

## الفصل الثانى صور الماء على كوكب الأرض

يشغل الماء الحيز الأكبر من الغلاف الحيوى للكرة الأرضية، وهو أكثر مادة توجد فى المحتوى الأرضى على صورة منفردة، إذ تبلغ مساحة المسطحات المائية نحو ٧٠.٨٪ من النسبة الكلية لمساحة سطح الأرض.

وتقدر كمية المياه الكلية فى الكرة الأرضية سواء السطحية أو الجوفية أو الموجودة بالغلاف الجوى بحوالى ١٥٠٠ مليون كيلومتر مكعب. وإذا افترضنا إمكانية توزيع هذا الماء بالتساوى على سطح الكرة الأرضية فإنه سوف يغطى سطحها كله بعمق حوالى ثلاثة كيلومترات.

وتمثل مياه البحار والمحيطات الجزء الأكبر فى المياه الكلية حيث تتراوح نسبتها بين ٩٥-٩٧٪ بتركيز ملهى معدلة حوالى ٣٥ جم/لتر، أى أن كل لتر فى الماء المالح يحتوى على ٣٥ جراما من الأملاح المختلفة. وقد تزيد هذه النسبة أو تقل على حسب الظروف الخاصة لكل منطقة. ويمكن بيان توزيع تلك الأملاح الذاتية فى مياه البحر كالتالى :

٧٧.٧٪	كلوريد صوديوم
١.٠٨٪	كلوريد ماغنسيوم
٠.٤٧٪	كبريتات ماغنسيوم
٠.٣٦٪	كبريتات كالسيوم
٠.٢٥٪	كبريتات بوتاسيوم
٠.٢٪	كربونات كالسيوم وماغنسيوم
٠.٢٪	بروميد ماغنسيوم
٠.٢٪	أملاح أخرى
١.٠٠٪	المجموع

ويعتقد العلماء أن مصدر هذه الأملاح الذائبة فى ماء البحر من نواتج القشرة الأرضية بفعل عمليات التجوية، حيث تذوب هذه الأملاح بفعل الماء لتحملها الأنهار بعد إذابتها إلى مياه البحار والمحيطات. وقد تبين أن التركيب الكيميائى لتلك الأملاح فى مياه الأنهار يختلف من مكان لآخر فى النهر الواحد، كما يختلف من نهر لآخر، ويختلف كذلك عن التركيب الكيميائى للأملاح الذائبة فى البحار. والمخزون الرئيسى للماء كما نرى يوجد فى البحار والمحيطات فى صورة مياه مالحة، والحكمة فى كون الجزء الأكبر من المياه الموجودة على الأرض توجد على هذه الصورة هو ضمان عدم فساد المياه، لأن المياه العذبة غير الجارية تعتبر وسطا ملائما لنمو البكتيريا والأحياء المائية الدقيقة الذى يؤدي وجودها لظهور أعراض فساد المياه، وبخاصة فى الأجواء الدافئة. وتمثل البحار كما ذكرنا النسبة الغالبة للماء، كما تمثل مياه المناطق القطبية المتجمدة نسبة ٢-٤٪ من المياه الكلية لكوكب الأرض.

وبالطبع فإن ملوحة المياه ووجود الماء على تلك الصورة المتجمدة يجعل حوالى ٩٩٪ من كمية المياه الكلية غير صالحة للاستعمال سواء للإنسان أو الحيوان أو النبات. وعلى ذلك نجد أن الماء القابل للاستعمال يمثل حوالى ١٪ فقط من الماء الموجود بالكرة الأرضية. وهذا الماء يتوزع على هيئة مياه سطحية تمثلها الأنهار والبحيرات العذبة، ومياه جوفية فى باطن الأرض، بالإضافة للمياه الموجودة بالغلاف الجوى على هيئة رطوبة وبخار ماء.

ولعلنا نعجب إذا علمنا أن المياه الجوفية تمثل الجزء الأكبر من المياه الصالحة للاستعمال، حيث يوجد حوالى ٩٧٪ من كمية الماء الصالح للاستعمال تحت سطح الأرض، أما الباقي وهو حوالى ٣٪ فقط فيتوزع بالتساوى تقريبا بين المياه السطحية والمياه الموجودة فى الغلاف الجوى.

والماء الموجود فى الطبيعة يكون فى حركة مستمرة حتى أننا يمكن أن نصفه بأنه فى حركة دوران دائمة، فالماء السطحي عند تعرضه للحرارة الآتية من الشمس

يتبخر جزء منه كما يتبخر كذلك من على سطح التربة وأسطح النباتات ليصعد إلى الجو على هيئة بخار ماء، حيث تقوم التيارات الهوائية بتحريك داخل الغلاف الجوى حتى تسمح الظروف الجوية بتكاثفه ليعود مرة أخرى إلى الأرض فى صورة أمطار أو ثلوج أو ندى، وتسمى هذه الدورة بالدورة المائية.

