضية، حيث الوزن عبارة عـن قـوة. ويعبر عن وحدة الجهد المائي في هذه الحالة بوحدة المتر (m) وهـي الأكثـر اسـتخدامًا في علوم الأراضي والمياه، ويُطلق عليها المكافئ للارتفاع (head equivalent) مـن عمـود الماء، أي يعبر عن الجهد في هذه الحالة بارتفاع عمود الماء.

ومكونات الجهد المائي تشمل جهد الـضغط (ψp) وجهـد الـشد (ψm) والجهـد الاسموزي (ψs) وجهد الجاذبية الأرضية (ψg).

أي أن الجهد الكلي للماء (ψt) يساوي:

$$\psi t = \psi p + \psi m + \psi s + \psi g$$

حيث: (ψp) ترمز لجهد الضغط (pressure potential).

(ψm) ترمز إلى جهد الشد (الضغط السالب) (matric potential).

(ψs) ترمز إلى الجهد الاسموزي (osmotic potential).

(ψg) ترمز إلى جهد الجاذبية الأرضية (gravitational potential).

وعلى أساس وحدة الوزن يكون جهد الجاذبية هو عبارة عن قيمة الفرق في ارتفاع النقطة المراد قياسها عن مستوى قياسي، وعليه تأخذ قيمة هذا الجهد إشارة موجبة إذا كانت النقطة فوق هذا المستوى أو تأخذ إشارة سالبة إذا كانت تحت هذا المستوى القياسي.

وجهد الضغط يحدث عندما يكون الماء الأرضي عند ضغط هيدروستاتيكي أكبر من الضغط الجوي، وعليه فإن الماء المتواجد تحت سطح ماء حر يكون تحت جهد ضغط موجب بينما يكون جهد ضغط الماء عند هذا السطح أو أعلاه مساويًا للصفر، وعلى أساس وحدة الوزن يكون جهد الضغط عبارة عن ارتفاع سطح الماء الحر فوق النقطة المراد معرفة جهدها، وفي التربة يكون عبارة عن المسافة الرأسية بين النقطة وسطح الماء داخل بيزومتر، ومما سبق نجد أن جهد الضغط ينطبق فقط على الأراضي المشبعة وفوق المشبعة ويأخذ قيمة موجبة، ويساوي الصفر في الأراضي الغير مشبعة. وجهد الشد هو المرتبط بقوى الادمصاص والخاصية الشعرية بالتربة، وهذه القوى تجذب الماء وتربطه وتقلل من طاقته وجهده، وعلى أساس وحدة الوزن يكون جهد الشد في التربة عبارة عن المسافة الرأسية بين النقطة المراد قياسها وبين سطح الماء داخل مانومتر مملوء بالماء ومتصل بهذه النقطة عن طريق جزء مسامي كأسي الشكل وذلك عند الاتزان. وجهد الشد في الأرض المشبعة يساوي الصفر ويأخذ قيمة سالبة في الأراضي غير المشبعة، وجهد الشد يقاس في التربة بواسطة جهاز الشد الرطوبي (التنشيومتر tensiometer).

والجهد الأسموزي راجع لتأثير المواد الذائبة (solutes) بالماء الأرضي التي تؤثر على خواصه الديناميكية الحرارية وتخفض من طاقة الجهد الخاصة به وذلك بخفض الضغط البخاري للماء الأرضي. حيث إن الجهد الأسموزي للماء النقي مساويًا للصفر.

ويمكن قياس جهد الشد والجهد الأسموزي للماء الأرضي بواسطة جهاز المزدوج الحراري السيكرمتري thermocouple psychrometer. والجهد الأسموزي في التربة له قيمة سالبة أو يساوي صفر، ويعد غير هام لأن الأملاح تتدفق مع الماء وسريعًا ما تتوازن بالأرض.

والاختلافات في جهد الماء بقطاع التربة هي المسئولة عن حركة الماء حيث يتحرك الماء من النقطة ذات الجهد المائي (المجموع الجبري للجهود الجزئية) المرتفع إلى النقطة ذات الجهد المائي المنخفض.

أما في حالة تساوي الجهود بين النقطتين فلا توجد حركة للماء (حالة الاتزان).

تدفق الماء في التربة water flow in soil:

يتحرك الماء في التربة وتكون القوى المسببة لتدفق أو سريان الماء هو اختلاف قيم الجهد المائي في التربة من نقطة إلى أخرى، ويتحرك الماء في التربة المشبعة وفي التربة الغير مشبعة وتكون الحركة في صورة سائلة أو في صورة بخار ماء.

وسوف نتناول فيما يلي بإيجاز حركة الماء في التربة في الحالة المشبعة وفي الحالة غير المشبعة.

أولًا: تدفق الماء في التربة المشبعة saturated soil:

الأرض المشبعة هي التي تكون جميع مسامها ممتلئة بالماء (وذلك يحدث عمليًا عند أي محتوى رطوبي أعلى من السعة الحقلية)، وفي الأحوال المشبعة يمكن إهمال الجهد الأسموزي وكذلك يكون جهد الشد مساويًا للصفر، ولذلك يصبح الجهد الكلي للماء

مساويًا لجهد الضغط مضافًا إليه جهد الجاذبية، وعليه لو عبرنا عن الجهد المائي في صورة ارتفاع هيدروليكي hydraulic head (H) على أساس وحدة الوزن فإن H= h + z

ويكون التدرج أو المنحدر في الجهد (I) وهو ما يسمى بالتدرج الهيدروليكي (hydrauaulic gradient) يساوي:

$$I = \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{H2 - H1}{\Delta S}$$

أي التدرج في الجهد مقسومًا على المسافة (ΔS).

ومن أهم القوانين التي تحكم حركة الماء في التربة قانون دارسي (Darcy, law) الذي يوضح أن العلاقة بين تدرج الجهد الهيدروليكي (I) ومعدل تصرف الماء أو سرعة السريان (q) علاقة طردية، والصورة العامة لهذا القانون يمكن كتابتها على الصورة التالية: q=-kI

وثابت التناسب (K) هو معامل التوصيل الهيدروليكي للتربة.

ويستعمل أيضًا لحساب كمية أو حجم الماء المتدفق في وحدة الزمن (Q) معادلة بواسيل (Poiseuile's equation) التي تحكم حركة الماء في الأنابيب الضيقة، والتي يمكن استعمالها في حالة السريان المشبع في التربة، وهذه المعادلة يمكن كتابتها على الصورة التالية:

$$Q = \frac{P\pi R^4}{8L\eta}$$

حيث p فرق الضغط، Rيصف الأنبوبة، η لزوجة السائل، Lطول الأنبوبة.

ومعدل تدفق الماء في التربة لا يعتمد على قيمة المسامية الكلية لها ولكن على حجم وتوزيع المسام، ويزداد معدل التدفق في حالة الرمل والزلط المتجانس الحبيبات، ولأن حجم المسام في الأرض الرملية أكبر من الأرض الطينية فإن معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع للأرض الرملية أكبر من الأرض الطينية، وذلك على الرغم من ارتفاع قيمة المسامية الكلية للأرض الطينية عن الأرض الرملية.

ثانيًا: تدفق الماء في الأرض غير المشبعة (Unsaturated Soil):

في الحالة الغير مشبعة يكون جزءًا من مسام الأرض مملوءًا بالهواء. ويتحرك الماء في الأرض في هذه الحالة في صورة سائلة وأيضًا في صورة بخار ماء. ويتوقف معدل السريان غير المشبع على الحجم الفعال للمسام وعلى الشد الممسوك به الماء، ويقل السريان كلما قلت نسبة الرطوبة في التربة. وعندما تجف التربة إلى حد معين يتوقف سريان الماء في الصورة السائلة وتصبح حركته فقط في صورة غازية، ومعامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع للتربة يأخذ قيمة تتوقف على جهد الشد ويكون دائمًا أقل من معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع لنفس التربة.

وحركة بخار الماء في التربة تتم بأسلوبين هما السريان الكتلي والانتشار، والقوة الدافعة في هذه الحالة هي الاختلافات في ضغط بخار الماء من نقطة إلى اخرى، ومن المفيد هنا أن نذكر أن أقصى حركة لبخار الماء في الأرض تحدث مباشرة قبل الوصول بالرطوبة إلى نقطة الذبول.

وكما ذكرنا من قبل فإن التعبير عن الماء في التربة يمكن أن يكون عن طريق كمية الماء في التربة أي المحتوي الرطوبي أو عن طريق الطاقة المصاحبة للماء أي جهد الماء في التربة. وهناك علاقة عكسية بين المحتوي الرطوبي للتربة وجهد الشد (matric potential) وهذه العلاقة مميزة لكل تربة ولذلك يسمى المنحنى الذي يمثل هذه العلاقة بمنحنى الرطوبة المميز للتربة (soil moisture characteristic curve).

وهناك بعض المصطلحات الرطوبية الهامة للتربة منها:

- **نسبة التشبع**: وهي المحتوى الرطوبي للتربة في الحالة المشبعة.

- **السعة الحقلية**: وهي قيمة المحتوى الرطوبي للتربة المشبعة بعد صرف الماء الحر بها (ماء الجذب الأرضي) وذلك بعد 2-3 من الري أو المطر الغزير. ويكون جهد الماء الأرضي ما بين -10 إلى -33 كيلو باسكال (kpa) أو في المتوسط -1/ 3 ضغط جوي.

- **نقطة الذبول المستديم**: وهي المحتوى الرطوبي للتربة عندما يتعرض النبات النامي بها لحالة الذبول المستديم، وقيمة الجهد المائي عندها تعادل -15 بار أي - 1500 كيلو باسكال.

- **الماء المتاح أو الماء الميسر للنبات**: وهو الفرق بين قيمتي المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية وعند نقطة الذبول المستديم.

ويمكن تصنيف الماء في التربة طبيعيًا أو فيزيائيًا على أساس درجة احتفاظ التربة به إلى:

1- **الماء الحر (ماء الجذب الأرضي) free water or gravitional water**:

وهو الماء الذي يُصرف من التربة المشبعة إلى أسفل تحت تأثير الجاذبية الأرضية خلال يومين من الري. وهذا الماء ممسوك باسترخاء عند جهد مائي يتراوح من صفر إلى -1/ 10 ضغط جو.

2- **الماء الشعري capillary water**:

وهو الماء الممسوك في التربة بجهد مائي يتراوح من -0.1 إلى 31 ضغط جوي. وتحتفظ به التربة داخل المسام ويمكنه الارتفاع فيها إلى أعلى ضد الجاذبية الأرضية، وهو ممسوك بين السعة الحقلية والمعامل الأيجروسكوبي.

3- **الماء الأيجروسكوبي أو الماء الهيجروسكوبي hygroscopic water**:

وهو الماء الممسوك حول حبيبات التربة الجافة في صورة أغشية رقيقة جدًا بسمك جزيء ماء، وذلك لأن جزئيات الماء قطبية فتنجذب حول الحبيبات الغروية للتربة، والماء الهيجروسكوبي ممسوك في التربة بقوة شد تتراوح من 31 إلى 10000 جو، ولذلك فهو عديم الفائدة للنبات والكائنات الحية بالتربة.

ويُصنف الماء في التربة حيويًا أو بيولوجيًا إلى:

1- **ماء فائض**: وهو يمثل الرطوبة الزائدة عن السعة الحقلية وليس له فائدة للنباتات الراقية، ويفقد هذا الماء بالجذب الأرضي.

2 – **الماء الصالح أو الميسر (available water)**: وهو الماء الذي تحتفظ به التربة فيما بين السعة الحقلية ومعامل الذبول (نقطة الذبول المستديم).

3 – **الماء الغير متيسر unavailable water**: ويشمل الماء الممسوك في التربة عند نقطة الذبول الدائم والماء الهيجروسكوبي وأيضًا الجزء من الماء الشعري الذي تمتصه النباتات ببطء شديد بحيث لا تستطيع معه منع الذبول.

وأود الإشارة هنا إلى أن حركة الماء في التربة قد تكون إلى أسفل (downward flow) كما في حالة حركة ماء الجذب الأرضي إلى أسفل، أو تكون حركة الماء لأعلى (upward flow) عند ارتفاع الماء إلى أعلى داخل مسام التربة بالخاصية الشعرية، أو يتحرك الماء جانبيًا في التربة بين النقط المختلفة في الجهد المائي لها.

ومع حركة المياه في التربة تنتقل المواد المذابة (solutes) ويكون انتقالها عن طريق:

1 – الانتقال الكتلي، حيث ينتقل الماء طبقًا لقانون دارسي حاملًا معه المواد المذابة.

2 – انتشار المواد المذابة (diffusion) حيث تميل المواد المذابة إلى الانتشار من أماكن التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل.

3 – التفرق الهيدروديناميكي hydrodynamic dispersion: وهذه الميكانيكية تعمل على تساوي تركيز المواد المذابة بين المواقع المختلفة في التربة، وينتج هذا التفرق من عدم تساوي سرعة حركة الماء بين المسام عند تدفق المحلول، وكذلك على امتداد مقطع المسام المنفردة نفسها، وهذا يؤدي إلى أن أجزاء من المحلول تختلط بالأجزاء الأخرى أو تتفرق فيها، وبذلك يحدث مع الوقت تساوي في تركيز المواد المذابة.

فالانتقال الكتلي للمواد المذابة يشبه انتقال الشخص الجالس في القطار فهو ينتقل مع القطار، أما انتقال المواد المذابة بالانتشار والتفرق الهيدروديناميكي فهو يشبه انتقال بعض ركاب القطار من العربات المزدحمة إلى العربات الأقل زحامًا أو المسافرين دائمي الحركة داخل القطار.

3-3: النبات والماء

لقد بينا أن الماء هو أساس وسر الحياة في الكون وأن الله سبحانه جعل من الماء كل شيء حي ﴿ أَوَلَمْ يَرَ ٱلَّذِينَ كَفَرُوٓاْ أَنَّ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَٰهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ ۖ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴾ (الأنبياء:30).

وهذا يظهر بوضوح في حالة النبات كما سوف نوضح هنا فإن النبات يحصل على غذائه من الأرض ومن الجو عن طريق الماء. ويكون الماء أكثر من 90٪ من جسم النبات. والعوامل البيئية التي تؤثر على نمو النباتات تشمل: الضوء- الحرارة - الهواء- الماء - التثبيت الميكانيكي - العناصر الغذائية، ونجد أنه باستثناء الضوء فإن الأرض تعتبر هي الوسيط (agent) الذي يمد النباتات إما كلية أو جزئيًا بكل هذه العوامل الخارجية، ومع ذلك فإنه يمكن زراعة النباتات بدون تربة كما هو الحال في الزراعة في المزارع المائية. ولكن بدون الماء لا يمكن أن ينمو النبات، فعملية إنبات البذور والحبوب لا تتم بدون الماء، والماء هو الذي يجعل النبات يحصل على العناصر الغذائية بعضها من الجو وبعضها من التربة، فمعروف أن النباتات تحصل على غذائها عن طريق الأوراق الخضراء في عملية البناء أو التمثيل الضوئي (والماء هو أساسها) أو عن طريق الجذور (الماء شرط لدخول العناصر الغذائية لجذور النباتات). ثم تنتقل العناصر الغذائية من الجذر أو من الورقة إلى باقي أجزاء النبات عن طريق الذوبان في الماء، وحتى عملية فقد الماء من ثغور أوراق النباتات في عملية النتح هي عملية ضرورية لاستمرار حياة النبات، لأنه بسبب هذه العملية يستمر الإمداد بالماء من التربة في خيط متصل من الجذر حتى الأوراق التي قد تكون على ارتفاع يعادل عشرات الأمتار فوق سطح الأرض. وأيضًا عن طريق فقد واكتساب الماء يتم المحافظة على درجة حرارة مناسبة للنبات، وكل العمليات الحيوية والفسيولوجية المختلفة داخل النباتات لا تتم ولا تكتمل إلا في وجود الماء، كمادة تدخل في التفاعل أو كعامل مساعد لاكتمال التفاعل.

والعناصر الغذائية الضرورية للنبات تشمل عناصر غذائية كبرى يحتاجها النبات بكميات كبيرة وتشمل الكربون (C) - الهيدروجين (H) - الأوكسجين (O) - النتروجين (N) - الكبريت (S) - الفوسفور (P) - البوتاسيوم (K) - الكالسيوم (Ca) - والماغنسيوم (Mg)، وعناصر صغرى يحتاجها النبات بكميات صغيرة (أجزاء من المليون) ولو زاد تركيزها عن حد معين صغير تُصبح سامة للنبات. وتشمل عناصر: الحديد (Fe) - المنجنيز (Mn) - الزنك (Zn) - النحاس (Cu) - البورون (B) - المولبدنيم (Mo) - والكوبلت (Co) . ويمكن التعرف مستقبلًا على وجود عناصر أخرى قد تكون لازمة لنمو النباتات ولكنها تحتاج منها كميات ضئيلة فقط.

ويحصل النبات على عناصر الكربون والأوكسجين والأيدروجين من الجو والماء أما العناصر الباقية فيحصل عليها النبات من التربة إذا وجدت أصلًا أو أضيفت على هيئة سماد عضوي أو كيماوي، وهناك عناصر عديدة موجودة في النبات ولم تثبت بعد أهميتها. والنتروجين من بين العناصر الغذائية الضرورية الكبرى للنبات ولكنه لا يدخل في تركيب مكونات القشرة الأرضية، ولذا فإنه لابد وان تعتمد النباتات على مصدر آخر لهذا العنصر إما بالتسميد الصناعي بمركبات تحتوي على الأزوت (النتروجين) أو بالتثبيت الطبيعي لأزوت الهواء الجوي بواسطة البكتريا والطحالب التي يعيش أغلبها في معيشة تكافلية على جذور النباتات.

وتحصل النباتات على احتياجاتها من الكربون والأوكسجين من الجو مباشرة عن طريق عملية التمثيل (البناء) الضوئي والتنفس، أما الأيدروجين فيحصل النبات عليه من الماء (الذي يدخل عن طريق الجذور، وأيضًا عن طريق الأوراق). أما باقي العناصر الغذائية فيحصل عليها النبات من الجزء الصلب من الأراضي، بعد تحول هذه العناصر إلى صورة ذائبة ميسرة.

عملية التمثيل أو البناء الضوئي Photosynthisis:

تحتوي النباتات الخضراء (وبعض الأحياء الأخرى) على صبغة اليخضور وهي ما تسمى بالكلوروفيل (Chlorophile) وهي التي تمكن النباتات وبعض الطحالب من استخدام الطاقة الشمسية أو الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية تساعد في إتمام عملية

التمثيل أو البناء الضوئي. وفيها يتم اتحاد الماء وثاني أكسيد الكربون لتخليق السكريات. حيث يمتص النبات حاجته من العناصر الغذائية إما في صورة غاز أو في صورة سائلة عن طريق الجذور أو الأوراق، حيث تمتص أوراق النباتات الخضراء ثاني أكسيد الكربون والماء والأوكسجين.

وتتم عملية البناء الضوئي بمساعدة الطاقة الشمسية، والجزء من الطاقة الشمسية الذي يُستعمل بواسطة النباتات في تمثيل ثاني أكسيد الكربون يبلغ فقط 0.01٪ من مجموع الطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض.

وهذا الجزء من الطاقة الشمسية يتحول إلى طاقة كيميائية وبذلك تنتقل عناصر الكربون والأوكسجين والأيدروجين من الجو إلى النبات. وتمثل المعادلة التالية عملية التمثيل أو البناء الضوئي في النباتات الخضراء (وبعض الأحياء مثل الطحالب) وهذه العملية هي العملية الأساسية لكل الحياة على وجه الأرض، فمنها يتغذى النباتات والتي يتغذى عليها بعد ذلك الإنسان والحيوان:

٦ك أ٢ + ٦ يد٢ أ + طاقة ⟵ ك٦ يد ١٢ أ٦ + ٦ أ ٢

$$6\,Co_2 + 6\,H_2O + \text{energy} \longrightarrow C8\,H_{12}\,O_6 + 6O_2$$

والسكريات التي تتخلق من هذه العملية تكون السيليولوز والمواد المعقدة الأخرى التي تدخل في مكونات المادة الجافة للنبات.

وفي أثناء تنفس النبات فإنها تؤكسد الكربوهيدرات إلى بخار ماء وثاني أكسيد كربون وطاقة:

ك أ أ يد + أ٢ ⟵ ك أ٢ + يد٢ أ + طاقة

والنباتات الحية (وجميع الأحياء) لها تأثير حيوي عن طريق تحويل الطاقة. وعندما تموت النباتات والكائنات الأخرى فإنها تمد الأرض بكميات كبيرة من البقايا والمواد التي يكون لها التأثير التالي:

1- تساعد على استمرار أنواع أخرى في الحياة.

2- تغير من الشكل الظاهري لسطح الأرض.

3- تساعد على سرعة عمليات تجوية معادن وصخور القشرة الأرضية وتنشط عمليات تكوين الأراضي.

- والماء ضروري لحياة الكائنات التي تقوم بتثبيت الأزوت الجوي ومنها:

أ- البكتريا التكافلية، وهي تعيش في المناطق الاستوائية عادة وبعضها هوائي وبعضها بكتريا غير هوائية.

ب- بكتريا غير تكافلية، أي تعيش مستقلة، ومنها ما يعيش في بيئة هوائية مثل الأزوتوباكتر، ومنها ما يعيش في بيئة غير هوائية مثل بكتريا الكلستريديم (azotobacter and clostridium).

جـ- الطحالب الزرقاء المخضرة، والتي لها القدرة على تثبت أزوت الهواء الجوي.

وهذا الأزوت الذي تثبيته هذه الأحياء يكون ضروري لتغذية النبات.

وهناك علاقة واضحة بين توزيع الغطاء النباتي الطبيعي على سطح الأرض وكمية وتوزيع الأمطار (بالإضافة مع درجة الحرارة). والغطاء النباتي من الغابات والحشائش والصحاري يتحكم في توزيعه على سطح الأرض كميات المطر، فتسود الغابات الضخمة في المناطق الاستوائية غزيرة الأمطار بينما تسود النباتات الصحراوية القزمية عندما تندر الأمطار، وتعبير الصحراء هو تعبير مناخي نباتي يدل على انعدام النبات عند انعدام الأمطار.

عملية النتح (Transpiration):

ويقصد بعملية النتح فقد الماء في صورة بخار ماء عن طريق الثغور المنتشرة على أوراق البناتات، حيث تُفتح الثغور في وجود الضوء لدخول ثاني أكسيد الكربون وبخار

الماء لإتمام عملية البناء الضوئي، وعندما تُفتح الثغور يخرج بخار الماء وثاني أكسيد الكربون الناتجين من عملية تنفس النبات.

فمن المعروف أن جذور النباتات تمتص الماء من التربة بسبب وجود فرق في الضغط الأسموزي نظرًا لاختلاف تركيز المواد المذابة بين الماء الموجود في العصارة النباتية بجذور النبات وبين الماء الموجود في التربة. ويتحرك الماء من التربة إلى الجذور ومنها ينتقل إلى السيقان ثم الأوراق. وبفقد الماء من ثغور الأوراق بعملية النتح يستمر خيط الماء متصلًا ما بين الجذور والأوراق، وبذلك يستمر البنات في امتصاص الماء من التربة، ولنا أن نعلم أن عدم امتصاص الجذور للماء بالقدر الكافي يسبب تعرض البنات للذبول ثم الموت. وقد سبق أن أوضحنا أنه عند نسبة رطوبة صغيرة في التربة تُسمى بمعامل الذبول المستديم يصبح الماء غير كافٍ وتذبل النباتات ولا تعود لحالتها، أي لا تُشفي من الذبول إلا بإضافة الماء للتربة عن طريق الري أو الأمطار الكافية.

فعملية البناء الضوئي وعملية النتح إذًا عمليتان لازمتان لاستمرار حياة النبات، فمن خلال الثغور المنتشرة على أسطح أوراق النبات ينفذ الهواء إلى داخل الأوراق حيث تقوم البلاستيدات الخضراء (chloroplasts) بامتصاص ثاني أكسيد الكربون من هذا الهواء بالإضافة إلى جزء صغير من الماء الموجود لكي تعطي الكربوهيدرات اللازمة لنمو النبات، ويصاحب عملية دخول الهواء إلى داخل الأوراق عن طريق الثغور عملية النتح والتي تتمثل في خروج بخار الماء من خلال الثغور إلى الجو، وعملية النتح بالإضافة إلى أنها تسمح باستمرار امتصاص النبات للماء والعناصر الغذائية بواسطة جذور النبات فهي وسيلة هامة من وسائل تنظيم درجة حرارة النباتات.

ولك أن تعلم أن النبات يستفيد بجزء ضئيل فقط من الماء الذي يمتصه في بناء المادة الحية (حوالي 1٪ من الماء الممتص) والجزء الأكبر يفقد عن طريق النتح، وبعملية النتح ينتقل الماء من التربة إلى بخار ماء يصل إلى الجو.

ويستعمل مصطلح البخرنتح (evapotranspiration - ET) للتعبير عن كمية المياه المفقودة بالبخر من سطح الأرض والنباتات والمياه المفقودة بالنتح من ثغور أوراق البناتات، ومن مقدار البخر نتح يمكن معرفة احتياجات البنات من الماء أو الاستهلاك المائي للنباتات.

الاستهلاك المائي للنبات water consumptive use:

وهناك علاقات كثيرة تحدد علاقة النبات النامي بكمية المياه التي يستهلكها من التربة، مع الأخذ في الاعتبار أن خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية وأيضًا كمية الماء بالتربة ودرجة احتفاظ التربة بهذا الماء تؤثر لدرجة كبيرة في علاقة البنات بالماء. ومن هذه العلاقات الهامة للنبات بالماء ما يُسمى بالاستهلاك المائي، ويُعرف بأنه مقدار ما يستهلكه النبات من الماء عن طريق كل من البخر والنتح مضافًا إليها الماء الداخل في تركيب النبات نفسه. ويعبر عن مقدار الاستهلاك المائي للنبات كارتفاع عمود ماء مقاسًا بالبوصة أو المليمتر وكذلك يمكن التعبير عنه بالأمتار المكعبة. ويُستعمل مصطلح الاحتياج المائي (water requirement) ليعبر عن مقدار الماء الذي يستهلكه النبات عن طريق البخر والنتح أي لا يدخل هنا في الحساب مقدار الماء المحتجز بأنسجة النبات والذي يقل عن *1٪* من الماء المفقود أثناء موسم نمو النبات.

ومن معرفة كمية أو مقدار البخر نتح يمكن معرفة استهلاك النبات للماء. فالاستهلاك المائي يساوي تقريبًا البخر نتح، وهناك مصطلحان يستعملان لوصف البخرنتح هما:

البخرنتح العياري أو الممكن ETp – potential evapotranspiration:

ويقصد به أقصى كمية من الماء يمكن أن تُفقد بالبخر نتح من مساحة معينة من التربة بها نباتات تنمو تحت ظروف مثلى من الرطوبة، أي الماء ميسر دائمًا بطريقة سهله

للنبات بحيث لا يعاني النبات من العطش طوال فترة نموه، أي أن العامل المؤثر هنا هو العوامل الجوية فقط.

البخر نتح الفعلي ETa actual evaporanspiration:

وهو يعبر عن مقدار الماء المفقود من النبات بالبخر نتح تحت الظروف الفعلية، أي أنه لا يتوقف على العوامل الجوية بالمنطقة فقط بل يتوقف أيضًا على مقدرة النباتات على استخراج الماء من التربة وهذا بالطبع يحكمه نوع النبات وكثافته ومرحلة نموه وغير ذلك بالإضافة لنسبة الرطوبة في التربة.

وتختلف النباتات في الاستهلاك المائي بسبب اختلافها في نوعية مجموعها الجذري والخضري، فهناك نباتات سطحية الجذور مثل محاصيل الخضروات والنجيليات، وهناك نباتات عميقة الجذور مثل القطن وكل الأشجار. وهناك نباتات كثيفة الغطاء الخضري وأخرى أقل كثافة، وهناك نباتات عريضة الأوراق وأخرى رفيعة أو أبرية الأوراق وهكذا، وبصفة عامة يزداد امتصاص النبات للماء كلما كان الماء في التربة أكثر يسرًا أو أكثر صلاحيةً، وأغلب الماء يتم امتصاصه من الطبقات العليا من بروفيل التربة.

وتتفاوت كمية الاستهلاك المائي لنفس النبات على طول فترة نموه، فهي تزداد خلال فترة النمو وتصل إلى أقصاها أثناء مرحلة التزهير ثم تقل مرة أخرى أثناء مرحلة الإثمار والنضج بحيث ينعدم الاستهلاك تقريبًا في نهاية مرحلة نمو النبات واصفراره تمامًا، وهذه عوامل يجب أخذها في الاعتبار عند عمل برامج جدولة الري.

وهناك عوامل عديدة تؤثر في الاستهلاك المائي للنبات، منها ما هو خاص بعوامل النبات، ومنها ما هو خاص بعوامل المناخ، ومنها ما هو خاص بعوامل التربة.

1 - **عوامل النبات:** إن خواص النبات وبخاصة نوع وكثافة وامتداد الجذور، وكذلك كثافة الغطاء الخضري وبالأخص الأوراق من حيث مساحتها وشكلها ولونها وسلوك الثغور وارتفاع النبات كل ذلك يؤثر في كمية الاستهلاك المائي بواسطة النبات،

وهذه العوامل سوف تؤثر على صافي الطاقة الشمسية المستغلة في عمليتي البخر والنتح، حيث يتوقف ذلك على لون الأوراق ونسبة السطح المغطى من الأرض بها، فكلما كان لون الأوراق غامقًا أدى ذلك إلى انعكاس كمية أقل من الطاقة الشمسية وامتصاص قدر أكبر من هذه الطاقة مما يزيد من الاستهلاك المائي، وكلما كانت المساحة السطحية للأوراق أكبر ازدادت كمية المياه المفقودة بالنتح، وأيضًا كمية المياه المفقودة بالبخر من على سطح الأوراق عند تجمع ماء المطر أو الندي عليها، ويزداد الاستهلاك بزيادة طول الجزء الخضري من النبات، وكذلك يزداد الاستهلاك بزيادة طول جذور النباتات وكثافتها خاصة في المناطق الجافة، ويتفاوت الاستهلاك المائي أثناء مراحل نمو النبات كما أوضحنا من قبل.

2- **عوامل المناخ**: تؤثر الظروف المناخية وبخاصة درجة الحرارة وضغط البخار الجوي وشدة الضوء والرياح على الاستهلاك المائي للنبات، فيزداد الاستهلاك المائي بزيادة درجة حرارة الجو المحيط بالنبات، وتؤثر الرطوبة النسبية للجو تأثيرًا واضحًا أيضًا في الاستهلاك المائي للنبات، إذ كلما كان الهواء الجوي أكثر جفافًا كانت قدرته على استيعاب بخار الماء أكبر، أي أنه كلما كان هناك فرق في الضغط البخاري بين ذلك الموجود عند سطح الورقة وهذا الموجود في الهواء الخارجي أدى ذلك إلى زيادة البخر نتح وبالتالي زيادة الاستهلاك المائي للنبات، وأيضًا كلما كان الإشعاع الشمسي أكثر كان للضوء تأثير أوضح في فتح الثغور وزيادة فقد الماء بالبخر نتح، أما تأثير الرياح فيرجع إلى أنها تساعد في إزالة بخار الماء من المنطقة المزروعة وجلب هواء جاف مرة أخرى إليها مما يزيد من الاستهلاك المائي للنبات.

3- **عوامل التربة**: كما أوضحنا عند الحديث عن التربة والماء، فإن قوة احتفاظ التربة بالماء وبالتالي مقدار توفر الماء الصالح أو الميسر للنبات يختلف حسب نوع التربة خاصة القوام والبناء، حيث يؤثر ذلك على الجهد المائي بالتربة، كما يؤثر لون التربة ونسبة الرطوبة بها على مقدار البخر نتح وبالتالي على الاستهلاك المائي للنبات.

امتصاص جذور النبات للماء والعناصر الغذائية من التربة:

سبق أن ذكرنا أن بعض العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات يُمتص أو يُؤخذ من الجو في عملية البناء الضوئي التي تقوم بها الأوراق الخضراء للنبات، وبصفة خاصة الكربون والأيدروجين والأوكسجين. وباقي العناصر الغذائية اللازمة للنبات يتم امتصاصها من التربة بعد ذوبانها في الماء ودخولها إلى جذور النبات، وعنصري الماء (الأيدروجين والأوكسجين) يدخلان أيضًا عن طريق الجذور وتقوم جذور النباتات بإمتصاص العناصر الغذائية من المحلول الأرضي بطريقتين هما:

1 - **الامتصاص النشط active absorption**: وأحيانًا يسمى بالتراكم accumilation: والامتصاص بهذه الطريقة عبارة عن عملية حيوية بحتة خلال خلايا البلازما من خلية إلى أخرى عن طريق الانتشار diffusion وحتى يصل إلى خلايا الأندودرمس (endodermis) ومنها إلى الأوعية الناقلة ثم إلى باقي أجزاء النبات. وهذه العملية تحتاج إلى طاقة يكتسبها النبات عن طريق الفسفرة (phosphorilation):

$$ATP \longrightarrow ADP + energy$$

2 - **الامتصاص السالب passive absorption**: والامتصاص بهذه الطريقة عبارة عن عملية طبيعية كيماوية بحتة يدخل فيها العنصر الغذائي خلال جدار الخلايا في الفراغ الظاهري الحر وينتقل من خلية إلى أخرى بالانتشار diffusion أو حسب نظرية دونان (donnan) أو بالتلامس (contact) وحتى خلايا الأندودرمس ويقف بعد ذلك لوجود شريط كاسبري حول هذه الخلايا، والمتكون من لجنين ودهون تعيق استمرار الامتصاص ومرور الماء خلالها، فيتجه الامتصاص بعد ذلك إلى البلازما ثم إلى الأوعية الناقلة ومنها إلى باقي أجزاء النبات.

ونظرية دونان مقصود بها نظرية نظم الأغشية شبه المنفذة لأنه عند تواجد نظامين مفصولين بغشاء شبه منفذ أحد هذين النظامين غروي مشحون والآخر محلول فإن

الأيونات تنتقل خلال الغشاء ولا تنتقل حبيبات الغروي، ويستغنى عن وجود الغشاء بوجود الأيونات الغير قابلة للانتشار مثل حبيبات الغروي (الطين مثلًا أو جذور النبات المشحونة).

وحتى يحدث امتصاص للعناصر الغذائية بواسطة جذور النبات ، فلابد أن تكون هذه العناصر في صورة صالحة للامتصاص، ويحدث ذلك في خطوات هي:

1- تحول العنصر من الطور الصلب إلى الطور السائل في المحلول الأرضي.

2- تحرك الأيون من أي نقطة في المحلول الأرضي إلى جوار الجذر.

3- انتقال الأيون من جانب الجذر إلى داخله ثم إلى داخل النبات.

- ويتم تحول العنصر من الطور الصلب إلى المحلول الأرضي عن طريق:

أ- التبادل exchange (نظرية ثاني أكسيد الكربون):

حيث جذور النباتات تحمل الأيدروجين (+H) على سطوحها كنتيجة لخاصية التبادل الأيوني لها، وكذلك تفرز غاز ثاني أكسيد الكربون كنتيجة لعملية التنفس، ويذوب ثاني أكسيد الكربون المفرز في الماء ليعطي حمض الكربونيك الذي يتأين في المحلول الأرضي إلى أيونات أيدروجين موجبة الشحنة وأيونات بيكربونات سالبة الشحنة. ثم يحدث تبادل أيوني بين أيونات الأيدروجين من المحلول الأرضي وأيون العنصر المدمص على سطح الطين، وبذلك يخرج الكاتيون أحادي التكافؤ إلى المحلول ويصبح صالح للامتصاص بواسطة الجذور، أو يتحد أيون العنصر مع أيونات البيكربونات ويحدث له امتصاص في صورة بيكربونات العنصر، أو يحدث أيضًا تبادل بين الأيون وأيونات الأيدروجين المدمصة على سطح جذور النبات.

ب- الإذابة dissolution:

حيث يذيب الماء العناصر من الصورة الصلبة من النظام الأرضي وبذلك تنتقل العناصر الغذائية إلى محلول الأرضي، ومعدل هذا التحول يكون مميزًا لكل أرض ويزداد

بزيادة درجة الحرارة ونسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء الأرضي، والذي يتحول في وجود الماء إلى حامض الكربونيك الذي يزيد من ذوبان العناصر من معادن الأرض.

جـ- الخلب chelation:

لجذور النباتات القدرة على إفراز مركبات معقدة مخلبية (مقيدة) في المحلول الأرضي، وهذه ترتبط مع العناصر الغذائية المدمصة على سطوح حبيبات التربة الغروية ثم تتحرك من المحلول لجوار الجذور بخاصية الانتشار.

- ويتم تحرك الأيونات من المحلول الأرضي إلى جوار جذور النبات عن طريق:

أ- الاعتراض الجذري root interception: نتيجة لاستمرار نمو الجذور فإنها تعترض العناصر الغذائية الموجودة في المحلول الأرضي حتى تقترب منها ثم يلي ذلك عملية امتصاص هذه العناصر.

ب- الانسياب الكتلي mass flow: فنتيجة لامتصاص جذور النبات للماء فإنه يحدث للعناصر الغذائية الذائبة في الماء انتقال كتلي تلقائي إلى الجذور، ويتأثر هذا الانتقال للماء والعناصر الغذائية بلزوجة الماء والتي تتأثر بدرجة الحرارة.

جـ- الانتشار diffusion: وهو انتقال العنصر الغذائي من المحلول الأرضي إلى سطح الجذر نتيجة لوجود فرق في تركيز العنصر في المحلول الأرضي وفي النبات.

ويحدث انتقال الأيونات إلى داخل جذور النبات عن طريق:

1- التبادل بالملامسة **contact exchange**: وذلك أن لكل أيون على سطح الجذر أو على سطح الطين حقل تذبذب كهربائي، فعند تلامس جذور النبات مع سطح الطين تتقاطع حقول التذبذب هذه ويتم التبادل بين الأيونات وبعضها.

2- توزيع دونان Donnan: خط التماس بين سطح الجذر والمحلول الأرضي عبارة عن غشاء شبه منفذ يحدث خلاله عمليات التبادل والانتقال منه وإليه ويستمر ذلك

حتى يحدث التوازن أي يتساوي التركيز النشط للأيونات على كلٍّ من الجانبين، ويحكم هذا الانتقال اختلاف التركيز واختلاف نفاذية الكاتيونات والأنيونات.

3- نظرية الحامل (carrier) أو الانتقال النشط (active transport): والحامل عبارة عن جزيء عضوي (lipids) يُوجد في غشاء الخلايا، وله حرية الحركة والانتشار ويرمز له بالرمز (Tr) وهذا الحامل يستقبل الفوسفور الحامل للطاقة خلال مركب الفوسفوكاينيز (phosphokinase) ويتحرك به خلال الغشاء الخلوي في الجذر حتى يصل إلى سطحه ويلتحم مع العنصر المدمص على سطح الجذر ويتحركان معًا بعد ذلك بخاصية الانتشار حتى السيتوبلازم والذي عنده يحدث تكسير لهذه الوحدة عن طريق الفوسفاتيز (phosphatase) إلى ثلاثة أجزاء هي:

1- الأيون ويدخل إلى داخل السيتوبلازم (cytoplasm).