وقد قدرت الكمية المتساقطة من الأمطار والثلوج على سطح الأرض بحوالى ٥٢٠ ألف كيلومتر مكعب سنويا. كما قدرت كمية الماء الذى يتبخر من سطح الأرض بكمية مساوية تقريبا لهذا المقدار، بإعتبار أن محتوى الرطوبة الموجودة بالغلاف الجوى لا يتغير تقريبا. وبمعنى أكثر تحديدا فإن كمية المياه المتساقطة على الأرض تتساوى مع كمية المياه المتبخرة من سطح الأرض. وبلا شك فإن الجزء السطحى من المياه الأرضية يعتبر هو العامل الأساسى المؤثر فى كمية المياه المتبخرة، ويشمل هذا الجزء المياه المالحة فى البحار والمحيطات وكذلك مياه الأنهار والبحيرات العذبة، وتصل نسبة المياه المتبخرة من كل ذلك إلى حوالى ٩٠٪ من الكمية الكلية للماء المتبخر. أما البخر الناتج من سطح اليابسة والتتح الناتج من النباتات الخضراء فتبلغ نسبته حوالى ١٠٪ فقط من مجموع المياه المتبخرة. ولعلنا ندرك من هذا أهمية المسطحات الهائلة من المياه السطحية التى تمثلها البحار والمحيطات حتى تتناسب كمية المياه المتساقطة مع حاجة الأرض اليابسة لها لتفى بالغرض المطلوب منها وهو الحفاظ على حياة الكائنات التى تعيش على الأرض من نباتات وحيوانات، مع ملاحظة أن نسبة تساقط الأمطار تختلف إختلافا بينا من مكان لآخر، مما يؤدي لإختلاف المناخ وإختلاف خصوبة التربة حتى تتنوع أشكال الحياة البرية على اليابسة فى المملكتين النباتية والحيوانية على حد سواء.

كما تجدر الإشارة فى هذا السياق إلى أن محتوى الرطوبة فى الغلاف الجوى، والذى يتركز فى طبقة الخمسة كيلومترات التى تعلو سطح الأرض لا يتجاوز ٢٪ من كمية التساقط السنوى. ولذلك فإنه لولا إستمرار دورة الماء الطبيعية، ولولا الحركة المستمرة لبخار الماء لتوقفت الحياة على وجه الأرض.

ودعونا ننقل الآن للتعرف على الصور التي يوجد عليها الماء في كرتنا الأرضية.  
بادئين بأولى هذه الصور ويتمثل في الماء الموجود في الغلاف الجوى للأرض بأشكاله  
المختلفة.

## أولاً، المياه في الغلاف الجوي

حتى نتعرف على الكيفية التي يوجد بها الماء في الغلاف الجوي، يجب أن نعرف أولاً ما هو الغلاف الجوي، فهو غلاف غازي سميك يحيط بالكرة الأرضية ويتركز في طبقاته السفلى جميع الظواهر والتقلبات المناخية. وكلما ارتفعنا عن سطح الأرض تقل كثافة الهواء تدريجياً حتى تنعدم في الطبقات العليا من هذا الغلاف.

ويتركز نصف كمية الغازات المكونة للغلاف الجوي في الكيلومترات الخمس التي تعلو سطح الأرض، بينما تتجمع ثلاثة أرباع كتلة الهواء الجوي في الكيلومترات العشر الأولى. فإذا إرتفعنا إلى عشرين كيلومتراً وجدنا أن تسعة أعشار كتلة الهواء مركزة في هذا النطاق والذي يبدأ من سطح الأرض. ويبقى الهواء موجوداً كلما إزداد إرتفاعنا عن سطح الأرض ولكنه يتخلخل كلما توغلنا في الفضاء حتى يصير شبه معدوم.

وقد اتضح من دراسة الغلاف الجوي للأرض أن الغازات التي تتواجد عند أطرافه العليا تتألف من غازات خفيفة هي الهيدروجين والهيليوم، وهما من أخف العناصر الموجودة على كوكبنا، ويندر وجودهما بالقرب من سطح الأرض. ويتألف الغلاف الجوي بصفة أساسية من غازي النيتروجين بنسبة ٧٨٪ والأكسجين بنسبة حوالي ٢١٪ من حجم الهواء. كما يوجد غاز الأرجون بنسبة ٠.٩٣٪ وثاني أكسيد الكربون بنسبة ٠.٣٪. بالإضافة إلى ذلك توجد عدة غازات نادرة مثل النيون والهيليوم والميثان وثاني أكسيد الكربون والهيدروجين وأكسيد النيتروز والزينون.