2- الفوسفور الحامل للطاقة ويمر خلال السيتوبلازم وحتى سطح غشاء الميتاكوندريا والتي يحدث فيها عملية الفسفرة ويتحد مع مركب ADP ويكون ATP الذي بدوره يتحول إلى ADP وينفرد الفسفور الحامل للطاقة في السيتوبلازم ويتحرك حتى غشاء الستوبلازم عند الـ phosphokinase ويمر خلال غشاء الخلية وينتظر الحامل (Tr).

3- الحامل (Tr) ينطلق عند غشاء السيتوبلازم ويتحرك بالانتشار ليلتحم مع الفوسفور الحامل للطاقة.

- امتصاص النبات للماء من التربة:

الماء يكون أكثر من 90٪ من الوزن الطازج لأنسجة النبات، وكمية الماء المارة داخل النبات تفوق بكثير ما يحتويه النبات نفسه من الماء لأن النبات ممر للماء من الجذور إلى الأوراق حيث يحدث النتح، ومعروف أن النبات يحصل على بعض الماء عن طريق

الأوراق، ولكن جذور النبات هي الطريق الأساسي لامتصاص الماء، ويمتص الجذر حاجته من الماء بطريقتين هما:

1- الامتصاص السلبي:

وفيه يحدث انتقال للماء من المحلول الأرضي إلى داخل خلايا الجذر عندما يكون نقص الضغط الانتشاري في عصير الخلايا أعلى من نظيرة في الماء الأرضي، ويحدث ذلك نتيجة لحدوث عملية النتح من الأوراق التي تسبب شد الماء من المحلول الأرضي في صورة خيط متصل من الجذور إلى الأوراق، ويسمى ذلك بالامتصاص السلبي، لأن الخلايا النباتية في هذه الحالة لا تقوم بدور مباشر في عملية الامتصاص هذه، حيث أن نقص الضغط الانتشاري نتج عن تغير ظروف معينة مثل النتح أو ارتفاع درجة الحرارة في الجزء الخضري من النبات.

2- الامتصاص الإيجابي:

وفيه يحدث انتقال للماء من المحلول الأرضي إلى النبات عن طريق الضغط الجذري، أي أن لجذور النبات هنا دورًا مباشرًا في عملية الامتصاص، وميكانيكية هذا الامتصاص هي أنه عند المحتوي الرطوبي للأرض المساوي للسعة الحقلية فإن الضغط الأسموزي للعصير الخلوي يكون أقل من ضغط الانتشار للمحلول الأرضي وبالتالي يتحرك الماء من الأرض إلى الجذر، وعمومًا فإن كمية الماء الممتصة بهذه الطريقة قليلة جدًا بالمقارنة بطريقة الامتصاص السلبي.

النبات والماء في القرآن الكريم

لقد ورد ذكر الماء مرتبطًا مع النبات أو الزرع أو الثمرات وما إلي ذلك في عديد من آيات القرآن في واحد وعشرين موضعًا أود هنا أن أذكرها لقوم يذكرون، وهذه الآيات هي:

- ﴿ ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ فِرَٰشًا وَٱلسَّمَآءَ بِنَآءً وَأَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجَ بِهِۦ مِنَ ٱلثَّمَرَٰتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۖ فَلَا تَجْعَلُوا۟ لِلَّهِ أَندَادًا وَأَنتُمْ تَعْلَمُونَ ﴾ (البقرة:22).

فلقد جعل ربنا الأرض ممهدة كالبساط وجعل السماء كالسقف للأرض وأنزل بقدرته الماء من السماء على الأرض فنبتت به النباتات المختلفة التي تمدنا بجميع الثمرات رزقًا وافرًا من الخالق الكريم، فكيف نجعل له شركاء في العبادة ونحن نعلم جيدًا أنه هو الله الواحد لا شريك له.

- ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًا وَمِنَ ٱلنَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّٰتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَٰبِهٍ ۗ ٱنظُرُوٓا۟ إِلَىٰ ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثْمَرَ وَيَنْعِهِۦٓ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكُمْ لَءَايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴾ (الأنعام:٩٩).

فعندما يُنزل الله ماء المطر من السماء يخرج من الأرض بناتًا أخضر منه نحصل على حبًا متراكبًا، وينمو النخل الذي تتدلى منه ثمار البلح وأيضًا حدائق الأعناب والزيتون والرمان وتعطي ثمار مختلفة عند النضج وكل هذه دلالات واضحة لم يؤمن.

- ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِى يُرْسِلُ ٱلرِّيَٰحَ بُشْرًۢا بَيْنَ يَدَىْ رَحْمَتِهِۦ ۖ حَتَّىٰٓ إِذَآ أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَٰهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنزَلْنَا بِهِ ٱلْمَآءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ ۚ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ ٱلْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ﴾ (الأعراف:٥٧).

وكما أوضحنا في الحديث عن المطر، فإن الله يرسل الرياح بشارة بتكون السحاب

الثقيلة المتراكمة التي يسقط منها المطر على بلد لا زرع فيه فينبت من الأرض أنواع الزروع التي ينتج عنها كل أنواع الثمار، وكذلك الله قادر على أن يحي الموتى.

- ﴿إِنَّمَا مَثَلُ ٱلْحَيَوٰةِ ٱلدُّنْيَا كَمَآءٍ أَنزَلْنَٰهُ مِنَ ٱلسَّمَآءِ فَٱخْتَلَطَ بِهِۦ نَبَاتُ ٱلْأَرْضِ مِمَّا يَأْكُلُ ٱلنَّاسُ وَٱلْأَنْعَٰمُ حَتَّىٰٓ إِذَآ أَخَذَتِ ٱلْأَرْضُ زُخْرُفَهَا وَٱزَّيَّنَتْ وَظَنَّ أَهْلُهَآ أَنَّهُمْ قَٰدِرُونَ عَلَيْهَآ أَتَىٰهَآ أَمْرُنَا لَيْلًا أَوْ نَهَارًا فَجَعَلْنَٰهَا حَصِيدًا كَأَن لَّمْ تَغْنَ بِٱلْأَمْسِ ۚ كَذَٰلِكَ نُفَصِّلُ ٱلْءَايَٰتِ لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ﴾ (يونس: ٢٤).

وهنا يبين لنا ربنا أن الدنيا خضرة حلوة ولكنها إلى زوال، فهي مثل النباتات التي تُزين الأرض عند نزول الماء عليها، ولكن إذا أخذت الأرض حسنها وجمالها حكم عليها الله بالهلاك فجعلها مثل الزرع المحصود وكأنها لم يكن موجود بها نبات أو زرع باليوم السابق على هلاكها، ولابد لنا أن نتفكر في ذلك ولا نغتر بهذه الدنيا التي هي إلى زوال وأن نعمل الصالحات استعدادًا للآخرة.

- ﴿وَفِى ٱلْأَرْضِ قِطَعٌ مُّتَجَٰوِرَٰتٌ وَجَنَّٰتٌ مِّنْ أَعْنَٰبٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنْوَانٌ وَغَيْرُ صِنْوَانٍ يُسْقَىٰ بِمَآءٍ وَٰحِدٍ وَنُفَضِّلُ بَعْضَهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِى ٱلْأُكُلِ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ﴾ (الرعد: ٤).

أي: في الأرض مساحات متجاورة بها بساتين من أعناب وأنواع من الزروع ونخيل، وهذه الزروع بعضها خارج من أصل واحد وبعضها ليس كذلك ومع ذلك فثمار بعضها أفضل من الأخرى في الطعم وفي الحجم وغير ذلك على الرغم من أنها في نفس المكان وتُسقى بماء واحد، فهذه دلائل على قدرة الخالق العظيم لمن يعقل ويفهم.

- ﴿ٱللَّهُ ٱلَّذِى خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ وَأَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجَ بِهِۦ مِنَ ٱلثَّمَرَٰتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۖ وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلْفُلْكَ لِتَجْرِىَ فِى ٱلْبَحْرِ بِأَمْرِهِۦ ۖ وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلْأَنْهَٰرَ﴾ (إبراهيم: ٣٢)

- ﴿ هُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً لَّكُم مِّنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ۝١٠ يُنۢبِتُ لَكُم بِهِ ٱلزَّرْعَ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلنَّخِيلَ وَٱلْأَعْنَٰبَ وَمِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ ۗ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴾ (النحل: ١٠-١١).

«**تسيمون**» أي: فيه تُطلقون دوابكم للرعي فيه.

- ﴿ وَٱضْرِبْ لَهُم مَّثَلَ ٱلْحَيَوٰةِ ٱلدُّنْيَا كَمَآءٍ أَنزَلْنَٰهُ مِنَ ٱلسَّمَآءِ فَٱخْتَلَطَ بِهِۦ نَبَاتُ ٱلْأَرْضِ فَأَصْبَحَ هَشِيمًا تَذْرُوهُ ٱلرِّيَٰحُ ۗ وَكَانَ ٱللَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ مُّقْتَدِرًا ﴾ (الكهف: ٤٥)، أي: أنه بالماء يصبح النبات قوى وبعد فقده للماء يصبح متكسرًا، «**فأصبح هشيمًا تذروه الرياح**» أي: فأصبح يابسًا متكسرًا تمزقه الرياح وتشتته، «**مقتدرًا**» أي: كامل القدرة، فلا تغتر يا أخي بالدنيا.

- ﴿ ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦٓ أَزْوَٰجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّىٰ ﴾ (طه: ٥٣).

«**مهدًا**» أي: ممهدة كالفراش، سبلًا أي طرقًا، «**أزواجًا من نبات شتى**» أي: أصنافًا من نباتات عديدة.

- ﴿ وَتَرَى ٱلْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَآ أَنزَلْنَا عَلَيْهَا ٱلْمَآءَ ٱهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَأَنۢبَتَتْ مِن كُلِّ زَوْجٍۭ بَهِيجٍ ﴾ (الحج: ٥).

«**هامدة**» أي: يابسة، «**زوج بهيج**» أي: صنف جميل، «**اهتزت وربت**» أي: تحركت وزادت وذلك لأنه بإضافة الماء إلى الأرض تنتفخ الحبوب والبذور لتشربها الماء ويتم الإنبات وأيضًا لأن معادن الطين المتمددة في الأرض يحدث لها انتفاخ (swelling) عندما تتأدرت ويزيد حجم الطين بحوالي مائه ضعف من حجمه الأصلي، وأيضًا نتيجة الانتفاخ الاسموزي الذي يصاحبه أيضًا تغيرات كبيرة في الحجم، وعندما تجف الأرض يفقد الطين الماء وينكمش ويقل في الحجم.

- ﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَتُصْبِحُ ٱلْأَرْضُ مُخْضَرَّةً ۗ إِنَّ ٱللَّهَ لَطِيفٌ خَبِيرٌ ﴾ (الحج: ٦٣).

«**فتصبح الأرض مخضرةً**» أي: فتصبح ذات خضرة بعد أن كانت جدباء سوداء وقد سبق أن أوضحنا أهمية الصبغة الخضراء (الكلورفيل) للنبات في عملية البناء الضوئي.

- ﴿ وَأَنزَلْنَا مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءًۢ بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّٰهُ فِى ٱلْأَرْضِ ۖ وَإِنَّا عَلَىٰ ذَهَابٍۭ بِهِۦ لَقَٰدِرُونَ ﴿١٨﴾ فَأَنشَأْنَا لَكُم بِهِۦ جَنَّٰتٍ مِّن نَّخِيلٍ وَأَعْنَٰبٍ لَّكُمْ فِيهَا فَوَٰكِهُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿١٩﴾ وَشَجَرَةً تَخْرُجُ مِن طُورِ سَيْنَآءَ تَنۢبُتُ بِٱلدُّهْنِ وَصِبْغٍ لِّلْءَاكِلِينَ ﴾ (المؤمنون: ١٨-٢٠).

«**بقدر**» أي: بمقدار محدد، «**فأسكناه في الأرض**» أي: فجعلناه ساكنًا ومستقرًا في الأرض، «**جنات**» أي: بساتين، «**وشجرة تخرج من طور سيناء**» وهي شجرة الزيتون، «**تنبت بالدهن وصبغ للآكلين**» أي: تنبت مصحوبة بالزيت النافع وبالطعام اللذيذ.

- ﴿ أَمَّنْ خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ وَأَنزَلَ لَكُم مِّنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَنۢبَتْنَا بِهِۦ حَدَآئِقَ ذَاتَ بَهْجَةٍ مَّا كَانَ لَكُمْ أَن تُنۢبِتُوا۟ شَجَرَهَآ ۗ أَءِلَٰهٌ مَّعَ ٱللَّهِ ۚ بَلْ هُمْ قَوْمٌ يَعْدِلُونَ ﴾ (النمل: ٦٠).

فأنبتنا به حدائق ذات بهجة أي: ذات منظر جميل حسن، بل هم قوم يعدلون أي: بل هم قوم يتركون عبادة الله إلى عبادة غيره.

- ﴿ خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ۖ وَأَلْقَىٰ فِى ٱلْأَرْضِ رَوَٰسِىَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَآبَّةٍ ۚ وَأَنزَلْنَا مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴾ (لقمان: ١٠).

«**خلق السماوات بغير عمد ترونها**» أي: أوجد سبحانه السماوات دون أعمدة وترون ذلك بأعينكم، «**وألقى في الأرض رواسي**» أي: جبالًا كراهة أن تميد وأن تضطرب بكم وأنتم عليها، «**وبث فيها من كل دابة**» أي: ونشر فيها من كل دابة تتحرك على الأرض، «**من كل زوج كريم**» أي: فأنبتنا في الأرض بسبب نزول المطر كل صنف حسن جميل.

- ﴿ أَوَلَمْ يَرَوْا۟ أَنَّا نَسُوقُ ٱلْمَآءَ إِلَى ٱلْأَرْضِ ٱلْجُرُزِ فَنُخْرِجُ بِهِۦ زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعَٰمُهُمْ وَأَنفُسُهُمْ ۖ أَفَلَا يُبْصِرُونَ ﴾ (السجدة: ٢٧).

- ﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ ثَمَرَٰتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَٰنُهَا ۚ وَمِنَ ٱلْجِبَالِ جُدَدٌۢ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَٰنُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ ﴾ (فاطر: ٢٧).

وهذه الآية الكريمة تؤكد أن تنوع ألوان ثمار النباتات نابع من تنوع ألوان صخور الأرض بين الأبيض والأحمر والأسود وبين كل أثنين منهما ومن بين اختلاف درجات تلك الألوان، وذلك لاعتماد النبات في غذائه على عناصر الأرض.

- ﴿ أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَسَلَكَهُۥ يَنَٰبِيعَ فِى ٱلْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِۦ زَرْعًا مُّخْتَلِفًا أَلْوَٰنُهُۥ ثُمَّ يَهِيجُ فَتَرَىٰهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُۥ حُطَٰمًا ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَذِكْرَىٰ لِأُو۟لِى ٱلْأَلْبَٰبِ ﴾ (الزمر: ٢١).

«**فسلكه ينابيع في الأرض**» أي: فأدخله بقدرته في عيون ومسارب الأرض، «**ثم يهيج**» أي: تكثر حركته، «**فتراه مصفرًا**» أي: ذابلًا، «**حطامًا**» أي: متكسرًا.

- ﴿ وَنَزَّلْنَا مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً مُّبَٰرَكًا فَأَنۢبَتْنَا بِهِۦ جَنَّٰتٍ وَحَبَّ ٱلْحَصِيدِ ۝٩ وَٱلنَّخْلَ بَاسِقَٰتٍ لَّهَا طَلْعٌ نَّضِيدٌ ۝١٠ رِّزْقًا لِّلْعِبَادِ ۖ وَأَحْيَيْنَا بِهِۦ بَلْدَةً مَّيْتًا ۚ كَذَٰلِكَ ٱلْخُرُوجُ ﴾ (ق: ٦-١١).

وحب الحصيد أي: حب الزرع المحصود، باسقات أي: طوالا أو حوامل، طلع نضيد أي: مرتفع وثمره منضود أو متراكم على بعضه من كثرة ما فيه من الثمر.

- ﴿ وَأَنزَلْنَا مِنَ ٱلْمُعْصِرَٰتِ مَآءً ثَجَّاجًا ۝١٤ لِّنُخْرِجَ بِهِۦ حَبًّا وَنَبَاتًا ۝١٥ وَجَنَّٰتٍ أَلْفَافًا ﴾.

(النبأ: ١٤-١٦)

«**من المعصرات**» أي: من السحب التي تحمل المطر، «**ماءً ثجاجًا**» أي: مطرًا مندفعًا بكثرة وقوة، «**جناتٍ ألفافًا**» أي: بساتين كثيفة ملتفة يتداخل بعضها ببعض.

- ﴿ وَٱلْأَرْضَ بَعْدَ ذَٰلِكَ دَحَىٰهَآ ۝٣٠ أَخْرَجَ مِنْهَا مَآءَهَا وَمَرْعَىٰهَا ﴾ (النازعات: 30-31).

أي جعل الله الأرض كروية منبسطة مع نقص في طرفيها وأخرج منها بقدرته الماء والزروع المختلفة يرعي منها الحيوان ويأكل منها الإنسان.

- ﴿ فَلْيَنظُرِ ٱلْإِنسَٰنُ إِلَىٰ طَعَامِهِۦٓ ۝٢٤ أَنَّا صَبَبْنَا ٱلْمَآءَ صَبًّا ۝٢٥ ثُمَّ شَقَقْنَا ٱلْأَرْضَ شَقًّا ۝٢٦ فَأَنۢبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ۝٢٧ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ۝٢٨ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ۝٢٩ وَحَدَآئِقَ غُلْبًا ۝٣٠ وَفَٰكِهَةً وَأَبًّا ۝٣١ مَّتَٰعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَٰمِكُمْ ﴾ (عبس: 24-32).

توضح لنا هذه الآيات الكريمة أن الله أنزل الماء بقوة وكثرة فنبت في الأرض جميع أنواع الزروع والبساتين والثمار والفواكه، والتي يتغذي على الإنسان والأنعام. وقضبًا وهو ما يقضب أو يقطع ليأكله الإنسان غضًا من النبات، غلبًا أي عظيمة وكبيرة، وأبًا: وهو الكلأ والمرعى من أبه أي أمه وقصده.

* وهناك مواضع عديدة في القرآن الكريم ورد فيها ذكر النبات والأشجار والفواكه منفصلًا عن ذكر الماء كما في قوله سبحانه وتعالى:

- ﴿كَمَثَلِ حَبَّةٍ أَنۢبَتَتۡ سَبۡعَ سَنَابِلَ فِي كُلِّ سُنۢبُلَةٖ مِّاْئَةُ حَبَّةٖ﴾ (البقرة: 261).
- ﴿أَيَوَدُّ أَحَدُكُمۡ أَن تَكُونَ لَهُۥ جَنَّةٞ مِّن نَّخِيلٖ وَأَعۡنَابٖ﴾ (البقرة: 266).
- ﴿وَٱلنَّخۡلَ وَٱلزَّرۡعَ مُخۡتَلِفًا أُكُلُهُۥ وَٱلزَّيۡتُونَ وَٱلرُّمَّانَ﴾ (الأنعام: 141).
- ﴿أَلَمۡ تَرَ كَيۡفَ ضَرَبَ ٱللَّهُ مَثَلٗا كَلِمَةٗ طَيِّبَةٗ كَشَجَرَةٖ طَيِّبَةٍ﴾ (إبراهيم: 24).
- ﴿بِوَادٍ غَيۡرِ ذِي زَرۡعٍ عِندَ بَيۡتِكَ ٱلۡمُحَرَّمِ﴾ (إبراهيم: 37).
- ﴿وَمِن ثَمَرَٰتِ ٱلنَّخِيلِ وَٱلۡأَعۡنَٰبِ تَتَّخِذُونَ مِنۡهُ سَكَرٗا وَرِزۡقًا حَسَنًاۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَأٓيَةٗ لِّقَوۡمٖ يَعۡقِلُونَ﴾ (النحل: 37).
- ﴿أَوۡ تَكُونَ لَكَ جَنَّةٞ مِّن نَّخِيلٖ وَعِنَبٖ﴾ (الإسراء: 91).
- ﴿جَنَّتَيۡنِ مِنۡ أَعۡنَٰبٖ وَحَفَفۡنَٰهُمَا بِنَخۡلٖ وَجَعَلۡنَا بَيۡنَهُمَا زَرۡعٗا﴾ (الكهف: 32).
- ﴿أَوَلَمۡ يَرَوۡاْ إِلَى ٱلۡأَرۡضِ كَمۡ أَنۢبَتۡنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوۡجٖ كَرِيمٍ﴾ (الشعراء: 7).
- ﴿ٱلَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ ٱلشَّجَرِ ٱلۡأَخۡضَرِ نَارٗا فَإِذَآ أَنتُم مِّنۡهُ تُوقِدُونَ﴾ (يس: 80).
- ﴿وَأَنۢبَتۡنَا عَلَيۡهِ شَجَرَةٗ مِّن يَقۡطِينٖ﴾ (الصافات: 146).
- ﴿فِيهِمَا فَٰكِهَةٞ وَنَخۡلٞ وَرُمَّانٞ﴾ (الرحمن: 68).
- ﴿وَٱلَّذِيٓ أَخۡرَجَ ٱلۡمَرۡعَىٰ﴾ (الأعلى: 4).

3-4: الإنسان والماء

3-4-1: تكريم الله للإنسان:

موضوع الإنسان والماء من الموضوعات الهامة والمتشابكة، وهو يحتاج لمجلدات كبيرة لتناوله تفصلًا، وسوف أحاول هنا أن أتحدث بإيجاز في النقاط التي أرى أهمية وضرورة توضيحها.

فبدايةً إن كل مخلوقات الله قد أوجدها وسخرها لأكرم ما خلق وهو الإنسان، ولنا أن نقرأ قول الحق تبارك وتعالى في سورة الإسراء: ﴿وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِيٓ ءَادَمَ وَحَمَلْنَٰهُمْ فِي ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ وَرَزَقْنَٰهُم مِّنَ ٱلطَّيِّبَٰتِ وَفَضَّلْنَٰهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا﴾ (الإسراء:70).

فلقد خلق الله تبارك وتعالى الإنسان واستعمره في الأرض، وجعله خليفة فيها وهذا ما أوضحه سبحانه في آيات القرآن الكريم التي منها:

﴿وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَٰٓئِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي ٱلْأَرْضِ خَلِيفَةً﴾ (البقرة:30). وذكر الله في الآيات التالية لهذه الآية أن الله علم أدم الأسماء كلها التي لا علم للملائكة بها، فالله يعلم غيب السماوات والأرض، ثم أمر الله الملائكة بالسجود لأدم فسجدوا إلا إبليس الذي أبى واستكبر ﴿وَإِذْ قُلْنَا لِلْمَلَٰٓئِكَةِ ٱسْجُدُوا۟ لِءَادَمَ فَسَجَدُوٓا۟ إِلَّآ إِبْلِيسَ أَبَىٰ وَٱسْتَكْبَرَ وَكَانَ مِنَ ٱلْكَٰفِرِينَ﴾ (البقرة:34).

وقال الحق تبارك وتعالى أيضًا:

﴿وَهُوَ ٱلَّذِي جَعَلَكُمْ خَلَٰٓئِفَ ٱلْأَرْضِ وَرَفَعَ بَعْضَكُمْ فَوْقَ بَعْضٍ دَرَجَٰتٍ لِّيَبْلُوَكُمْ فِي مَآ ءَاتَىٰكُمْ ۗ إِنَّ رَبَّكَ سَرِيعُ ٱلْعِقَابِ وَإِنَّهُۥ لَغَفُورٌ رَّحِيمٌ﴾ (الأنعام:165).

ولقد يسر الله للإنسان سبل الحياة ومتطلباتها بأن سخر وأنشأ وخلق له كثيرًا من المخلوقات والنعم، التي لا تُحصى ولا تُعد، ولقد ورد هذا في كثير من آيات القرآن الكريم منها على سبيل المثال لا الحصر:

﴿ ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ فِرَٰشًا وَٱلسَّمَآءَ بِنَآءً وَأَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجَ بِهِۦ مِنَ ٱلثَّمَرَٰتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۖ فَلَا تَجْعَلُوا۟ لِلَّهِ أَندَادًا وَأَنتُمْ تَعْلَمُونَ ﴾ (البقرة: 22).

- ﴿ ٱللَّهُ ٱلَّذِى خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ وَأَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجَ بِهِۦ مِنَ ٱلثَّمَرَٰتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۖ وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلْفُلْكَ لِتَجْرِىَ فِى ٱلْبَحْرِ بِأَمْرِهِۦ ۖ وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلْأَنْهَٰرَ ﴿٣٢﴾ وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلشَّمْسَ وَٱلْقَمَرَ دَآئِبَيْنِ ۖ وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلَّيْلَ وَٱلنَّهَارَ ﴿٣٣﴾ وَءَاتَىٰكُم مِّن كُلِّ مَا سَأَلْتُمُوهُ ۚ وَإِن تَعُدُّوا۟ نِعْمَتَ ٱللَّهِ لَا تُحْصُوهَآ ۗ إِنَّ ٱلْإِنسَٰنَ لَظَلُومٌ كَفَّارٌ ﴾ (إبراهيم: 32-34).

في سورة النحل في الآيات من 5 إلى 18 ذكر لنا الخالق سبحانه عديدًا من النعم التي خلقها وسخرها لنا ومنها الأنعام: ﴿ وَٱلْأَنْعَٰمَ خَلَقَهَا ۗ لَكُمْ فِيهَا دِفْءٌ وَمَنَٰفِعُ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴾ (النحل: 5)، ثم أوضح الخالق أن لنا فيها جمالًا وأنها تحمل أثقالنا والخيل والبغال والحمير: ﴿ وَٱلْخَيْلَ وَٱلْبِغَالَ وَٱلْحَمِيرَ لِتَرْكَبُوهَا وَزِينَةً ۚ وَيَخْلُقُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ﴾ (النحل: 8)، وماء المطر لكي نشربه وينبت منه الشجر وكثير من أنواع الثمار: ﴿ هُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً لَّكُم مِّنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ﴿١٠﴾ يُنۢبِتُ لَكُم بِهِ ٱلزَّرْعَ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلنَّخِيلَ وَٱلْأَعْنَٰبَ وَمِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ ۗ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴾ (النحل: 10-11).

وسخر لنا سبحانه الليل والنهار والشمس والقمر والنجوم، وكل ما خلق من الثمار، وسخر لنا البحر لنأكل منه لحمًا طريًا: ﴿ وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلَّيْلَ وَٱلنَّهَارَ وَٱلشَّمْسَ وَٱلْقَمَرَ ۖ وَٱلنُّجُومُ مُسَخَّرَٰتٌۢ بِأَمْرِهِۦٓ ۗ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿١٢﴾ وَمَا ذَرَأَ لَكُمْ فِى ٱلْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَٰنُهُۥ ۗ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ ﴿١٣﴾ وَهُوَ ٱلَّذِى سَخَّرَ ٱلْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا۟ مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا۟ مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا ۖ وَتَرَى ٱلْفُلْكَ مَوَاخِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا۟ مِن فَضْلِهِۦ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴾

(النحل: 12-14)

وجعل الله في الأرض جبالًا حتى تستقر وجعل فيها أنهارًا وطرقًا ممهدة وهو الخلاق العليم ونعمة الله لا تحصى ﴿وَأَلْقَىٰ فِي ٱلْأَرْضِ رَوَٰسِيَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَٰرًا وَسُبُلًا لَّعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥﴾ وَعَلَٰمَٰتٍ ۚ وَبِٱلنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ ﴿١٦﴾ أَفَمَن يَخْلُقُ كَمَن لَّا يَخْلُقُ ۗ أَفَلَا تَذَكَّرُونَ ﴿١٧﴾ وَإِن تَعُدُّوا۟ نِعْمَةَ ٱللَّهِ لَا تُحْصُوهَآ ۗ إِنَّ ٱللَّهَ لَغَفُورٌ رَّحِيمٌ﴾ (النحل: 15-18)، ومن نعم الله أيضًا:

﴿وَٱللَّهُ جَعَلَ لَكُم مِّنْ أَنفُسِكُمْ أَزْوَٰجًا وَجَعَلَ لَكُم مِّنْ أَزْوَٰجِكُم بَنِينَ وَحَفَدَةً وَرَزَقَكُم مِّنَ ٱلطَّيِّبَٰتِ ۚ أَفَبِٱلْبَٰطِلِ يُؤْمِنُونَ وَبِنِعْمَتِ ٱللَّهِ هُمْ يَكْفُرُونَ﴾ (النحل: 72)، وأيضًا في قول الحق سبحانه: ﴿ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦٓ أَزْوَٰجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّىٰ ﴿٥٣﴾ كُلُوا۟ وَٱرْعَوْا۟ أَنْعَٰمَكُمْ ۗ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَٰتٍ لِّأُو۟لِى ٱلنُّهَىٰ﴾ (طه: 53-54).

وهذا إشارة إلى تمهيد الأرض وشق السبل فيها، وإلى إنزال الماء من السماء وإخراج مختلف أنواع النبات في زوجية واضحة، وهي سنة فرضها ربنا تبارك وتعالى على جميع خلقه حتى يبقى متفردًا بالوحدانية المطلقة، وتأمر الآيات الإنسان إلى التأمل في قدرة الله في الكون لأن في ذلك آيات لأصحاب العقول البصيرة.

إذًا فالماء بل وجميع المواد والنعم والمخلوقات أوجدها الله مسخرة وميسرة لخدمة أكرم مخلوقاته وهو الإنسان، وكل ما تحدثنا عنه في هذا الكتاب حتى الآن عن الدورة المائية، وخواص الماء، والماء فوق الأرض، والماء تحت سطح الأرض، والتربة والماء، والنبات والماء كلها لها علاقة بموضوع الإنسان والماء، فالإنسان ابن هذه الأرض خُلق منها وعند موته سوف يتوارى جسده في ترابها ويوم البعث سوف يُخرج ويُبعث مرة أخرى من الأرض التي خُلق منها، وفي فترة حياة الإنسان يتمتع هو وجميع المخلوقات التي يتغذي عليها بالماء الذي جعل الله منه كل شيء حي، ويتنفس الإنسان من هواء ويستغل الغلاف الجوي ويعيش على الماء الفرات الذي ينزل من السماء إلى الأرض. ويستغل الإنسان الماء ويستفيد به في جميع أنشطته سواء كان في الطهارة والاستهلاك

المنزلي أم في الزراعة أم في الصناعة، وأيضًا تجري السفن على المياه السطحية (البحار والأنهار) بما ينفع الناس، وعليه سوف يكون حديثي عن الإنسان والماء مُركز في النقاط التي لم أوضحها تفصيلًا فيما سبق من فصول هذا الكتاب مثل خلق وحياة وموت وبعث الإنسان وعلاقة ذلك بالماء، وأيضًا إشارات موجزة لاستهلاك الإنسان واستغلاله للماء أثناء فترة حياته.

3-4-2 خلق الإنسان وعلاقة ذلك بالماء:

عند الحديث عن خلق الإنسان لابد أن نبحث عن ذلك في آيات القرآن الكريم، فليس لنا من مرجع غير هذا الكتاب المُنزل من خالق الأرض والسماوات، وما فيها وخالق الماء الذي جعل الله منه كل شيء حي، فمهما كان علم البشر فليس لهم قدرة على معرفة كيف كانت النشأة الأولي لأبي البشر «سيدنا آدم» . فالذي يعلم كيفية الخلق هو الخالق العظيم: ﴿ أَلَا يَعْلَمُ مَنْ خَلَقَ وَهُوَ اللَّطِيفُ الْخَبِيرُ ﴾ (الملك :14)، نعم يا ربنا تعلم ذلك وتعلم كل شيء.

﴿ مَّا أَشْهَدتُّهُمْ خَلْقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَا خَلْقَ أَنفُسِهِمْ وَمَا كُنتُ مُتَّخِذَ الْمُضِلِّينَ عَضُدًا ﴾.

(الكهف :51)

والمتأمل في آيات القرآن الكريم يجد أن عملية الخلق الأولى لسيدنا أدم قد كانت من مادة الأرض التي يعيش عليها سلالة أبي البشر الآن، أي أن خلق أدم بدأ من الماء والتراب أو طين الأرض، ولك بداية أن تقرأ معي عزيزي القارئ هذه الآية الكريمة: ﴿ الَّذِينَ يَجْتَنِبُونَ كَبَائِرَ الْإِثْمِ وَالْفَوَاحِشَ إِلَّا اللَّمَمَ إِنَّ رَبَّكَ وَاسِعُ الْمَغْفِرَةِ هُوَ أَعْلَمُ بِكُمْ إِذْ أَنشَأَكُم مِّنَ الْأَرْضِ وَإِذْ أَنتُمْ أَجِنَّةٌ فِي بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ ﴾ (النجم:32).

وسوف أعود لهذه الآية الكريمة خلال الشرح التالي، والذي أتحدث فيه أولًا عن خلق أدم وثانيًا عن خلق الجنين البشري.

أولًا- خلق آدم: الإنسان الأول خلقه الله من الأرض، أي من قطاع التربة أو من تراب الأرض الذي هو مُستمد من تفتت وتحلل صخور ومعادن القشرة الأرضية لكوكب الأرض الذي نعيش عليه، والمتفحص لآيات القرآن يجد أن خلق الإنسان كان في مراحل متتالية كلها مرتبطة بالتراب والماء، وهذا المراحل عددها إحدى عشرة مرحلة هي:

1- من تراب 2- من طين. 3- من سلالة من طين

4- من طين لازب. 5- من صلصال من حمأ مسنون 6- من صلصال الفخار.

7- من الأرض. 8- من الماء. 9- من ماء مهين.

10- من ماء دافق. 11- من سلالة من ماء مهين.

فهيا بنا نتناول كل مرحلة ونتناول الآيات التي تشير إليها. ولكن قبل ذلك يجب أن يكون واضحًا لنا أن هذه المراحل تنطبق على خلق أبينا أدم وعلى نسله في صلب آدم لحظة خلقة، أما خلق الإنسان ومراحل تطور الجنين البشرى في رحم الأم سوف أتحدث عنه بعد الحديث عن المراحل الإحدى عشرة المشار إليها، وهذه المراحل وآيات القرآن، الكريم التي ذكرتها هي كما يلي:

1- من تراب: خلق الله سبحانه وتعالى الإنسان من التراب وهو الجزء الناعم الناتج من تحلل وتفتت الصخور الصلبة المكونة لقشرة الكرة الأرضية، كما سبق أن أوضحنا عند الحديث عن عمليات التجوية وعمليات تكوين الأراضي، ونجد أن عملية الخلق من التراب وردت في بعض آيات القرآن الكريم هي:

﴿ إِنَّ مَثَلَ عِيسَىٰ عِندَ ٱللَّهِ كَمَثَلِ ءَادَمَ ۖ خَلَقَهُۥ مِن تُرَابٍ ثُمَّ قَالَ لَهُۥ كُن فَيَكُونُ ﴾.

(آل عمران: 59)

فالذي يشكك في خلق عيسى من أم دون أب عليه أن يعلم أن آدم خُلق من تراب، فالأمر بالنسبة لله أهون ما يمكن فهو بين الكاف والنون «كن» فعندما يريد الله خلق أي شيء يقول له كن فيكون.

- ﴿ قَالَ لَهُۥ صَاحِبُهُۥ وَهُوَ يُحَاوِرُهُۥٓ أَكَفَرْتَ بِٱلَّذِى خَلَقَكَ مِن تُرَابٍ ثُمَّ مِن نُّطْفَةٍ ثُمَّ سَوَّىٰكَ رَجُلًا ﴾ (الكهف: 37)، وسوف نعود فيما بعد للحديث عن قوله ﴿ ثُمَّ مِن نُّطْفَةٍ ﴾.

- ﴿ يَٰٓأَيُّهَا ٱلنَّاسُ إِن كُنتُمْ فِى رَيْبٍ مِّنَ ٱلْبَعْثِ فَإِنَّا خَلَقْنَٰكُم مِّن تُرَابٍ ثُمَّ مِن نُّطْفَةٍ ثُمَّ مِنْ عَلَقَةٍ ثُمَّ مِن مُّضْغَةٍ مُّخَلَّقَةٍ وَغَيْرِ مُخَلَّقَةٍ ﴾ (الحج: 5)، خلقناكم من ترابٍ أي: خلقنا أباكم آدم من تراب، ثم من نطفةٍ وسوف نعود لتناول الحديث عن باقي هذه الآية الكريمة فيما بعد عند الحديث عن خلق الجنين البشرى.

- ﴿ وَمِنْ ءَايَٰتِهِۦٓ أَنْ خَلَقَكُم مِّن تُرَابٍ ثُمَّ إِذَآ أَنتُم بَشَرٌ تَنتَشِرُونَ ﴾ (الروم: 20).

- ﴿ وَٱللَّهُ خَلَقَكُم مِّن تُرَابٍ ثُمَّ مِن نُّطْفَةٍ ثُمَّ جَعَلَكُمْ أَزْوَٰجًا ﴾ (فاطر: 11)، وسوف نعود للحديث عن هذه الآية الكريمة مرة أخرى.

- ﴿ هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَكُم مِّن تُرَابٍ ثُمَّ مِن نُّطْفَةٍ ثُمَّ مِنْ عَلَقَةٍ ﴾ (غافر: 67)، وأيضًا سوف نعود لهذه الآية فيما بعد.

2- **من طين**: والطين هو التراب المعجون بالماء، وقد ورد في القرآن الكريم أن الله خلق الإنسان من طين في مواضع منها:

- ﴿ هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَكُم مِّن طِينٍ ثُمَّ قَضَىٰٓ أَجَلًا ۖ وَأَجَلٌ مُّسَمًّى عِندَهُۥ ۖ ثُمَّ أَنتُمْ تَمْتَرُونَ ﴾ (الأنعام: 2)، أي: هو الذي أوجد أباكم أدم من طين، «**ثم قضى أجلًا**» أي: وهو مدة حياتكم في هذه الدنيا، «**وأجل مسمى عنده**» أي: وأجل آخر استأثر بعلمه هو يوم القيامة، «**ثم أنتم تمترون**» أي: ثم أنتم بعد كل ذلك تشكون في البعث أو تجادلون فيه.

- ﴿ وَلَقَدْ خَلَقْنَٰكُمْ ثُمَّ صَوَّرْنَٰكُمْ ثُمَّ قُلْنَا لِلْمَلَٰٓئِكَةِ ٱسْجُدُوا۟ لِءَادَمَ فَسَجَدُوٓا۟ إِلَّآ إِبْلِيسَ لَمْ يَكُن مِّنَ ٱلسَّٰجِدِينَ ﴿١١﴾ قَالَ مَا مَنَعَكَ أَلَّا تَسْجُدَ إِذْ أَمَرْتُكَ ۖ قَالَ أَنَا۠ خَيْرٌ مِّنْهُ خَلَقْتَنِى مِن نَّارٍ وَخَلَقْتَهُۥ مِن طِينٍ ﴾ (الأعراف: 11-12).

- ﴿ ٱلَّذِىٓ أَحْسَنَ كُلَّ شَىْءٍ خَلَقَهُۥ ۖ وَبَدَأَ خَلْقَ ٱلْإِنسَٰنِ مِن طِينٍ ﴾ (السجدة: 7).