ومن الغازات الهامة الموجودة بالغلاف الجوي غاز الأوزون، وإن كانت كميته ضئيلة جداً، ويتواجد على ارتفاعات عالية جداً. وترجع أهميته إلى قدرته على امتصاص جزء كبير من الأشعة فوق البنفسجية الساقطة على الأرض، وبذلك لا يسمح إلا بنفذ الكمية المناسبة من تلك الأشعة إلى سطح الأرض والتي يتسبب التعرض لها بكميات كبيرة في حدوث مشاكل صحية خطيرة. ويدخل بخار الماء أيضاً في تركيب

الغلاف الجوى بنسب متفاوتة تختلف من منطقة لأخرى. ويعتبر بخار الماء هو مصدر عمليات التساقط المائى على سطح الأرض، فوجوده ضرورى لاستمرار الحياة عليها.

كما يحتوى ذلك الغلاف على كميات كبيرة من المواد الصلبة ممثلة فى حبيبات الأتربة دقيقة الحجم والرمال والدخان بالإضافة للغبار البركاني، وتكون تلك الدقائق معلقة فى الهواء وتختلف باختلاف المكان. وتلك الجسيمات الدقيقة لا ترى بالعين المجردة، ووجودها فى الجو يساعد على امتصاص جزء من الاشعاع الشمسى، كما يساهم فى عمليات انتشار وانعكاس الأشعة وحفظ الاشعاع الأرضى. ويرجع اللون الأزرق للسماء واللون الأحمر الذى يظهر عند غروب الشمس إلى أثر اختلاط الأتربة ببعض الغازات وتأثيرها على انتشار الأشعة الزرقاء والبنفسجية. كما تساعد تلك الجسيمات الدقيقة على اتمام عملية هامة هى عملية التكاثف التى يتركز حدوثها فى الطبقات السفلى من الغلاف الجوى ويتحول فيها بخار الماء إلى ماء أو تلج وبرد ليسقط على الأرض لامدادها بالماء العذب الذى لا استمرار للحياة بدونه.

ويعمل الغلاف الجوى كذلك على حماية سطح الأرض من تساقط بقايا الشهب والنيازك التى تسقط عليها من الفضاء الخارجى حيث يحدث بين تلك البقايا وبين الغلاف الجوى احتكاك يولد حرارة عالية تسبب احتراق تلك الأجسام احتراقا كاملا يؤدى إلى تلاشيها قبل وصولها للأرض.

ويعتقد العلماء أن الغلاف الجوى للأرض قد نشأ عند بداية تكون الكرة الأرضية أثناء مراحل تكوين القشرة الأرضية. ونتاجت الغازات المكونة له نتيجة تفاعل المواد المشعة فى باطن الأرض وتصاعدها إلى أعلى. وأثناء ذلك التصاعد أخذت فى ترتيب مكوناتها رأسيا تبعاً لكثافتها ومدى ثقلها، وبالتالي فقد تركزت الغازات الأكثر ثقلا مثل النيتروجين والأكسجين فى الطبقة السفلى، بينما صعدت الغازات الخفيفة إلى نهايات ذلك الغلاف.

والغلاف الجوى يجدد نفسه دائما بصورة تدريجية وذلك عن طريق ما يتصاعد من غازات تخرج من باطن الأرض مع مصهورات البراكين. وتضاف كذلك بعض الغازات مع انبثاق مياه النافورات الحارة الموجودة في بعض المناطق. كما تنتج بعض التفاعلات الكيميائية الطبيعية بعض الغازات بجانب ما ينتج من عمليات التحلل العضوى للنباتات والحيوانات والمواد العضوية من غازات تضاف للغلاف الجوى.

ويتكون الغلاف الجوى من عدة طبقات ليس بينها فواصل، ولكنها تتميز بالاختلاف في محتوياتها الحرارية ومكوناتها، ويمكن تقسيم تلك الطبقات إلى :

### (١) التروبوسفير Troposphere :

وهو يبدأ من سطح الأرض وحتى إرتفاع حوالى عشرة كيلومترات. وتتميز هذه الطبقة بإنخفاض درجة حرارتها بمعدل حوالى ٠.٦ درجة مئوية لكل مائة متر إرتفاع، وعلى ذلك تكون درجة الحرارة عند الجزء العلوى منها حوالى ٧٠ درجة تحت الصفر. ويحتوى التروبوسفير على ٧٥-٨٠٪ من كتلة الهواء الجوى، كما أنه الطبقة الوحيدة التى تحتوى على بخار الماء. وهذا النطاق من الغلاف الجوى هو الذى نعيش فيه ونمارس فيه حياتنا، وفيه تهب الرياح وتنشأ التيارات الصاعدة ويسقط المطر، حيث يقتصر وجود السحاب عليه فقط.

وتتجلى فى خلق طبقة التروبوسفير على هذه الكيفية قدرة الخالق سبحانه وتعالى، الذى خلق كل شىء بحكمة وتديبير محكم. فلولا التناقص التدريجى فى درجة الحرارة كلما ابتعدنا عن سطح الأرض لما تكونت السحب فى النطاق العلوى من طبقة التروبوسفير، والسحب كما نعرف تتكون من بخار الماء الذى يتصاعد من سطح الأرض بفعل حرارة الشمس. ولولا تلك البرودة لما تكثف الماء على هيئة سحاب ليعود إلى الأرض مرة أخرى عن طريق الأمطار. وإذا افترضنا تبخر الماء باستمرار من البحار والمحيطات لتسبب ذلك فى جفاف الأرض ونضوب الماء من على سطحها نتيجة انطلاقه إلى الفضاء الخارجى بلا عودة، مما يؤدى إلى نهاية الحياة على الأرض. ولكن

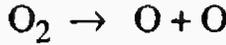
الله العلى القدير أراد أن ينحصر الماء فى تلك الطبقة من الهواء التى تغلو سطح الأرض والتى تتم فيها دورة الماء الطبيعية التى يكمن فيها سر من أسرار الحياة.

### (٢) التروپوبوز Tropopause :

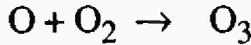
وهى طبقة هامشية تفصل بين طبقة التروبوسفير السفلية وطبقة الستراتوسفير التى تغلها. وتتعرض هذه الطبقة لتيارات هوائية شديدة السرعة تعرف بإسم «التيارات النفائة». وتعتمد الطائرات التى تطلق على ارتفاعات عالية على تجنب الطيران فى عكس اتجاه تلك التيارات.

### (٢) طبقة الستراتوسفير Stratosphere :

وهذه الطبقة يمتد إرتفاعها من حوالى عشرة كيلومترات إلى خمسين كيلومترا فوق سطح الأرض. وتتميز بإرتفاع درجة حرارتها كلما بعدنا عن سطح الأرض حتى تصل إلى حوالى ٢٠ درجة مئوية فى مستواها العلوى. وفى طبقة الستراتوسفير يندعم وجود بخار الماء، ولكن ما يميزها هو وجود غاز الأوزون الذى يتولد عن طريق تفاعلات كيموضوية، حيث يتحول الأوكسجين الجزيئى إلى أوكسجين نرى بتأثير الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس، تبعا للتفاعل :



ثم يتفاعل هذا الأوكسجين الذى يكون فى حالة نشطة مع الأوكسجين الجزيئى مكونا غاز الأوزون :



وجزيئات غاز الأوزون الناتج تكون غير ثابتة، حيث تتفكك عند امتصاصها للأشعة فوق البنفسجية إلى جزيء أكسجين وذرة من الأكسجين. وبذلك يستهلك جزء من الأشعة فوق البنفسجية الضارة في إتمام تلك التفاعلات في الفضاء البعيد عن سطح الأرض، لتحمي أهلها من ضرر تلك الأشعة التي إذا زادت عن حدودها الآمنة سببت الأمراض الجلدية مثل سرطان الجلد، وسببت كذلك التغير في حرارة الأرض والمناخ بصفة عامة. وتتسبب التفاعلات التي ذكرناها في إطلاق طاقة حرارية، وهذا ما يفسر إرتفاع درجة حرارة طبقة الستراتوسفير.

#### (٤) الميزوسفير Mesosphere :

تمتد هذه الطبقة من خمسين إلى ثمانين كيلومترا فوق سطح الأرض، وتنخفض فيها درجة الحرارة تدريجيا مع زيادة الارتفاع حتى تصل إلى حوالي ٩٥ درجة مئوية تحت الصفر. كما ينخفض ضغط الهواء فيها حتى يصل قرب نهاياتها العليا إلى أقل من  $1/200$  من الضغط الجوي عند سطح الأرض. ويرجع الفضل إلى هذه الطبقة في حدوث عمليات احتراق بقايا الشهب والنيازك الساقطة من الفضاء الخارجي تجاه الأرض. ونتيجة لذلك ترتفع درجة حرارة الهواء في القسم الأسفل من تلك الطبقة.

#### (٥) الأيونوسفير Ionosphere :

وتتميز هذه الطبقة بدرجة حرارتها المرتفعة، ولذلك يطلق عليها أحيانا إسم الثيرموسفير Thermosphere وترتفع درجة الحرارة فيها حتى تصل إلى حوالي ألف درجة مئوية، وتعزى هذه الحرارة المرتفعة لامتصاص الأكسجين الذرى بها للطاقة العالية للأشعة فوق البنفسجية. وطبقة الأيونوسفير تحتوى على نسبة عالية من الأيونات نتيجة إكتسابها لطاقة الأشعة فوق البنفسجية وانبعثت الكترونات المدارات

الخارجية لها لتتحول بذلك الذرات الموجودة بها إلى أيونات. وقد وجد أن لهذه الطبقة أهمية كبيرة بالنسبة للإتصالات نظرا لقدرتها الفائقة على عكس الموجات اللاسلكية التي تصل إليها لترجعها إلى سطح الأرض مرة أخرى.