- ﴿ إِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَٰٓئِكَةِ إِنِّي خَٰلِقٌۢ بَشَرًا مِّن طِينٍ ﴿٧١﴾ فَإِذَا سَوَّيْتُهُۥ وَنَفَخْتُ فِيهِ مِن رُّوحِي فَقَعُوا۟ لَهُۥ سَٰجِدِينَ ﴾ (ص: 71-72)، فلقد خلق الله سيدنا أدم من طين ونفخ فيه من روحه سبحانه وعندما أصبح أدم بشرًا أمر الله الملائكة بالسجود له.

- ﴿ قَالَ أَنَا۠ خَيْرٌ مِّنْهُ ۖ خَلَقْتَنِي مِن نَّارٍ وَخَلَقْتَهُۥ مِن طِينٍ ﴾ (ص: 76)، وهذا القول قاله إبليس الرجيم عندما امتنع عن السجود لأدم بحجة أن أدم خُلق من طين وإبليس خُلق من نار.

- ﴿ وَإِذْ قُلْنَا لِلْمَلَٰٓئِكَةِ ٱسْجُدُوا۟ لِـَٔادَمَ فَسَجَدُوٓا۟ إِلَّآ إِبْلِيسَ قَالَ ءَأَسْجُدُ لِمَنْ خَلَقْتَ طِينًا ﴾ (الإسراء: 76)

3- من سلالة من الطين: أي من الخلاصة المنتزعة من الطين برفق كما في قول الحق سبحانه: ﴿ وَلَقَدْ خَلَقْنَا ٱلْإِنسَٰنَ مِن سُلَٰلَةٍ مِّن طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَٰهُ نُطْفَةً فِى قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴾ (المؤمنون: 12-13)، فقد خلق الله سبحانه أدم من طين وخلق نسل آدم من نطفة، وسوف نعود مرة ثانية لهذه الآيات وما يليها فيما بعد عند الحديث عن خلق الجنين البشري.

4- من طين لازب أي: من طين لاصق بعضه ببعض، وهذا يحدث عندما يفقد الطين جزءًا من مائه، وذلك في قول ربنا: ﴿ فَٱسْتَفْتِهِمْ أَهُمْ أَشَدُّ خَلْقًا أَم مَّنْ خَلَقْنَآ ۚ إِنَّا خَلَقْنَٰهُم مِّن طِينٍ لَّازِبٍ ﴾ (الصافات: 11).

5- من صلصال من حمأ مسنون: والصلصال هو الطين اليابس، من حمأ أي: من طين أسود، مسنون أي: مصور. وذلك كما في قوله تعالى: ﴿ وَلَقَدْ خَلَقْنَا ٱلْإِنسَٰنَ مِن صَلْصَٰلٍ مِّنْ حَمَإٍ مَّسْنُونٍ ﴿٢٦﴾ وَٱلْجَآنَّ خَلَقْنَٰهُ مِن قَبْلُ مِن نَّارِ ٱلسَّمُومِ ﴾ (الحجر: 26-27).

فالله سبحانه خلق الجان قبل أدم من نار، وخلق أدم من طين يابس صوره الله على هيئة بشر ثم نفخ فيه من روحه فأصبح إنسانًا حيًا بقدرة الله.

وأيضًا كما في قوله تبارك وتعالى:

﴿ وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَٰٓئِكَةِ إِنِّي خَٰلِقٌۢ بَشَرًا مِّن صَلْصَٰلٍ مِّنْ حَمَإٍ مَّسْنُونٍ ﴿٢٨﴾ فَإِذَا سَوَّيْتُهُۥ وَنَفَخْتُ فِيهِ مِن رُّوحِي فَقَعُوا۟ لَهُۥ سَٰجِدِينَ ﴾ (الحجر: 28-29).

6- «**من صلصال كالفخار**» أي: من طين يابس يشبه الفخار في صلابته، والفخار هو الطين بعد حرقه في نار شديدة، وذلك كما في قول ربنا جل وعلا:

﴿ خَلَقَ ٱلْإِنسَٰنَ مِن صَلْصَٰلٍ كَٱلْفَخَّارِ ﴾ (الرحمن: 14).

وبالتأمل في المراحل السابق ذكرها نجد أنها بدأت بالتراب ثم بإضافة الماء له فيصبح طينًا ثم يمر بمراحل سلالة من طين، وطين لازب، وصلصال من حمأ مسنون، ثم صلصال جاف صلب كالفجار، ونعلم أن التراب والماء هما من مادة الأرض، ولذلك فالمرحلة التالية «من الأرض» شاملة في ضمنها المراحل سابقة الذكر.

7- من الأرض، كما بيننا من قبل فإن لفظة الأرض عندما ترد في القرآن منفصلة عن السماء أو السماوات فإنه يُقصد بها القشرة السطحية اليابسة من الكرة الأرضية أو التربة المستمدة منها، وقد أوضح لنا الخالق سبحانه وتعالى أنه خلق الإنسان من الأرض في بعض آيات القرآن الكريم، كما في قوله سبحانه:

﴿ وَإِلَىٰ ثَمُودَ أَخَاهُمْ صَٰلِحًا ۚ قَالَ يَٰقَوْمِ ٱعْبُدُوا۟ ٱللَّهَ مَا لَكُم مِّنْ إِلَٰهٍ غَيْرُهُۥ ۖ هُوَ أَنشَأَكُم مِّنَ ٱلْأَرْضِ وَٱسْتَعْمَرَكُمْ فِيهَا فَٱسْتَغْفِرُوهُ ثُمَّ تُوبُوٓا۟ إِلَيْهِ ۚ إِنَّ رَبِّى قَرِيبٌ مُّجِيبٌ ﴾ (هود: 61)، وأيضًا في قوله سبحانه: ﴿ ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦٓ أَزْوَٰجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّىٰ ﴿٥٣﴾ كُلُوا۟ وَٱرْعَوْا۟ أَنْعَٰمَكُمْ ۗ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَٰتٍ لِّأُو۟لِى ٱلنُّهَىٰ ﴿٥٤﴾ مِنْهَا خَلَقْنَٰكُمْ وَفِيهَا نُعِيدُكُمْ وَمِنْهَا نُخْرِجُكُمْ تَارَةً أُخْرَىٰ ﴾ (طه: 53-55).

وهذا تأكيد على حقيقة خلق الإنسان من الأرض، وعلى عودته إليها بعد الموت، فإن أبانا أدم مخلوق من تراب من أديم الأرض.

ولذلك قال المصطفى ﷺ: «**إِنَّ اللهَ خَلَقَ آدَمَ مِنْ قَبْضَةٍ قَبَضَهَا مِنْ جَمِيعِ الْأَرْضِ فَجَاءَ بَنُو آدَمَ عَلَى قَدْرِ الْأَرْضِ جَاءَ مِنْهُمُ الْأَحْمَرُ وَالْأَبْيَضُ وَالْأَسْوَدُ وَبَيْنَ ذَلِكَ وَالسَّهْلُ وَالْحَزْنُ وَالْخَبِيثُ وَالطَّيِّبُ**» (أخرجه الإمام أحمد عن أبي موسي الأشعري، كما أخرجه كل من الإمامين أبي داود والترمذي عن عوف الأعرابي).

وهذا الحديث الشريف جاء مطابقًا لقول الحق تبارك وتعالى: ﴿أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ ﴿٢٧﴾ وَمِنَ النَّاسِ وَالدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَٰلِكَ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ﴾ (فاطر: 27-28).

فتنوع ألوان ثمار النباتات نابع من تنوع صخور ومعادن الأرض لاعتماد النبات في غذائه إلى حد كبير على عناصر الأرض، وكذلك تنوع ألوان الناس والدواب والأنعام نابع من تنوع ألوان ثمار النباتات لاعتماد هذه المخلوقات في غذائها على النباتات الأرضية وثمارها، وأيضًا لأن الإنسان خُلق أصلًا من تراب الأرض، قال ربنا (وقوله الحق): ﴿مِنْهَا خَلَقْنَاكُمْ﴾. وهناك قدر من التشابه بين التركيب الكيميائي لكل من جسم الإنسان وأديم القشرة الأرضية، مع غلبة الماء (عنصري الأوكسجين والأيدروجين) على جسم الإنسان وتركيز كل من عناصر الكربون والنتروجين والفوسفورفيه، كما يظهر من الأرقام التالية التي توضح النسبة المئوية بالوزن لبعض العناصر الهامة في القشرة الأرضية وفي جسم الإنسان.

النسبة المئوية لعناصر	الأوكسجين	الأيدروجين	الكربون	النتروجين	الفوسفور	الكالسيوم
في القشرة الأرضية	46.6	0.11	نسب متباينة	نسب متباينة	0.15	3.63
في جسم الإنسان	56	10	18	3	0.70	1.40

مع احتواء جسم الإنسان على عناصر أخرى من العناصر المكونة للقشرة الأرضية مثل الحديد، والماغنسيوم، والكبريت، والصوديوم، والبوتاسيوم والكلور، وغيرها ولكن بنسب ضئيلة. وزيادة تركيز عناصر الكربون، والأكسجين والأيدروجين، والنتروجين في جسم الإنسان عن القشرة الأرضية راجع إلى أن الإنسان يتغذى على النباتات والحيوانات ومنتجاتها حيث تتركز هذه العناصر فيها، فقد سبق أن أوضحنا أن النبات يمتص ثاني أكسيد الكربون من الهواء الجوي وتتم عملية البناء الضوئي في النبات

بإتحاد هذا الغاز مع الماء ليكون مادة النبات. وقال سبحانه: ﴿ ٱلَّذِينَ يَجْتَنِبُونَ كَبَٰٓئِرَ ٱلْإِثْمِ وَٱلْفَوَٰحِشَ إِلَّا ٱللَّمَمَ ۚ إِنَّ رَبَّكَ وَٰسِعُ ٱلْمَغْفِرَةِ ۚ هُوَ أَعْلَمُ بِكُمْ إِذْ أَنشَأَكُم مِّنَ ٱلْأَرْضِ وَإِذْ أَنتُمْ أَجِنَّةٌ فِى بُطُونِ أُمَّهَٰتِكُمْ ۖ فَلَا تُزَكُّوٓا۟ أَنفُسَكُمْ ۖ هُوَ أَعْلَمُ بِمَنِ ٱتَّقَىٰٓ ﴾ (النجم:32)، أي أن الله أعلم بأعمالكم وأقوالكم التي ستصدر عنكم وتقع منكم حين أنشأ أباكم آدم من الأرض واستخرج ذريته من صلبه، أي أن الله أنشأ أصلنا من الأرض ونحن بعد في عالم الغيب، وقال عز من قائل: ﴿ وَٱللَّهُ أَنۢبَتَكُم مِّنَ ٱلْأَرْضِ نَبَاتًا ﴿١٧﴾ ثُمَّ يُعِيدُكُمْ فِيهَا وَيُخْرِجُكُمْ إِخْرَاجًا ﴾ (نوح:17-18)، فالله أنشأنا من الأرض عندما خلق أبانا آدم منها، وبعد الموت سوف توارى أجسادنا في الأرض ومنها نخرج يوم البعث.

فالمراحل السابقة وهي من التراب إلى من الأرض تنطبق على خلق أبينا أدم عَلَيْهِ السَّلَامُ، ومنه خلق الله تعالى أمنا حواء عَلَيْهَا السَّلَامُ بمعجزة لا تقل عن معجزة خلق آدم من تراب الأرض، ومنذ خُلق هذا الزوج الأول من البشر تسلسل نسلهما إلى يومنا الراهن وسوف يستمر إلى قيام الساعة إن شاء الله تعالى بعملية التزاوج، وهذه تنطبق على المراحل التالية (من 8 إلى 11). وإن كانت المراحل السبع الأولى أيضًا تنطبق على جميع بني آدم لأنهم كانوا في صلب أبيهم آدم لحظة خلقه.

وفي ذلك يقول ربنا تبارك وتعالى: ﴿ وَإِذْ أَخَذَ رَبُّكَ مِنۢ بَنِىٓ ءَادَمَ مِن ظُهُورِهِمْ ذُرِّيَّتَهُمْ وَأَشْهَدَهُمْ عَلَىٰٓ أَنفُسِهِمْ أَلَسْتُ بِرَبِّكُمْ ۖ قَالُوا۟ بَلَىٰ ۛ شَهِدْنَآ ۛ أَن تَقُولُوا۟ يَوْمَ ٱلْقِيَٰمَةِ إِنَّا كُنَّا عَنْ هَٰذَا غَٰفِلِينَ ﴾ (الأعراف:172).

8- من الماء: وناقشنا من قبل أن الله جعل من الماء كل شيء حي، وفي القرآن الكريم إشارة واضحة لخلق البشر من الماء وذلك في قوله سبحانه: ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِى خَلَقَ مِنَ ٱلْمَآءِ بَشَرًا فَجَعَلَهُۥ نَسَبًا وَصِهْرًا ۗ وَكَانَ رَبُّكَ قَدِيرًا ﴾ (الفرقان:54)، نسبًا وصهرًا أي: ذكورًا وإناثًا.

9- من ماء مهين، أي من ماء ضعيف ليس له أي أهمية، وذلك في قول الله تعالى: ﴿أَلَمْ نَخْلُقكُّم مِّن مَّآءٍ مَّهِينٍ ۝٢٠ فَجَعَلْنَٰهُ فِى قَرَارٍ مَّكِينٍ ۝٢١ إِلَىٰ قَدَرٍ مَّعْلُومٍ ۝٢٢ فَقَدَرْنَا فَنِعْمَ ٱلْقَٰدِرُونَ﴾.

(المرسلات: 20-23)

فقد خلق الله الإنسان من ماء الرجل عند اتحاده مع بويضة المرأة، ثم يستمر الجنين في رحم الأم ويتكامل بقدرة الله إلى أن يُولد بأمر الله وتقديره.

10- من ماء دافق، أي ماء يتدفق من الرجل في رحم المرأة عند الجماع وذلك كما في قوله سبحانه وتعالى: ﴿فَلْيَنظُرِ ٱلْإِنسَٰنُ مِمَّ خُلِقَ ۝٥ خُلِقَ مِن مَّآءٍ دَافِقٍ ۝٦ يَخْرُجُ مِنۢ بَيْنِ ٱلصُّلْبِ وَٱلتَّرَآئِبِ﴾ (الطارق: 5-8)، خُلق من ماء دافق أي خُلق الله تعالى بقدرته الإنسان من ماء يتدفق من الرجل في رحم المرأة، يخرجُ من بين الصلبِ والترائب أي: يخرج هذا الماء بين فقار ظهر الرجل ومن أعلى صدر المرأة ثم يختلطان في رحم المرأة فيتكون الجنين بقدرة الله.

11- من سلالة من ماء مهين، أي: من الخلاصة المنتزعة من ماء ممتهن لا يُهتم بشأنه، وذلك في قول الحق تبارك وتعالى: ﴿ٱلَّذِىٓ أَحْسَنَ كُلَّ شَىْءٍ خَلَقَهُۥ ۖ وَبَدَأَ خَلْقَ ٱلْإِنسَٰنِ مِن طِينٍ ۝٧ ثُمَّ جَعَلَ نَسْلَهُۥ مِن سُلَٰلَةٍ مِّن مَّآءٍ مَّهِينٍ ۝٨ ثُمَّ سَوَّىٰهُ وَنَفَخَ فِيهِ مِن رُّوحِهِۦ ۖ وَجَعَلَ لَكُمُ ٱلسَّمْعَ وَٱلْأَبْصَٰرَ وَٱلْأَفْـِٔدَةَ ۚ قَلِيلًا مَّا تَشْكُرُونَ﴾ (السجدة: 7-9).

أي: وبدأ خلق الإنسان وهو سيدنا آدم من طين فصار بقدرته سبحانه على أحسن صورة، ثم جعل نسله أي: سلالته، من ماء مهين أي: من ماء ممتهن لا يهتم أحد بشأنه، وبعد ذلك اكتمل نمو الجنين في رحم الأم كما نوضح لاحقًا عند الحديث باختصار عن مراحل تطور الجنين في رحم الأم.

إذا فعملية خلق الإنسان الأول وهو سيدنا آدم عليه السلام بدأت من تراب الأرض الذي ارتوى بالماء فأصبح طينًا، وأذاب الماء هذا الطين وما قبل الذوبان فيه من عناصر الأرض ومركباتها حتى تمايزت من بين جنات هذا الطين سلالة مذابة في الماء

(سلالة من طين)، وبتبخر الماء المذيب لتلك السلالة جزئيًا ترسبت بعض العناصر والمركبات بين حبيبات المعادن الصلصالية فأصبح الطين (طينًا لازبًا) أي: لاصقًا بعضه ببعض، وبجفاف هذا الطين اللازب أصبح (صلصالًا من حمأ مسنون) أي أسود منتن، ثم زاد جفافه فأصبح (صلصالًا كالفخار)، ثم نفخ الله تعالى فيه من روحه فأصبح إنسانًا (هو آدم أبو البشر)، من آدم خُلقت زوجه حواء عليها السلام بمعجزة أمر بها الله تعالى، ونسل أدم تسلسل منه ومن زوجه «حواء» من شفرتها الوراثية التي خلقها الله تعالى وخلق فيها جميع نسله.

وعلم الوراثة الحديث يرد جميع البشر منذ أدم حتى يوم القيامة إلى شفرة وراثية واحدة كانت في صلب أبينا أدم لحظة أن خلقه الله، وقد ظلت هذه الشفرة ولا تزال في الانقسام، مما يعين على ردها في الأصل إلى شفرة واحدة جمع فيها ربنا تبارك وتعالى الخلق كله، وفي ذلك يقول سبحانه:

﴿ يَٰٓأَيُّهَا ٱلنَّاسُ ٱتَّقُواْ رَبَّكُمُ ٱلَّذِى خَلَقَكُم مِّن نَّفْسٍ وَٰحِدَةٍ وَخَلَقَ مِنْهَا زَوْجَهَا وَبَثَّ مِنْهُمَا رِجَالًا كَثِيرًا وَنِسَآءً ۚ وَٱتَّقُواْ ٱللَّهَ ٱلَّذِى تَسَآءَلُونَ بِهِۦ وَٱلْأَرْحَامَ ۚ إِنَّ ٱللَّهَ كَانَ عَلَيْكُمْ رَقِيبًا ﴾ (النساء: 1).

ويقول ربنا جل شأنه: ﴿ هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَكُم مِّن نَّفْسٍ وَٰحِدَةٍ وَجَعَلَ مِنْهَا زَوْجَهَا لِيَسْكُنَ إِلَيْهَا ۖ فَلَمَّا تَغَشَّىٰهَا حَمَلَتْ حَمْلًا خَفِيفًا فَمَرَّتْ بِهِۦ ۖ فَلَمَّآ أَثْقَلَت دَّعَوَا ٱللَّهَ رَبَّهُمَا لَئِنْ ءَاتَيْتَنَا صَٰلِحًا لَّنَكُونَنَّ مِنَ ٱلشَّٰكِرِينَ ﴾ (الأعراف: 189).

ويقول عز من قائل: ﴿ خَلَقَكُم مِّن نَّفْسٍ وَٰحِدَةٍ ثُمَّ جَعَلَ مِنْهَا زَوْجَهَا وَأَنزَلَ لَكُم مِّنَ ٱلْأَنْعَٰمِ ثَمَٰنِيَةَ أَزْوَٰجٍ ﴾ (الزمر: 6).

وفي جميع الآيات التي ذكرناها عن خلق أبي البشر سيدنا أدم عددًا من الحقائق العلمية التي لم تكن معروفة لأحد من الخلق في زمن الوحي، ولا لقرون متطاولة من بعده مما يشهد للقرآن بأنه كلام الله الخالق. وإلى العلماء الأجانب غير المسلمين أود أن

أسأل هل أشهدكم الله خلق أدم أو خلق أنفسكم، وما هو المرجع عندكم للتحدث على خلق أدم، وإلى العلماء الذين ينتمون لدين الإسلام، كيف لكم أن تتحدثوا على نظرية التطور وأن الحياة بدأت بدائية بسيطة ثم تدرجت في الرقي والتعقيد، لدرجة أنكم تؤكدون أن الإنسان أصله قرد، عليكم أن ترجعوا إلى دستورنا القرآن الكريم وتعيدوا دراسته بعين مبصرة وعقل واعي، ألا تعلموا أن الله أمره إذا أراد شيئًا فسوف يكون: ﴿إِنَّمَآ أَمْرُهُۥٓ إِذَآ أَرَادَ شَيْـًٔا أَن يَقُولَ لَهُۥ كُن فَيَكُونُ﴾ (يس:82).