### (٦) الاكسوسفير Exosphere :

وهي تعتبر الغلاف الخارجى للجو المحيط بالأرض، وتتميز بسرعة حركة الجزيئات الغازية الموجودة بها بسبب تخلخل الهواء الشديد فيها. وفي تلك الطبقة يتضاعل الغلاف الجوى بالتدرج حتى يصل إلى الفضاء الخارجى الخالى من الغازات تقريبا، وتستمر هذه الطبقة إلى ارتفاعات بعيدة جدا.

والآن بعد أن عرفنا أنواع الطبقات التي يتكون منها الغلاف الجوى الذى يحيط بالأرض، يمكننا أن ننتقل للحديث عن صور الماء فى هذا الغلاف وهى الرطوبة الجوية والسحاب، بالإضافة لصور التكاثف المائى البعيدة والقريبة من سطح الأرض.

## ١- الرطوبة الجوية

تنشأ الرطوبة الجوية من عملية تسمى البخر Evaporation، وهي تحول المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية. وتبخر الماء ينتج عندما تكتسب جزيئاته السطحية طاقة حرارية نتيجة تسخينها بأشعة الشمس أو نتيجة لحرارة الجو، وتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية تزيد بزيادة الحرارة حتى تصبح أكبر من القوى التي تربط جزيئات الماء ببعضها البعض فتترك سطح السائل وتنطلق إلى الجو في الحالة الغازية. ومن الطبيعي أنه كلما زادت درجة الحرارة، فإن هذا يؤدي إلى تزايد حركة الجزيئات حتى تفوق قوى الجذب السطحي فيزداد معدل التبخر. ويحدث أحياناً، عندما يكون الماء على شكل ثلج، أن تكتسب جزيئاته السطحية كمية من الحرارة يمكنها من التحول مباشرة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية - وهي بخار الماء - دون المرور بالحالة السائلة، وتعرف هذه العملية بالتسامي Sublimation أما العملية العكسية للبخر فتعرف بالتكثيف Condensation، وهي تعني التحول من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة. وتحدث عمليتا البخر والتكثيف في نفس الوقت، ويتوقف معدل ذلك على درجة تشبع الجو ببخار الماء. فإذا كان الجو غير تام التشبع زادت عملية البخر عن التكثيف، أما إذا كان الجو مشبعاً فيحدث تساوى بين معدلات البخر والتكثيف. أما في حالة وصول كمية البخار إلى مستوى أكبر من درجة التشبع -Supersaturation، فإن معدل التكثيف يصبح أعلى من معدل البخر.

وتلعب الشمس دوراً أساسياً في تبخر جزء من الماء المكون للغلاف المائي، مما يؤدي لنقل بخار الماء إلى الغلاف الجوي حيث تقوم التيارات الهوائية بتحريك هذه المياه المتبخرة في داخل الغلاف الجوي. فالرياح هي العامل الأول في توزيع بخار الماء فوق المناطق المختلفة من الأرض، وهي السبب في اختلاف الأجواء وتحديد المناخات وطبيعة التجوية في الأماكن المختلفة. وهي السبب كذلك في تزويد الأنهار والمثلج بالماء. بالإضافة إلى ذلك فالرياح هي السبب في النشاط الجيولوجي للمواج، وذلك عن طريق إنتقال الطاقة منها إلى سطح الماء بالبحار والمحيطات.

ويعكس الغازات الأخرى المكونة للهواء الجوى فإن بخار الماء لا يتواجد بنسبة ثابتة فى كل الأجواء، فنسبته تختلف باختلاف المكان والوقت والإرتفاع. وبالرغم من وجوده بنسبة قليلة فى الهواء مقارنة بالغازات الأخرى، إلا أنه يلعب دورا كبيرا فى التأثير على المناخ، فهو يعتبر أحد المواد الرئيسية التى تمتص أشعة الشمس وكذلك الأشعة الصادرة من سطح الأرض، وبذلك فإن له دور هام فى تحديد درجة حرارة الجو. ويعتبر بخار الماء المصدر الرئيسى لعمليات التكثف والتساقط، وتؤخذ نسبته فى الهواء الجوى كأحدى المؤشرات الهامة لاحتمالات سقوط المطر أو الندى.