وصدق الحق حين يقول: ﴿مَّآ أَشْهَدتُّهُمْ خَلْقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ وَلَا خَلْقَ أَنفُسِهِمْ وَمَا كُنتُ مُتَّخِذَ ٱلْمُضِلِّينَ عَضُدًا﴾ (الكهف:51)، وقال سبحانه أيضًا: ﴿هُوَ أَعْلَمُ بِكُمْ إِذْ أَنشَأَكُم مِّنَ ٱلْأَرْضِ وَإِذْ أَنتُمْ أَجِنَّةٌ فِى بُطُونِ أُمَّهَٰتِكُمْ﴾ (النجم:32). ما لكم كيف تحكمون؟.

ثانيًا- مراحل خلق الجنين البشري:

كما أوضحنا فإن المراحل الربع الأخيرة (8 إلى 11) لخلق الإنسان وهي: من الماء، ومن ماء مهين، ومن ماء دافق، ومن سلالة من ماء مهين تُعتبر هي المرحلة الأولى في عملية خلق الجنين البشري في رحم أمه، فعند التزاوج بين الذكر (الأب) والأنثى (الأم)، التي هي عملية فطرية تتم حسب الشرع في الدين الإسلامي بالنكاح «وهو الزواج الشرعي»، أو تتم عند من لا شرع عنده بالسفاح «وهو الاتصال الجنسي غير الشرعي أو الزنى»، ونتيجة الاتصال الجنسي بين الذكر والأنثى الأم يحدث اتصال واتحاد بين ماء الرجل (المني)وبويضة المرأة وتكون النتيجة هي النطفة، وهي المرحلة الثانية لتكون الجنين البشري في رحم المرأة بعد المرحلة الأولى (وهي الماء) التي أوضحناها وهي (من الماء – من ماء مهين – من ماء دافق – ومن سلالة من ماء مهين)، وبعد مرحلتي الماء والنطفة تتوالى مراحل خلق ونمو وتطور الجنين في مراحل متتالية في رحم الأم (القرار المكين) وذلك كما أراد الله، قال سبحانه:

﴿ هُوَ أَعْلَمُ بِكُمْ إِذْ أَنشَأَكُم مِّنَ ٱلْأَرْضِ وَإِذْ أَنتُمْ أَجِنَّةٌ فِى بُطُونِ أُمَّهَٰتِكُمْ ﴾ (النجم: 32).

وأنا لن أطيل في شرح مراحل خلق الجنين البشري في رحم الأم لثلاثة أسباب هي:

1- حتى لا أخرج كثيرًا عن موضوع كتابي هذا.

2- لأن هذا موضوع يطول شرحه ويحتاج لكتاب منفصل.

3- لأنني غير متخصص في الطب البشري وعلم الأجنة، وسوف يكون حديثي بإيجاز بما يفتح الله عليَّ سوف أستعن بالقرآن الكريم حيث أبدأ بالحديث عن خلق الإنسان من نطفة ثم المراحل المتتالية بعدها كما وردت في القرآن، وهي النطفة الأمشاج والعلقة، والمضغة (المخلقة والغير مخلقة)، فخلق العظام، ثم كسوتها باللحم، ثم تنشئة الجنين خلقًا آخر حتى المخاض، والخروج إلى الحياة أي عملية الولادة.

النُطفة وما يليها من مراحل لخلق الجنين البشري:

في الوقت الذي ساد الاعتقاد أن الجنين يتولد من دم الحيض للمرأة نزل القرآن الكريم ليوضح لنا أن عملية خلق الجنين تبدأ باتحاد حيوان منوي من ماء الرجل مع بويضة من المرأة لكي تتكون النطفة في رحم الأم ثم تتوالى باقي مراحل تطور وخلق الجنين، ولك أن تعلم أن الحيوان المنوي لم يُكتشف أي يتم التعرف علميًا عليه إلا في القرن السابع عشر الميلادي وأن بويضة الثدييات (ومنها بويضة المرأة) لم تُكتشف إلا في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي، وهذا يؤكد لنا سبق القرآن الكريم والأحاديث النبوية الشريفة في الوصف الدقيق لجميع مراحل الجنين البشري، وقد ورد توضيح خلق الجنين من النطفة في آيات عديدة من القرآن منها: ﴿ خَلَقَ ٱلْإِنسَٰنَ مِن نُّطْفَةٍ فَإِذَا هُوَ خَصِيمٌ مُّبِينٌ ﴾ (النحل: 4)، خصيمٌ مبينٌ أي: أنه بعد خلق هذا الإنسان من نطفة فإذا هو بعد أن أنعم الله عليه بما أنعم، شديد الخصومة وشديد الجحود لنعم الله.

- ﴿ قَالَ لَهُۥ صَاحِبُهُۥ وَهُوَ يُحَاوِرُهُۥٓ أَكَفَرْتَ بِٱلَّذِى خَلَقَكَ مِن تُرَابٍ ثُمَّ مِن نُّطْفَةٍ ثُمَّ

سَوَّىٰكَ رَجُلًا ﴾ (الكهف:37)، فالخلق من تراب مقصود به خلق أدم والخلق من النطفة مقصود به نسل أدم حتى الآن (الجنين البشري).

- ﴿ يَٰٓأَيُّهَا ٱلنَّاسُ إِن كُنتُمْ فِى رَيْبٍ مِّنَ ٱلْبَعْثِ فَإِنَّا خَلَقْنَٰكُم مِّن تُرَابٍ ثُمَّ مِن نُّطْفَةٍ ثُمَّ مِنْ عَلَقَةٍ ثُمَّ مِن مُّضْغَةٍ مُّخَلَّقَةٍ وَغَيْرِ مُخَلَّقَةٍ لِّنُبَيِّنَ لَكُمْ ۚ وَنُقِرُّ فِى ٱلْأَرْحَامِ مَا نَشَآءُ إِلَىٰٓ أَجَلٍ مُّسَمًّى ثُمَّ نُخْرِجُكُمْ طِفْلًا ثُمَّ لِتَبْلُغُوٓا۟ أَشُدَّكُمْ ۖ وَمِنكُم مَّن يُتَوَفَّىٰ وَمِنكُم مَّن يُرَدُّ إِلَىٰٓ أَرْذَلِ ٱلْعُمُرِ لِكَيْلَا يَعْلَمَ مِنۢ بَعْدِ عِلْمٍ شَيْـًٔا ﴾ (الحج:5).

«ثم من علقه» أي: ثم من قطعة من الدم معلقة في جدار رحم الأم، «ثم من مضغة» أي: من قطعة صغيرة من اللحم، «مخلقة وغير مخلقة» أي: تامة وغير تامة لنبين لكم كمال قدرتنا، «ونقر في الأرحام» أي: وتثبت في الأرحام ما نشاء تثبيته، «أرذل العمر» أي: نهايته في الضعف.

- ﴿ وَلَقَدْ خَلَقْنَا ٱلْإِنسَٰنَ مِن سُلَٰلَةٍ مِّن طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَٰهُ نُطْفَةً فِى قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴿١٣﴾ ثُمَّ خَلَقْنَا ٱلنُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا ٱلْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا ٱلْمُضْغَةَ عِظَٰمًا فَكَسَوْنَا ٱلْعِظَٰمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَٰهُ خَلْقًا ءَاخَرَ ۚ فَتَبَارَكَ ٱللَّهُ أَحْسَنُ ٱلْخَٰلِقِينَ ﴾ (المؤمنون:12-14).

«من سلالة من طين» أي: ولقد خلقنا أباكم أدم من جزء مستخرج من الطين، «ثم جعلناه نطفة في قرار مكين» أي: ثم جعلنا ذرية أدم مخلوقة من مني يخرج من الرجل ويتحد مع بويضة المرأة في رحمها المستقر بداخلها، ثم تتوالي مراحل الخلق من علقة ثم مضغة ثم عظام ثم تكسي العظام باللحم ثم تنشئة الجنين خلقًا آخر، فتبارك وتعالى الله أحسن الخالقين.

- ﴿ ٱلَّذِىٓ أَحْسَنَ كُلَّ شَىْءٍ خَلَقَهُۥ ۖ وَبَدَأَ خَلْقَ ٱلْإِنسَٰنِ مِن طِينٍ ﴿٧﴾ ثُمَّ جَعَلَ نَسْلَهُۥ مِن سُلَٰلَةٍ مِّن مَّآءٍ مَّهِينٍ ﴿٨﴾ ثُمَّ سَوَّىٰهُ وَنَفَخَ فِيهِ مِن رُّوحِهِۦ ۖ وَجَعَلَ لَكُمُ ٱلسَّمْعَ وَٱلْأَبْصَٰرَ وَٱلْأَفْـِٔدَةَ ۚ قَلِيلًا مَّا تَشْكُرُونَ ﴾ (السجدة:7-9).

- ﴿ وَٱللَّهُ خَلَقَكُم مِّن تُرَابٍ ثُمَّ مِن نُّطْفَةٍ ثُمَّ جَعَلَكُمْ أَزْوَٰجًا ۚ وَمَا تَحْمِلُ مِنْ أُنثَىٰ وَلَا تَضَعُ إِلَّا بِعِلْمِهِۦ ۚ وَمَا يُعَمَّرُ مِن مُّعَمَّرٍ وَلَا يُنقَصُ مِنْ عُمُرِهِۦٓ إِلَّا فِى كِتَٰبٍ ۚ إِنَّ ذَٰلِكَ عَلَى ٱللَّهِ يَسِيرٌ ﴾.

(فاطر:11)

- ﴿ أَوَلَمْ يَرَ ٱلْإِنسَٰنُ أَنَّا خَلَقْنَٰهُ مِن نُّطْفَةٍ فَإِذَا هُوَ خَصِيمٌ مُّبِينٌ ﴾ (يس: 77)، «خصيم مبين» أي: شديد الخصومة والمجادلة بالباطل.

- ﴿ هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَكُم مِّن تُرَابٍ ثُمَّ مِن نُّطْفَةٍ ثُمَّ مِنْ عَلَقَةٍ ثُمَّ يُخْرِجُكُمْ طِفْلًا ثُمَّ لِتَبْلُغُوٓا۟ أَشُدَّكُمْ ثُمَّ لِتَكُونُوا۟ شُيُوخًا ۚ وَمِنكُم مَّن يُتَوَفَّىٰ مِن قَبْلُ وَلِتَبْلُغُوٓا۟ أَجَلًا مُّسَمًّى وَلَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ ﴾ (غافر: 67).

- ﴿ وَأَنَّهُۥ خَلَقَ ٱلزَّوْجَيْنِ ٱلذَّكَرَ وَٱلْأُنثَىٰ ﴿٤٥﴾ مِن نُّطْفَةٍ إِذَا تُمْنَىٰ ﴾ (النجم: 45-46).

- ﴿ أَيَحْسَبُ ٱلْإِنسَٰنُ أَن يُتْرَكَ سُدًى ﴿٣٦﴾ أَلَمْ يَكُ نُطْفَةً مِّن مَّنِىٍّ يُمْنَىٰ ﴿٣٧﴾ ثُمَّ كَانَ عَلَقَةً فَخَلَقَ فَسَوَّىٰ ﴿٣٨﴾ فَجَعَلَ مِنْهُ ٱلزَّوْجَيْنِ ٱلذَّكَرَ وَٱلْأُنثَىٰٓ ﴿٣٩﴾ أَلَيْسَ ذَٰلِكَ بِقَٰدِرٍ عَلَىٰٓ أَن يُحْۦِىَ ٱلْمَوْتَىٰ ﴾ (القيامة: 36-40).

- ﴿ إِنَّا خَلَقْنَا ٱلْإِنسَٰنَ مِن نُّطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَّبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَٰهُ سَمِيعًۢا بَصِيرًا ﴾ (الإنسان: 2).

«**النطفة الأمشاج**» أي: التي تختلط فيها الكروموسات الذكرية والأنثوية لتنتج شفرة وراثية محددة.

- ﴿ قُتِلَ ٱلْإِنسَٰنُ مَآ أَكْفَرَهُۥ ﴿١٧﴾ مِنْ أَىِّ شَىْءٍ خَلَقَهُۥ ﴿١٨﴾ مِن نُّطْفَةٍ خَلَقَهُۥ فَقَدَّرَهُۥ ﴿١٩﴾ ثُمَّ ٱلسَّبِيلَ يَسَّرَهُۥ ﴾ (عبس: 17-20)

- ﴿ خَلَقَ ٱلْإِنسَٰنَ مِنْ عَلَقٍ ﴾ (العلق: 2).

مما سبق ندرك أن القرآن الكريم وصف بدقة جميع مراحل الجنين البشري، لأن الذي أنزل القرآن هو الخلاق العليم وهو يعلم تمامًا ما خلق، وصدق الحق حين قال: ﴿ أَلَا يَعْلَمُ مَنْ خَلَقَ وَهُوَ ٱللَّطِيفُ ٱلْخَبِيرُ ﴾ (الملك: 14)، وقال سبحانه: ﴿ هُوَ أَعْلَمُ بِكُمْ إِذْ أَنشَأَكُم مِّنَ ٱلْأَرْضِ وَإِذْ أَنتُمْ أَجِنَّةٌ فِى بُطُونِ أُمَّهَٰتِكُمْ ۖ فَلَا تُزَكُّوٓا۟ أَنفُسَكُمْ ۖ هُوَ أَعْلَمُ بِمَنِ ٱتَّقَىٰ ﴾ (النجم: 32)، أي: هو أعلم بأعمالكم وأقوالكم التي ستصدر عنكم وتقع منكم ويعلم تمامًا مراحل خلقكم حين أنشأ أباكم أدم من الأرض، وحين خلقكم في بطون أمهاتكم، فقد كتب الملك الذي يوكل بالجنين رزقه وأجله وعمله وشقي أم سعيد (تفسير ابن كثير رحمه الله)، فلا

تزكوا أنفسكم هو أعلم بمن اتقى أي: فما هو بحاجة إلى أن تدلوه على أنفسكم ولا أن تزنوا له أعمالكم فعنده العلم الكامل وعنده الميزان الدقيق وجزاؤه العدل وقوله الفصل وإليه يرجع الأمر كله («الظلال» رحم الله كاتبها).

وهذا الوصف الدقيق لمراحل خلق الجنين البشري، والذي يتراوح طوله من أقل من المليمتر في أسبوعه الأول إلى حوالي 14 مليمتر في الأسبوع السادس من عمره، في زمن لم يكن متوفرًا أية وسيلة من وسائل التكبير، كل ذلك يجعل أي إنسان له عقل سليم يؤمن أن الله حق وأنه خالق كل شيءٍ.

ويقول المصطفى سيدنا محمد ﷺ في حديث شريف أخرجه الإمام مسلم وأبو داود والطبراني وغيرهم.

«إذا مَرَّ بالنطفة ثنتان وأربعون ليلة بعث الله إليها ملكًا فصورها وخلق سمعها وبصرها وعظامها ولحمها وجلدها».

وعلم الوراثة وعلم الأجنة حديثًا أوضحا أن الخلية التناسلية في الإنسان تحمل نصف عدد الصبغيات (الكروموسومات) في الخلية العادية، وعند التزاوج بين الذكر والأنثى يختار الله تعالى نطفة ذكرية محددة تحمل صفات وراثية معينة لتتحد في وقت محدد مع بويضة محددة للأنثى وبذلك تُبنى صفات الجنين كما قدرها الله تعالى، ويتكون من هذا الاتحاد النطفة الأمشاج التي تختلط فيها صبغيات (كروموسومات) الذكر والأنثى لتنتج شفرة وراثية محدده لها صفاتها المدونة في علم الله، ويكتمل بذلك عدد الصبغيات في الخلية البشرية فتبدأ في الانقسام والمرور بالمراحل الجنينية المتتالية من النطفة الأمشاج إلى العلقة، فالمضغة، فخلق العظام، ثم كسوتها باللحم، ثم تنشئة الجنين خلقًا آخر حتى المخاض والخروج إلى الحياة فردًا حيًا له صفات جسدية وشخصية محددة حددها له الله تعالى منذ الأزل، ولذلك قال الله تعالى: ﴿ ٱللَّهُ يَعْلَمُ مَا تَحْمِلُ كُلُّ أُنثَىٰ وَمَا تَغِيضُ ٱلْأَرْحَامُ وَمَا تَزْدَادُ ۖ وَكُلُّ شَيْءٍ عِندَهُۥ بِمِقْدَارٍ ﴾ (الرعد: 8).

3-4-3: موت وبعث الإنسان وعلاقة ذلك بالماء

أوضحنا فيما سبق أن الإنسان خُلق من تراب وماء الكرة الأرضية حيث خُلق أبو البشر أدم، ثم كان خلق سلاسة آدم من عملية التزاوج بين الذكر والأنثى. ويتغذى هذا النسل وتنمو أجساده على عناصر الأرض التي يمتصها النبات مع عصارته الغذائية من طين الأرض ثم بواسطة ما يأخذه النبات الأخضر من طاقة الشمس وما يمتصه من غاز ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، وبما وهبه الله الخالق سبحانه وتعالى من قدرات يحول البنات الأخضر ذلك كله إلى ثمار وحبوب يحيا عليها كل من الإنسان، وما يباح له أكله من الحيوان، وأصل ذلك كله من تراب الأرض. والماء هو المادة التي بدونها فليس هناك حياة. ثم إذا مات ابن أدم، وغادرت روحه جسده، فإن هذا الجسد يبدأ في اليبوس والتخشب حتى يصير كالتمثال الحجري أو (الصلصال كالفخار). وعند دفن جسده في تراب الأرض يبدأ هذا الجسد في التحلل إلى تراب بعملية معاكسة لعملية بنائه التي بدأت أصلًا من تراب الأرض. فبعد دفنه يبدأ الجسد في التحلل التدريجي الذي تقوم به الأحياء الدقيقة من بكتريا وفطريات وطحالب وغيرها، وهي التي تعايشت مع الجسد في حياته، وهذه الأحياء توجد في جو وتربة القبر الذي يُدفن فيه، فيتغير لونه وتنتن رائحته (أي تفسد) حتى يصير صلصالًا من حمأ مسنون، ثم يتحول إلى طين لازب بفقد جزء من محتواه المائي، وبفقد كل مائه يتحول إلى تراب الأرض فيما عدا فضلة واحدة سماها رسول الله ﷺ . باسم «عَجْبُ الذَنَبِ» ووصفها بأنها عظمة في حجم حبة الخردل توجد في نهاية العُصْعصِ، وأنها لا تبلى أبدًا، وأن، الإنسان يُبعث منها يوم القيامة بعد إنزال مطر خاص كما تنبت البقلة من بذرتها. وقد أيدت الدراسات المعملية الحديثة صدق هذا الوصف بأن عجب الذنب لا يبلى أبدًا، وبذلك أيضًا تثبت صحة الإشارة القرآنية الكريمة التي يقول فيها ربنا تبارك وتعالى: ﴿وَٱللَّهُ أَنۢبَتَكُم مِّنَ ٱلۡأَرۡضِ نَبَاتٗا ١٧ ثُمَّ يُعِيدُكُمۡ فِيهَا وَيُخۡرِجُكُمۡ إِخۡرَاجٗا﴾ (نوح: 17-18).