وتتراوح عادة نسبة بخار الماء فى الهواء الجوى بين الصفر، ٤٪ حجما. وكمية بخار الماء تحدد رطوبة الجو، وقد جرت العادة أن يشار إلى الرطوبة الجوية برقم ينسب مئويا إلى أقصى كمية من بخار الماء الذى يحتويه الهواء فى مكان ما. ويسمى الهواء الذى يحمل أقصى طاقة له من بخار الماء بالهواء المشبع، وتعتمد كمية التشبع على درجة حرارة الهواء فتزيد بزيادة الحرارة وتقل عند إنخفاضها.

ويعبر عن الرطوبة بعدة تعبيرات منها الرطوبة المطلقة Absolute Humidity وهى كتلة البخار الموجودة فى وحدة الحجم من الهواء الجوى مقدره بالجرام لكل متر مكعب، أما الرطوبة النوعية Specific Humidity فهى وزن بخار الماء الموجود فى وحدة الأوزان من الهواء الجوى مقدره بالجرام لكل كيلوجرام. وتعرف الرطوبة النسبية Relative Humidity بأنها النسبة المئوية بين كمية بخار الماء الموجود فعلا فى الهواء وبين كمية البخار عند درجة التشبع عند نفس درجة الحرارة والضغط الجوى. وتعتبر الرطوبة النسبية مؤشرا هاما لكمية ومعدل البخر.

## ٢- السحاب

السحب هي كتل متجمعة من قطرات صغيرة من الماء أو البلورات الثلجية دقيقة الحجم تكون معلقة في الهواء. وهي تنشأ من الهواء المشبع ببخار الماء عند تعرضه لعمليات تكاثف Condensation أو تسامي Sublimation. وبخار الماء الموجود في الجو ينتج من البخر من المسطحات المائية والتربة الرطبة وأسطح النباتات الخضراء. ومحتوى بخار الماء المحمول بواسطة الهواء يتمدد ويبرد كلما زاد ارتفاعه عن سطح الأرض، حيث يستطيع الهواء حمل كمية معينة منه عند درجة حرارة معينة. ويمكن القول بأن الهواء الدافئ يحتوى على كميات كبيرة من بخار الماء أكبر مما يحتويه الهواء البارد، فإذا انخفضت درجة الحرارة، يبدأ البخار في التكثف والتحول إلى سائل يتشكل على هيئة قطرات مائية دقيقة. ولكي يحدث هذا التكثف يجب تواجد جسيمات دقيقة جدا عالقة في الهواء، تكون هي المسئولة عن بداية عملية التكثف وتسمى نويات التكاثف. وهذه النويات تصبح مركزا للقطرات المائية، وتتراوح أقطارها بين ٠.١ إلى ١٠م، وهي تكون إما جسيمات ملحية متناهية في الصغر يكثر وجودها فوق البحار والمحيطات. أو قد تتألف تلك النويات من الغبار وبعض المواد الكيماوية المنبعثة من عوادم السيارات وأدخنة المصانع، وتكثر بالطبع في جو المدن الصناعية.

ولا تبقى السحب عادة مستقرة في أماكن نشأتها، ولكنها تتعرض للتحرك إما رأسيا من أسفل إلى أعلى أو بالعكس، وإما أفقيا بالانتقال من مكان إلى آخر. وتنشأ حركة السحب نتيجة التغيرات الحرارية التي تتعرض لها، فتسبب تمدد الهواء عند ارتفاع الحرارة، أو انكماشه عند إنخفاضها.

ويلاحظ أن السحب التي تتكون بفعل الهواء الصاعد إلى أعلى بسرعة كبيرة، تنمو رأسيا ويكون امتدادها من أسفل إلى أعلى، بينما السحب التي تتكون بفعل الهواء الصاعد لأعلى ببطء أو بسبب تبريد الهواء فيغلب عليها الانتشار بشكل طبقي.

والسحب بجانب ما لها من أهمية عظيمة فى إتمام دورة الماء فى الأرض، وفى إنزال المطر لتحيا به البلاد والعباد، فإن لها قيمة كبيرة فى تنظيم عمليات سقوط أشعة الشمس عند نفاذها إلى سطح الأرض. فالسحب تحد من تشتت الأشعة المرتدة من الأرض إلى طبقات الجو العليا فتحافظ على درجة حرارة الهواء الملاصق لسطح الأرض لتحفظ للأرض دفنهما. ولا ننسى أيضا ما للسحب من أهمية فى وقاية الناس من شدة حرارة الشمس وبخاصة فى أيام الصيف شديدة الحرارة، وفى الأماكن المفتوحة كالصحراء. ولقد كان الغمام من النعم التى أنعم الله بها على بنى إسرائيل بعد عبورهم البحر مع نبي الله موسى عليه السلام، وكان ذلك فى صحراء سيناء حيث تشتد الحرارة ويندر وجود المياه. وتلك كانت معجزة من المعجزات التى خص الله تعالى بها بنى إسرائيل، وجاء ذكرها فى الآية «وَعَلَّلْنَا عَلَيْكُمُ الْغَمَامَ...» (البقرة آية ٥٧).

وإذا بحثنا فى الأسباب التى تؤدى إلى تكون السحب وجدنا أنه يمكن تحديدها فيما يلى :

١- حينما تقابل كتلة من الرياح الساخنة المتحركة فى إتجاه أفقى حاجزا طبوغرافيا طبيعيا مثل سلسلة من الجبال، فيؤدى ذلك إلى تصاعد تلك الكتلة الهوائية إلى الأجزاء العليا لهذا الحاجز، حيث تبرد درجة حرارتها نتيجة للإرتفاع مكونة كميات وفيرة من السحب. وهذا ما يحدث عادة عندما تقابل الرياح المشبعة بالرطوبة والقادمة من فوق مساحات بحرية سلاسلأ جبلية واقعة على طول بعض الشواطىء، فتتغذى قمم تلك الجبال بسحب كثيفة. ويؤدى ذلك فى كثير من الأحيان إلى تساقط الأمطار بكميات كبيرة.

٢- حين إلتقاء كتلة من الهواء الدافىء مع كتلة أخرى من الهواء البارد نسبيا، يصعد الهواء الدافىء لقلته كثافته إلى مستويات عالية فى الغلاف الجوى ليكتسب برودة تساعده على تكوين السحب وتساقط الأمطار بعد ذلك. ويحدث هذا اللقاء غالبا فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية بين الكتل الهوائية المختلفة فى درجات حرارتها.

٢- حينما تلامس كتلة هوائية جسما أو منطقة ساخنة على سطح الأرض، يسخن الهواء فيزداد حجمه وتقل كثافته فيبدأ بالصعود لأعلى، حيث يبرد مرة أخرى ويكون السحب. ويحدث هذا عادة في أيام الصيف في بعض المناطق الساحلية، حين يكون سطح الأرض ساخنًا بالنسبة لسطح البحر أثناء النهار. ويؤدي ذلك إلى تصاعد رياح ساخنة في المناطق الساحلية مما يجعل ضغط الهواء على الشاطئ أقل من ضغطه فوق البحر، فيساعد ذلك على هبوب الرياح الباردة من البحر نحو الشاطئ أثناء النهار. وهذا الوضع ينعكس أثناء الليل، إذ يمكن للمناطق البحرية أن تحافظ على حرارتها مدة أطول.

مما سبق يتضح أن الرياح تعتبر عاملا هاما من عوامل تكوين السحب، إذ يتم عن طريقها انتقال الحرارة والرطوبة من مكان لآخر على سطح الكرة الأرضية. فالهواء الساكن فوق سطح الماء أو الجليد يكون في حالة إتزان بحيث يبقى ضغط بخار الماء به ودرجة حرارته مساويان لضغط بخار الماء ودرجة حرارة السطح الملامس، وبذلك تتوقف عملية التبخير ما لم يتحرك هذا الهواء ليحل محله هواء آخر تقل درجة رطوبته عن درجة التشبع وتختلف درجة حرارته عن درجة حرارة السطح الملامس له. وكذلك فإن حركة الهواء إلى أعلى تلعب دورا أساسيا في تكوين السحب وتساقط الأمطار. وتسمى حركة الهواء الأفقية بالرياح، أما حركته من أسفل لأعلى في الإتجاه العمودي فيطلق عليها إسم التيارات الهوائية.

ويجب التفرقة هنا في سياق هذا الحديث بين لفظين لاختلاف مدلولهما، هما الرياح والرياح. والرياح هي جمع ريح، وهي تبدأ بالنسيم الخفيف وتنتهي بالإعصار تبعًا لسرعتها ومدى تأثيرها على مختلف الأشياء الموجودة على سطح الأرض. وقد ورد لفظ الرياح في آيات القرآن الكريم للدلالة على الخير والنعمة، وكبشرى بنزول المطر وحلول البركة بالعباد. أما لفظ الرياح فكان دائما يأتي منذرا بالعذاب مصحوبا بعقاب الله. ويستثنى من ذلك الآية «... وَجَرَيْنَ بِهِم بِرِيحٍ طَيِّبَةٍ...» (يونس آية ٢٢).

وكان الرسول صلى الله عليه وسلم إذا هبت الريح يقول (اللهم اجعلها رياحاً ولا تجعلها ريحاً).