فكل إنسان يستمد جسده من تراب الأرض، ويعود بعد موته إلى تراب الأرض بحيث يبلى الجسد كله إلى عظمة واحدة يعاد بعثه منها في يوم القيامة، فيخرجه الله تعالى من الأرض إخراجًا يشبه إنبات البقله من بذرتها.

ونلاحظ أن مراحل خلق الله لسيدنا أدم بدأت بإضافة الماء إلى تراب الأرض واستمرت عملية الخلق في مراحل متتالية حتى وصلت إلى مرحلة (صلصال كالفخار) ثم نفخ الله فيها الروح فأصبح بشرًا، وأن عملية تحلل جسد الإنسان بعد وفاته هي عملية معاكسة لعملية خلق آدم (أبو البشر) وتستمر في مراحل متتالية أساسها فقد الماء حتى تصل إلى مرحلة (التراب). إلا عظمة صغيرة جدًا في حجم حبة الخردل لا تبلى ويُبعث منها الإنسان بأمر الله مرة أخرى يوم القيامة بإضافة الماء فينبت من هذه العظمة بشرًا.

والمراقب لعملية نمو النبات يجدها تبدأ بامتصاص البذرة أو الحبة للماء ثم يستمر النمو حتى الأثمار وذلك بامتصاص النبات للماء والعناصر الغذائية، وعملية موت النبات تبدأ بفقد الماء ليمر بمراحل هي الذبول والاصفرار ثم يسير النبات حطامًا أو هشيمًا متكسرًا تذروه الرياح، ما عدا الحبة أو البذرة الميتة التي يبعث الله منها النبات لحياة جديدة تبدأ بالإنبات والذي يبدأ بامتصاص الماء. وصدق الحق حين يقول: ﴿ وَٱضْرِبْ لَهُم مَّثَلَ ٱلْحَيَوٰةِ ٱلدُّنْيَا كَمَآءٍ أَنزَلْنَٰهُ مِنَ ٱلسَّمَآءِ فَٱخْتَلَطَ بِهِۦ نَبَاتُ ٱلْأَرْضِ فَأَصْبَحَ هَشِيمًا تَذْرُوهُ ٱلرِّيَٰحُ ۗ وَكَانَ ٱللَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ مُّقْتَدِرًا ﴾ (الكهف: 45).

وواضح الأمر من أحاديث الرسول ﷺ أن الأجساد تبلى وهذا حكم إلهي عام لا يستثنى منه إلا أجساد كل من الأنبياء والشهداء والمؤذنين المحتسبين كما ذكر ابن حجر العسقلاني. وأحاديث (عجب الذنب) وأنه لا يبلى تحتوي على حقيقة علمية لم يتوصل إليها علم الإنسان إلا بعد الثلث الأول من القرن العشرين في سلسلة من الأبحاث قام بها العالم الألماني هانز سبيمان (**Hans Spemann**) وزملاؤه ونال عليها سبيمان جائزة نوبل في العلوم عام 1935 لأبحاثه عن عجب الذنب في البرمائيات.

حيث أتضح أن عجب الذنب الذي أسماه سبيمان «المنظم الأولى» لا يبلى بالسحق أو التسخين حتى الحرق أو بالغلي في الماء، وأنه هو الذي ينظم عملية تخلق جميع أجهزة الجسم، وهذا المنظم الأولى يظهر على سطح البويضة الملحقة بعد خمسة عشر يومًا من انقسامها في حالة الإنسان، وينظم عملية الخلق لأجهزة الجنين ثم ينسحب إلى الفقرة الأخيرة من العمود الفقاري (العُصعص) بعد إتمام تخلق جميع أجهزة الجنين.

وهذا يؤكد صدق آيات القرآن وأنه مُنزل من خالق الإنسان ويؤكد صدق رسوله الكريم الذي لا ينطبق عن الهوى، فقد قال الرسول الكريم ﷺ : «**كل ابن أدم يأكله التراب إلا عجب الذنب منه خُلق وفيه يُركب**» أخرجه عن أبي هريرة رضي الله تعالى عنه الأئمة مسلم وأحمد والبخاري ومالك وغيرهم.

كذلك أخرج الإمام مسلم عن أبي هريرة أنه قال: قال رسول الله ﷺ : «**مَا بَيْنَ النَّفْخَتَيْنِ أَرْبَعُونَ ثُمَّ يُنْزِلُ الله مِنْ السَّمَاءِ مَاءً فَيَنْبُتُونَ كَمَا يَنْبُتُ الْبَقْلُ لَيْسَ مِنْ الْإِنْسَانِ شَيْءٌ إِلَّا يَبْلَى إِلَّا عَظْمًا وَاحِدًا وَهُوَ عَجْبُ الذَّنَبِ وَمِنْهُ يُرَكَّبُ الْخَلْقُ يَوْمَ الْقِيَامَةِ**». وقد جاءت أنها أربعون سنة في قول للإمام النووي، وهذه الحقائق تشهد لرسولنا الكريم بالنبوة والرسالة وبما وصفه رب العالمين فقال:

﴿ وَمَا يَنطِقُ عَنِ ٱلْهَوَىٰٓ ۝٣ إِنْ هُوَ إِلَّا وَحْىٌ يُوحَىٰ ۝٤ عَلَّمَهُۥ شَدِيدُ ٱلْقُوَىٰ ﴾ (النجم:3-5).

ومن عجب الذنب يعود الإنسان والحيوان مرة أخرى إلى البعث يوم القيامة وهذا تفصيل لقول ربنا تبارك وتعالى: ﴿ مِنْهَا خَلَقْنَٰكُمْ وَفِيهَا نُعِيدُكُمْ وَمِنْهَا نُخْرِجُكُمْ تَارَةً أُخْرَىٰ ﴾ (طه:55). ولقد أثبت علم الأجنة حديثًا صدق القرآن الكريم عند وصف مراحل الجنين البشري من النطفة والنطفة الأمشاج والعلقة والمضغة وخلق العظام ثم كسوة العظام باللحم، وأنه بعد استكمال أعضاء الجنين ينحسر المنظم الأولى (أي عجب الذنب) على هيئة عظمة في حجم الخردل في نهاية العصعص، حيث يبدأ منها خلق الإنسان من جديد يوم القيامة عند البعث.

وهذه العظمة التي في نهاية العمود الفقري (عجب الذنب أو المنظم الأولى) لا تبلى أبدًا، فقد قام سبيمان وزملاؤه بقطع هذا الجزء (والمكون من الخيط الابتدائي والعقدة الابتدائية – the primitive streak and the primitive node) من عدد من البرمائيات وزرعه في عدد من أجنتها فنما هذا الجزء على محور جنيني آخر مختلفًا عن الجنين المضيف، كذلك بسحق هذا الجزء الذي سماه باسم «المنظم الأولى» وزرعه في عدد من الأجنة فنما في كل واحد منها على هيئة جنين ثانوي مما يؤكد أن خلاياه لم تتأثر بعملية السحق، هذه الحقائق العلمية التي لم تكتشف إلا في القرن العشرين تشهد للقرآن الكريم الذي أُنزل من قبل ألف وأربعمائة سنة بأنه لا يمكن أن يكون صناعة بشرية، بل هو كلام الله الخالق الذي أنزله بعلمه على خاتم أنبيائه الصادق الأمين.

وقد ورد في القرآن الكريم آيات عديدة تؤكد حقيقة الموت والبعث منها قول الحق تبارك وتعالى:

﴿ مِنْهَا خَلَقْنَاكُمْ وَفِيهَا نُعِيدُكُمْ وَمِنْهَا نُخْرِجُكُمْ تَارَةً أُخْرَىٰ ﴾ (طه: 55)، منها هنا تشير إلى الأرض، والحديث هنا للبشر جميعًا، مما يؤكد أنهم كانوا جميعًا في صلب أبيهم أدم عليه السلام لحظة خلقه، وتؤكد الآية الكريمة على حتمية أننا من الأرض وسوف نُدفن فيها وسوف نُخرج أي نُبعث منها يوم القيامة.

﴿ ذَٰلِكَ بِأَنَّ اللَّهَ هُوَ الْحَقُّ وَأَنَّهُ يُحْيِي الْمَوْتَىٰ وَأَنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ۝٦ وَأَنَّ السَّاعَةَ آتِيَةٌ لَّا رَيْبَ فِيهَا وَأَنَّ اللَّهَ يَبْعَثُ مَن فِي الْقُبُورِ ﴾ (الحج: 6-7).

﴿ ثُمَّ إِنَّكُم بَعْدَ ذَٰلِكَ لَمَيِّتُونَ ۝١٥ ثُمَّ إِنَّكُمْ يَوْمَ الْقِيَامَةِ تُبْعَثُونَ ﴾ (المؤمنون: 15-16).

ثم إنكم بعد ذلك لميتون: أي: بعد خلقكم من طين (إشارة إلى أبيكم أدم) ثم من نطفة ثم علقة ثم مضغة ثم عظامًا ثم كسوة العظام باللحم ثم التنشئة خلقًا آخر، كما في الآيات السابقة (12-14) التي تحدثنا عنها آنفًا.

﴿ هُوَ ٱلَّذِى يُحْىِۦ وَيُمِيتُ ۖ فَإِذَا قَضَىٰٓ أَمْرًا فَإِنَّمَا يَقُولُ لَهُۥ كُن فَيَكُونُ ﴾ (غافر: 68)، فالحياة والموت وأي أمر بالنسبة لله أهون ما يكون فقط «كن فيكون».

﴿ وَأَنَّهُۥ هُوَ أَمَاتَ وَأَحْيَا ﴿٤٤﴾ وَأَنَّهُۥ خَلَقَ ٱلزَّوْجَيْنِ ٱلذَّكَرَ وَٱلْأُنثَىٰ ﴿٤٥﴾ مِن نُّطْفَةٍ إِذَا تُمْنَىٰ ﴿٤٦﴾ وَأَنَّ عَلَيْهِ ٱلنَّشْأَةَ ٱلْأُخْرَىٰ ﴾ (النجم: 44-47).

﴿ أَيَحْسَبُ ٱلْإِنسَٰنُ أَن يُتْرَكَ سُدًى ﴿٣٦﴾ أَلَمْ يَكُ نُطْفَةً مِّن مَّنِىٍّ يُمْنَىٰ ﴿٣٧﴾ ثُمَّ كَانَ عَلَقَةً فَخَلَقَ فَسَوَّىٰ ﴿٣٨﴾ فَجَعَلَ مِنْهُ ٱلزَّوْجَيْنِ ٱلذَّكَرَ وَٱلْأُنثَىٰٓ ﴿٣٩﴾ أَلَيْسَ ذَٰلِكَ بِقَٰدِرٍ عَلَىٰٓ أَن يُحْۦِىَ ٱلْمَوْتَىٰ ﴾ (القيامة: 36-40). بلى قادر يا ربنا تباركت وتعاليت.

﴿ قُتِلَ ٱلْإِنسَٰنُ مَآ أَكْفَرَهُۥ ﴿١٧﴾ مِنْ أَىِّ شَىْءٍ خَلَقَهُۥ ﴿١٨﴾ مِن نُّطْفَةٍ خَلَقَهُۥ فَقَدَّرَهُۥ ﴿١٩﴾ ثُمَّ ٱلسَّبِيلَ يَسَّرَهُۥ ﴿٢٠﴾ ثُمَّ أَمَاتَهُۥ فَأَقْبَرَهُۥ ﴿٢١﴾ ثُمَّ إِذَا شَآءَ أَنشَرَهُۥ ﴾ (عبس: 17-22).

﴿ فَلْيَنظُرِ ٱلْإِنسَٰنُ مِمَّ خُلِقَ ﴿٥﴾ خُلِقَ مِن مَّآءٍ دَافِقٍ ﴿٦﴾ يَخْرُجُ مِنۢ بَيْنِ ٱلصُّلْبِ وَٱلتَّرَآئِبِ ﴿٧﴾ إِنَّهُۥ عَلَىٰ رَجْعِهِۦ لَقَادِرٌ ﴾ (الطارق: 5-8).

3-4-4: الماء في حياة الإنسان:

تحدثا فيما سبق عن خصائص الماء المدعمة للحياة وتحدثنا أيضًا عن أهمية الماء وعن علاقة الماء بالتربة والنبات، ثم أوضحنا دور الماء في عملية خلق الإنسان، ولا يخفى على أحد ضرورة المياه في حياة الإنسان فمنه يشرب ويرتوي، ومن الماء تشرب الحيوانات التي يعتمد الإنسان في حياته وغذائه عليها، وعلى الماء يعيش النبات فيخرج بأمر الله جميع الثمار والحبوب والخضروات اللازمة لحياة الإنسان. والماء هو وسيلة النظافة للإنسان فبه يغتسل الإنسان ويغسل حاجاته، وللماء استعمالات عديدة في أنشطة الإنسان مثل النشاط الزراعي والصناعي، وعلى الماء تجري السفن بنعمة الله بما ينفع الناس.

دور الماء داخل الجسم البشري:

الماء هو المكون الهام في تركيب مادة الخلية في جسم الإنسان، حيث يدخل في تكوين خلايا الجسم بجميع أنواعها، والماء يكون نحو 90-95٪ من جسم جنين الإنسان ومن 77-81٪ من جسم الطفل عند الولادة ومن 65-75٪ من جسم الإنسان عند الشيخوخة، والماء هو سبب حياة الإنسان بأمر الله وصدق الحق حين قال سبحانه: ﴿ أَوَلَمْ يَرَ ٱلَّذِينَ كَفَرُوٓاْ أَنَّ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَٰهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ ۖ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴾ (الأنبياء:30).

وقد أثبت علم الكيمياء الحيوية أن الماء لازم لحدوث جميع التفاعلات والتحولات التي تتم داخل جسم الإنسان وغيره من الكائنات الحية، كما أثبت علم وظائف الأعضاء (الفسيولوجيا) أن الماء ضروري لقيام كل عضو في جسم الإنسان بوظائفه على الوجه الأمثل وأنه بدون الماء لا يمكن لأعضاء جسم الإنسان أن تستمر في وجودها وعملها. **فدم الإنسان**، وهو نوع خاص من الأنسجة الناقلة في جسم الإنسان لا يمكن أن يستمر في عمله بدون الماء لأن الماء من أهم مكوناته. ومن المعروف في علم الأنسجة (Histology) أن الخلية هي وحدة بناء ووحدة وظيفة أي نسيج في الجسم، فالخلية قادرة بمفردها أن تقوم بكل الوظائف الأساسية وتتحد الخلايا معًا لتكون الأنسجة (tissues)، وتتحد الأنسجة لتكون الأعضاء (organs).

ويقسم علم الأنسجة (الهستولوجي) الأنسجة الأساسية في جسم الإنسان إلى أربعة أقسام هي:

1- النسيج الطلائي (epithelial tissue) ويشمل الجلد الخارجي، والداخلي المغطى للأعضاء.

2- الأنسجة الضامة (connective tissues) ومنها العظام والدم والليمف، ونسبة الماء في العظام حوالي 45٪.

3- النسيج العضلي (muscular tissue)، وتحتوي العضلات المخططة على 70-75٪ماء.

4- النسيج العصبي (nervous tissue)، ونسبة الماء في خلايا الجهاز العصبي حوالي 82-94٪.

ولنعود إلى دم الإنسان ودور الماء في تركيبه ونشاطه، فنجد أن الدم (blood) مكون من:

1-خلايا الدم (وتمثل 45٪منه) وهذه تشمل كرات الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء وصفائح الدم.

2- البلازما plasma (وتمثل 55٪ من تركيب الدم). وحجم الدم في جسم الإنسان حوالي 5 لترات.

وبلازما الدم عبارة عن محلول مائي نسبة الماء به 90-92٪ ويحتوي على بروتين البلازما وأملاح غير عضوية وعديد من المركبات العضوية مثل الفيتامينات والأحماض الأمينية والهرمونات. والبلازما في تبادل مستمر وثابت مع الموائع في خلايا الجسم (extracellular fluids).

والبلازما عبارة عن مادة بين خلوية مائعة، وبروتينات البلازما ثلاثة مجموعات هي:

1- الألبومينات (albumins) وهي يمكنها الارتباط بالأحماض الدهونية غير الذائبة وبذلك تساعد في نقلها.

2- الجلوبولينات (globulins) وهي تكون أجسام للنظام الوقائي.

3- الفبرينوجينات (fibrinogens) وهي تكون خيوط التجلط.

وللدم وظائف هامة وضرورية للجسم تشمل:

1- نقل العناصر الغذائية والفضلات السامة التي تنتج من العمليات الحيوية والأوكسجين وثاني أكسيد الكربون والمواد الأخرى مثل الهرمونات خلال الجسم، وهذا يعني أن الجسم يموت إذا لم يوجد الدم.

2- تنظيم درجة حرارة الجسم.

3- مكونات الدم تعتبر جزءًا من نظام الدفاع عن الجسم.

4- التحكم في النزيف بعملية التجلط.

5- المحافظة على التوازن الحمضي القاعدي للجسم.

6- الدم وعاء ناقل لتوزيع الهرمونات.

وكرات الدم الحمراء (red blood corpuscles R.B.Cs erythrocytes) تتركب من 33٪ هيموجلوبين (haemoglobin) و66٪ ماء وبعض الإنزيمات المطلوبة لبناء الجليكوز، والهيموجلوبين يمكنه الاتحاد مع الأوكسجين ليعطي هيموجلوبين مؤكسد أوكسيهيموجلوبين (oxyhaemoglobin) أو مع ثاني أكسيد الكربون (CO_2) ويعطي (carbaminohaemoglobin) كربامينوهيموجلوبين وهذه ارتباطات غير عكسية، أو يتحد مع أول أوكسيد الكربون (CO) ويعطي كربوكسيهيموجلوبين (carboxyhaemoglobin) وهذا مركب غير عكسي.

وهيموجلوبين الدم غني في محتواه من الحديد ولذا فهو غني في الإليكترونات، أي أنه يساعد في أكسدة الدم أي تحمله بالأوكسجين ونقله إلى خلايا الجسم، لأنه من المعروف أن الحديد ثنائي التكافؤ (حديدوز) (F_e^{++}) وثلاثي التكافؤ (حديديك) (F_e^{+++}) فيمكنه الأكسدة والاختزال بسهولة (أي يكتسب ويفقد الأوكسجين).

ووظائف كرات الدم الحمراء تشمل:

1- هي النظام الأساسي الناقل للغاز، أي أنها تحمل الأوكسجين وأيضًا ثاني أكسيد الكربون (Co_2).

2- النظام الفجوي لجدار كرات الدم الحمراء يحفظ الهيموجلوبين بداخلها وبالتالي يمنع ترسبه في النابيب الناقله.

3- الجدار الخلوي يمكن الكرات الحمراء من العبور بسهولة في الأنابيب الشعرية الضيقة (أي الشعيرات الدموية).

4- تنظيم تفاعل الدم بسبب محتواها الأنزيمي مثل انزيم الكربونيك أنهيدريز (carbonic anhydrase).

وبالنسبة لخلايا الدم البيضاء white blood cells (leucocytes) فإن عددها في المللي المكعب أو الميكرولتر (microlitre µl) فإنه يعادل *4000-10000/µl*. ووظيفتها أنها خط الدفاع ضد الميكروبات التي تهاجم الجسم، بينما عدد كرات الدم الحمراء في الذكر تعادل *5-5.5*/million/µl ، وفي الأنثى 4.5 مليون لكل ميكرولتر.

وتتكون خلايا الدم البيضاء من مجموعتين هما:

أ- حبيبية أو محببة granulocytes (granular leucocytes) وهذه تحتوي على نوع خاص من الحبيبات السيتوبلازمية، ومن هذه المجموعة ثلاثة أنواع هي:

1- نيتروفيلز (neutrophils) وتمثل 60-70٪ من خلايا الدم البيضاء في الجسم، وتعمل على قتل الميكروبات.

2- إيوزينوفيلز (eosinophils) وتمثل 2-5٪ من الخلايا البيضاء بالجسم.

3- باسوفيلز (basophils) وتمثل 0.5-1٪ من الخلايا البيضاء بالجسم.

ب- خلايا دم بيضاء غير حبيبية agranulocytes (non granular leucocytes) وهي لا تحتوي حبيبات نوعية ولكن بها حبيبات غير نوعية (azurophilic) ومن هذه المجموعة نوعين هما:

1- ليمفو سايتس (خلايا ليمفية) (lymphocytes) وتمثل 25-40٪ من العدد الكلي لخلايا الدم البيضاء بالجسم. وهو مجموعة من الخلايا لها بناء مماثل ومنه الصغير والمتوسط والكبير الحجم، والحجم الكبير منه موجود في الليميف.

2- منوسايتس (خلايا وحيدة النواة) (monocytes) وتشكل 3-8٪ من عدد الخلايا البيضاء في الجسم.

وبالنسبة لصفائح الدم blood platelets (thrombocytes) فهي عبارة عن شرائح أو صفائح بيضاوية أو دائرية الشكل قطرها 2-4 ميكرومتر ولا تحتوي نواة. وعددها في الإنسان العادي 150 ألف إلى 400 ألف لكل ميكرولتر وفترة حياتها 6-10 أيام ووظيفتها أنها تعمل على تجلط الدم عند حدوث أي جرح بجسم الإنسان وبذلك تمنع النزيف وتساعد على شفاء أماكن الجروح بالجسم.

والخلية في جسم الإنسان (cell in human body) للماء دور هام وضروري في تركيبها وفي إتمام أدائها لوظائفها، وبروتوبلازما معظم الخلايا الحية نسبة الماء به حوالي 80٪. فخلية الجسم هي وحدة بنائه وتتجمع الخلايا لتكون الأنسجة المختلفة التي سبق ذكرها وتتحد الأنسجة لتكون أعضاء الجسم المختلفة. والخلية مكونة من مكونين أساسين هما:

1- السيتوبلازم cytoplasm. 2- الأنوية nucleus.

السيتوبلازم يحتوي على:

أ- **مكونات حية أو عضيات** (organelles) ومنها ما هو له غشاء ومنها ما هو بدون غشاء والمكونات الحية في سيتوبلازم الخلية والتي لها غشاء تشمل:

1- غشاء أو جدار الخلية وهو يتكون من 30٪ لبيدات (وهي موائع محبة للماء). و60٪ بروتينات و10٪ كربوهيدرات

2- الميتوكوندريا (mitochondria) وهي تمد الخلية بالطاقة.

3- Rough endoplasmic reticulum (rER) (الشبكة الاندوبلازمية الخشنة) وهو خاص ببناء البروتين.

4- smooth endoplasmic reticulum (SER) (الشبكة الاندوبلازمية الملساء) وهو خاص ببناء الليبيدات والهرمونات.

5- جهاز جولجي (Golgi apparatus) وهو مسئول عن تخزين البروتين.

6- (lysosomes) وهي تحفظ الخلية وتدافع عنها.

7- (coated vesicles) وهي تنظم عمل جدار الخلية.

ب- **مكونات غير حية** (inclusions).

جـ- **النسيج السيتوبلازمي** (cytosol or cytoplasmic matrix).

وجدار الخلية (cell membrane (plasma lemma يظهر تحت الميكروسكوب الإلكتروني مكون من عدة طبقات، ووظائف جدار الخلية تشمل:

1- نقل المواد عبر جدار الخلية من خلال أربع أنواع من الانتقال هي:

- نقل يعتمد على التدرج في التركيز (*passive transport*) كما في حالة الليبيدات والغازات.
- نقل يعتمد على التدرج في التركيز مع وجود حوامل (carriers) وهو ما يسمى بالـfacilitated transport مثل نقل الجليكوز والأحماض الأمينية.
- نقل نشط ويحتاج طاقة في صورة ATP ويسمى بالـactive transport مثل نقل أيون الصوديوم Na^{+} خارج الخلية ودخول أيون البوتاسيوم K^{1+} إلى الخلية (sodium pump).
- نقل ظاهري أو كلي bulk transport ويعني دخول الحبيبات بكاملها عن طريق تمدد السيتوبلازم مكونًا فراغًا داخل الجدار.

2- قد يتحور جدار الخلية لكي يؤدي وظيفة خاصة.

3- يكون الجدار غلاف يحمي الخلية.

4- على جدار الخلية شحنات موجبة على السطح الخارجي له وشحنات سالبة على سطحه الداخلي. وفي حالة الخلايا العصبية يحدث الاستجابة لمؤثر معين عن طريق

انتقال موجي بالتغير في القطبية حيث يحدث فقد للقطبية depolarization وإعادة حدوثها repolarization.

ودور النسيج العصبي (nervous tissue) في جسم الإنسان يشمل:

- استقبال المعلومات من البيئة الخارجية والداخلية.
- التعامل مع هذه المعلومات.
- اختيار التصرف المناسب لتفاعل العضو.
- ينظم الظروف الداخلية للجسم مثل ضغط الدم ومستويات الجليكوز في الدم ومستويات الهرمونات.
- يتحكم في سلوك الإنسان مثل التغذية والدفاع وإعادة الإنتاج.

والميتوكوندريا (mitochondria) في سيتوبلازم خلية الإنسان لها عدة وظائف هي:

1- تمد الخلية بالطاقة التي تحتاجها لأن المواد الأساسية في التنفس الخلوي هي الجليكوز والأحماض الدهنية:

حيث يتحول الجليكوز (glucose) بعملية تحلل لا هوائي داخل السيتوبلازم مكونًا حامض بيروفيك الذي يدخل إلى الميتوكوندريا ويتحلل إلى ماء وثاني أكسيد الكربون ($H_2O + CO_2$) مع إنتاج كمية كبيرة من الـATP . بينما تدخل الأحماض الدهنية مباشرة إلى الميتوكوندريا حيث تتحلل إلى ماء وثاني أكسيد كربون.

2- للميتوكوندريا دور في تنظيم مستوى الكالسيوم في الخلية.

3- الميتوكوندريا لها القدرة على أن تتجزأ لأنها تحتوي DNA و RNA وهما من المركبات المطلوبة لتخليق أو بناء البروتين، فهي أحماض نووية الأول به سكر (deoxyribose) والثاني به سكر (ribose).

- والأنوية في الخلية تختلف في الشكل من نسيج إلى آخر. وأغلب الخلايا وحيدة النواة،ولكن هناك بعض الخلايا يا لها نواتين (كما في خلايا الكبد) وخلايا عديدة الأنوية (كما في osteoclasts) وبعض الخلايا بدون نواة (كما في خلايا الدم الحمراء).

ووظيفة الأنوية أنها مكان تخليق الـ RNA وتكوين الـ ribosome وهو من المكونات الحية للسيتوبلازم التي ليس لها جدار وهو المكان الذي يخلق فيه البروتين في الخلية سواء المطلوب لها أو لغيرها.

أهم الأضرار الناتجة عن نقص الماء في جسم الإنسان ما يلي:

1- زيادة في سرعة التنفس.
2- زيادة في النبض وارتفاعه درجة حرارة الجسم.
3- الإحساس بوخز وخدر في أصابع اليدين والقدمين.
4- زيادة تركيز الدم ونقصانه وصعوبة جريانه.
5- الجفاف والموت في حالة النقص الشديد.

استخدام الإنسان للماء:

كما رأينا فالماء مكون أساسي لخلايا جسم الإنسان وهو ضروري لكي تؤدي الخلايا والأنسجة والأعضاء المختلفة أنشطتها الحيوية. ولا يستطيع الإنسان البقاء حي بدون أن يشرب الماء فقد قُدر ما يحتاجه الإنسان البالغ من الماء بحوالي 2-3 لتر أي 2-3 كيلو جرام مقابل احتياجه إلى كيلو جرام واحد من الغذاء يوميًا.

ولا يتحمل الإنسان العطش لفترة طويلة، وعندما تفقد الخلية محتواها من الماء فسوف تموت، وكلنا يعرف أن الطفل عندما يُصاب بالجفاف سيموت إذا لم يعالج سريعًا. وحتى الإنسان البالغ عند مرضه الشديد وعدم إمكانه تناول الغذاء فإنه يمكن أن يستمر في الحياة لفترة ليست قصيرة إذا حصل جسمه على حاجته من الماء والسوائل. فالخلية بل والجسم كله سيفقد مظاهر الحياة إذا لم يوجد بها الماء، بل وكلما ازداد نشاط الخلية الحية ازداد احتياجها للماء فخلايا الجهاز العصبي مثل خلايا المخ والحبل الشوكي تحتاج إلى قدر كبير من الماء لأنها تستهلك قدرًا كبيرًا من الأوكسجين في عملها، بينما لا تحتاج الخلايا المكونة للأنسجة الدهنية إلى نسبة عالية من الماء لأنها لا تحتاج إلى نسبة مرتفعة من الأوكسجين ونسبة الماء في الأنسجة الدهنية تعادل 20٪ فقط. والإنسان

عندما يبذل مجهودًا أكبر في عمله يحتاج ماء أكثر ويحس بالعطش أسرع كما هو الحال عند ممارسة أي رياضة مجهدة مثل الجري مثلًا، لأن الجسم مع النشاط الأكثر يستهلك ماء أكثر وأيضًا يفقد ماء أكثر عن طريق الغدد العرقية.

وبالطبع فإن الماء يحصل عليه الجسم في صورة ماء أو أي سوائل مثل جميع أنواع العصائر، وأيضًا من خلال الأطعمة المختلفة الغنية بالماء، وأيضًا عن طريق شُرب لبن الأم بالنسبة للطفل ولبن الحيوانات المباحة للإنسان، وعلينا أن نشكر الخالق العليم أن أمدنا بالماء الفرات نشرب منه ونرتوي وأيضًا سخر لنا الأنعام نُسقى منها لبنًا خالصًا، وصدق الحق حين قال:

﴿ وَإِنَّ لَكُمْ فِي ٱلْأَنْعَٰمِ لَعِبْرَةً ۖ نُّسْقِيكُم مِّمَّا فِي بُطُونِهِۦ مِنۢ بَيْنِ فَرْثٍ وَدَمٍ لَّبَنًا خَالِصًا سَآئِغًا لِّلشَّٰرِبِينَ ﴾ (النحل: 66). وأيضًا وهبنا الله عسل النحل شرابًا وشفاء بفضله، حيث قال: ﴿ وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى ٱلنَّحْلِ أَنِ ٱتَّخِذِي مِنَ ٱلْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ ٱلشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿٦٨﴾ ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ فَٱسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا ۚ يَخْرُجُ مِنۢ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَٰنُهُۥ فِيهِ شِفَآءٌ لِّلنَّاسِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَءَايَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴾ (النحل: 68-69).

وقد سبق أن أشرنا في الباب الأول من الكتاب إلى الآيات من القرآن التي أشارت إلى أن الماء يُستعمل لشرب الإنسان وسقاية الحيوانات، وسوف أشير هنا إلى بعض الآيات الأخرى، كما في قوله سبحانه: ﴿ وَإِذِ ٱسْتَسْقَىٰ مُوسَىٰ لِقَوْمِهِۦ فَقُلْنَا ٱضْرِب بِّعَصَاكَ ٱلْحَجَرَ ۖ فَٱنفَجَرَتْ مِنْهُ ٱثْنَتَا عَشْرَةَ عَيْنًا ۖ قَدْ عَلِمَ كُلُّ أُنَاسٍ مَّشْرَبَهُمْ ۖ كُلُوا۟ وَٱشْرَبُوا۟ مِن رِّزْقِ ٱللَّهِ وَلَا تَعْثَوْا۟ فِي ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴾ (البقرة: 60).

- ﴿ لِّنُحْيِيَ بِهِۦ بَلْدَةً مَّيْتًا وَنُسْقِيَهُۥ مِمَّا خَلَقْنَآ أَنْعَٰمًا وَأَنَاسِيَّ كَثِيرًا ﴾ (الفرقان: 48-49).

- ﴿ أَفَرَءَيْتُمُ ٱلْمَآءَ ٱلَّذِي تَشْرَبُونَ ﴿٦٨﴾ ءَأَنتُمْ أَنزَلْتُمُوهُ مِنَ ٱلْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ ٱلْمُنزِلُونَ ﴿٦٩﴾ لَوْ نَشَآءُ جَعَلْنَٰهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴾ (الواقعة: 68-70).

والماء يستعمله الإنسان في تنظيف نفسه، وفي الاغتسال وغسيل جميع حاجاته من ملابس وأواني وخلافة، فالماء سائل طهور فهو مذيب جيد لكثير من المواد كما سبق توضيحه، وكلنا يعرف قصة سيدنا أيوب عَلَيْهِ السَّلَامُ وكيف جعل الله سبحانه الماء له شفاء من المرض ومغتسلًا وشرابًا، وصدق الحق حين قال:

﴿ وَٱذْكُرْ عَبْدَنَآ أَيُّوبَ إِذْ نَادَىٰ رَبَّهُۥٓ أَنِّى مَسَّنِىَ ٱلشَّيْطَٰنُ بِنُصْبٍ وَعَذَابٍ ﴿٤١﴾ ٱرْكُضْ بِرِجْلِكَ هَٰذَا مُغْتَسَلٌۢ بَارِدٌ وَشَرَابٌ ﴾ (ص:٤١-٤٢).

وقد ذكرنا من قبل أن الماء يساعد في عمليات العلاج الطبيعي وخاصة أنه بسبب خاصية الطفو يسهل للمريض الحركة في حمامات السباحة، ويوجد في كثير من الدول عديد من عيون المياه الجوفية الحرارية المعدنية التي تستعمل للعلاج من بعض الأمراض.

ونحن كمسلمين نعرف أن ماء بئر زمزم في الأراضي الحجازية فيه بركة وشفاء بفضل الله، وقد ذكر رسولنا الكريم صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : «**أن ماء زمزم لما شرب له**»، «**وهو طعام طعم وشفاء مُسقم**».

وبالطبع فإن الماء عند استعماله في الشرب أو طبخ الطعام لابد أن يكون خالى من المركبات والعناصر الضارة والسامة أحيانًا إذا وصلت لتركيز معين، لذلك تُوجد مقاييس عالمية لتحديد مدى صلاحية المياه للشرب. لأنه لابد من المحافظة على نقاء الماء وإجراء تحليلات طبيعية وكيميائية وحيوية له بهدف التأكد من مطابقته للمعايير الدولية لمياه الشرب من حيث الطعم واللون الرائحة والعطارة ومقدار الكائنات الحية الدقيقة به والمحدده لمستوى تلوثه، لأن تركيز الأملاح الكلية المذابة فيه يجب أن لا تتعدى 500 ملليجرام/ لتر وتركيز النترات لا يزيد عن 10 ملليجرام/ لتر والكبريتات لا تزيد عن 250 ملليجرام/ لتر والكلور لا يزيد عن 250 ملليجرام/ لتر.

وأن لا يتعدى تركيز العناصر التالية: الزرنيخ – الكادميوم – الكروم – الرصاص – النحاس – الحديد – المنجنيز – الزنك – الزئبق، التركيزات التالية على التوالي

(بالملليجرام / لتر):0.05، 0.01، 0.05، 0.05، 1، 3.، 0.05، 5، 0.002 ويقدر أيضًا تركيز بعض الكيماويات العضوية المكلورة والمبيدات.

وعند استعمال الماء في الغسيل يقاس درجة العسر ويجب أن يكون تركيز المواد المنتجة لرغاوي الصابون في حدود 5. ملليجرام / لتر.

والماء النقي غير الملوث لا يضر جسم الإنسان، أما الماء الملوث خاصة بالمواد القابلة للتراكم في أجسام الكائنات الحية مثل المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق والمبيدات الحشرية والمواد العضوية المركبة فهي ضارة بالجسم ولابد أن لا يزيد تركيزها في ماء الشرب عن الحد القياسي المسموح به، وسوف يُعاد الحديث عن تلوث الماء في الباب التالي من الكتاب.

وكما ذكرنا فإن الماء في خلايا الجسم وبصفة خاصة في الدم هو الذي يساعد على نقل وتوزيع العناصر الغذائية لجميع خلايا الجسم الحي، وهناك العديد من أنواع الأحياء المائية النباتية التي تعيش في الماء ويعتمد عليها الإنسان في غذائه، ومن هذه الأحياء الأسماك وبعض القشريات والأصداف فهي مصدر هام للبروتينات، وجميع النباتات على اليابسة التي يستهلكها الإنسان في غذائه مثل الخضروات والمحاصيل الحقلية والبستانية لا تعيش بدون الماء، أي أنه ببساطة لا غناء عن الماء في الشرب والغذاء للإنسان أو لجميع الكائنات التي يستعملها هذا الإنسان في غذائه. فالبشر هم أحدث سكان هذه الأرض استعمارًا لها، وكل ما في الأرض من ماء وأحياء مسخر بفضل الله لهؤلاء البشر، مع العلم أن الإنسان يمثل نوعًا واحدًا من بين ما يزيد على مليون و350ألف نوع من أنواع الأحياء النباتية والحيوانية المعروفة. وتعد الزراعة المستهلك الأكبر للمياه العذبة وذلك لتوفير غذاء الإنسان، ولا زراعة بدون ماء، ولكن مع الأسف فإن قدرًا كبيرًا من مياه الري يضيع هباء بسبب استخدام أساليب الري القديمة التي تتسبب في إضافة الماء إلى المحاصيل بحد أعلى بكثير من حاجتها مما يضر بالأرض والمحاصيل، بالإضافة إلى الإسراف في المياه وفقدها بدون فائدة، وقد ذكر لنا القرآن الكريم أن الماء ضروري للنبات كما أشرنا من قبل، ولنا أن نقرأ معًا قول ربنا تبارك وتعالى: ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ

خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَىٰ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴾ (الأنعام: 99).

وطعام البحر ذكره القرآن الكريم في عديد من الآيات ذكرناها عند الحديث عن ماء البحر من قبل، ونذكر منها هنا على سبيل المثال قول الحق تبارك وتعالى:

﴿ أُحِلَّ لَكُمْ صَيْدُ الْبَحْرِ وَطَعَامُهُ مَتَاعًا لَّكُمْ ﴾ (المائدة: 96). وقوله سبحانه: ﴿ وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاخِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِن فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴾ (النحل: 14).

وتشير الآية السابقة من سورة النحل أنه من البحر نأخذ اللحم الطري من أحيائه وأيضًا ماء البحر مُسخر لسير السفن بما ينفع الناس لنقل البشر ومتاعهم بشكل ميسر وسهل، وقد سبقت الإشارة إلى ذلك عند الحديث عن خواص الماء وعند الحديث عن البحر، ولا يخفى على أحد أهمية النقل البحري والمائي في حياة الإنسان، وهذه وسيلة مُستعمله منذ الحضارات القديمة، مثل الحضارة الفرعونية، من قبل استعمال السيارات وجميع وسائل النقل الجوي.

ويدخل الماء في كثير من الصناعات الضرورية لحصول الإنسان على غذائه مثل صناعة العصائر والمعلبات والمشروبات الغازية وغير ذلك.

وكثير من الأدوية والمركبات المستخدمة في علاج أمراض الإنسان يدخل فيها الماء كمكون أساسي، وأيضًا كثير من المحاليل والكيماويات التي يحتاجها الإنسان في كثير من أنشطته المتعددة لا يمكن تجهيزها وتركيبها بدون الماء، وخلاصه القول أن الماء لا غنى عنه في المجال الزراعي والصناعي وجميع أنشطة الإنسان.

ولك عزيزي القارئ أن تتخيل حياتنا لأيام معدودة فقط بدون ماء هل ستكون ممكنه. وواجب علينا أن نشكر الله على هذه النعمة الكبرى، وواجب علينا نحو أنفسنا أن نحافظ على هذه النعمة ونصونها، وهذا ما نتناوله بالحديث في الباب التالي.