ومن الآيات التي ورد فيها لفظ ربيع مقترنا بالعذاب والعقاب الإلهي لمن لم يمتثل لأوامر الله :

« إِنَّا أَرْسَلْنَا عَلَيْهِمْ رِيحًا صَرْصَرًا فِي يَوْمِ نَحْسٍ مُّسْتَمِرٍّ » (القمر آية ١٩)  
« ... فَنُرْسِلْ عَلَيْكُمْ قَاصِفًا مِّنَ الرِّيحِ لِيُفْرِقَكُم بِمَا كَفَرْتُمْ .... » (الإسراء آية ٦٩)  
« وَفِي عَادٍ إِذْ أَرْسَلْنَا عَلَيْهِمُ الرِّيحَ الْعَقِيمَ » (الذاريات آية ٤١)  
« وَأَمَّا عَادُ فَأَهْلِكُوا بِرِيحٍ صَرْصَرٍ عَاتِيَةٍ » (الحاقة آية ٦)

وهناك أربع قوى تتحكم فى سرعة واتجاه الرياح بصفة عامة وهى :

#### ١- القوى الناشئة عن فرق الضغط :

وهى الأساس الذى تبدأ به الحركة الأفقية للهواء، وتنشأ نتيجة اختلاف الضغوط من مكان لآخر على سطح الكرة الأرضية. فحين يكون الضغط مرتفعاً فى موقع ما، ومنخفضاً فى موقع آخر، ينشأ بينهما انحدار فى الضغط، وكلما زاد هذا الانحدار زادت سرعة حركة الهواء فى الاتجاه الأقل ضغطاً. ويجب ملاحظة أنه كلما صغرت المسافة بين هذين الموقعين، كلما زادت حدة الانحدار وزادت بالتالى سرعة الرياح.

#### ٢- قوى الانحراف :

تؤثر تلك القوى بصفة أساسية على اتجاه الرياح، دون التأثير على سرعتها، لأنها ترتبط بحركة دوران الأرض حول محورها، مما يؤدي لانحراف اتجاه الريح تبعاً لموقع تلك المنطقة من الكرة الأرضية، من حيث كونها فى النصف الشمالى أو الجنوبى للأرض.

## ٣- قوى الطرد المركزي :

تنشأ قوى الطرد المركزي أساسا عند حدوث تقوس للممرات الهوائية، حيث تتسبب فى تغيير اتجاه حركة الهواء إلى خارج مركز تقوس الممر الهوائى. ويزداد تأثير تلك القوى كلما زادت سرعة الرياح. ويتضح الأثر الفعال لتلك القوى فى حالة الأعاصير والزوايع فى المناطق الاستوائية بوجه خاص.

## ٤- قوى الاحتكاك :

تزداد قوى الاحتكاك كلما زادت سرعة الرياح، وتلك القوى تعمل فى الاتجاه العكسى لاتجاه الريح، وهى تؤثر سلبيا فى سرعتها. ويزداد أثر تلك القوى فى الطبقات الهوائية القريبة من سطح الأرض. وقد حدثنا القرآن عن العلاقة بين الرياح والسحب فى أكثر من آية، وأظهرت تلك الآيات أثر الرياح فى تكوين السحب وتجمعها، وفى عملية التكاثف ونزول المطر، ثم فى إحداث العواصف الرعدية والبرق وتكون الثلج والبرد. وورد السحاب بهذا الاسم فى العديد من آيات القرآن، بالإضافة لبعض الأسماء الأخرى الدالة عليه كالمزن والركام والمعصرات. ولنحاول التعرف على تلك العلاقة فى الآيات التالية :

«وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْ يُرْسِلَ الرِّيحَ مُبَشِّرَاتٍ لِيُذِيقَكُمْ مِنْ رَحْمَتِهِ...» (الروم آية ٤٦)

وفى تلك الآية ذكرت الرياح بدون ذكر السحاب أو المطر، ولكن من سياق الآية نفهم أنها الرياح المبشرة بقدوم المطر، وهى الرياح التى تسبق هطول المطر والتى يعرفها جيدا سكان الأماكن الصحراوية التى تعتمد فى معيشتها على مياه الأمطار، فهى لهم معنى الخير والنماء، وقد تتوقف حياتهم عليها فى بعض الأحيان. وتلك الرياح قد اقترن ذكرها فى الآية بذكر رحمة الله بما تحمله من بشائر الخير. أما فى الآية «وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّىٰ إِذَا أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقِنَاهُ لِبَلَدٍ مِيتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ...» (الأعراف آية ٥٧). ففيها بالإضافة لإرسال الرياح المبشرة بالمطر،

إظهار لدور الرياح فى حمل السحاب ونقله من مكان إلى مكان آخر. وكما أوضحنا فإن الرياح هى التى تتحكم فى نقل السحاب بإذن الله تعالى ويتدبير منه حتى إذا كانت الظروف مهيأة لنزول المطر، بدأت فى إنزال ما بها من ماء يحمل معه الخير والنماء.

وفى آية أخرى نجد وصفا مدهشا للرياح بأنها لواقح «وَأَرْسَلْنَا الرِّيحَ لَوَاقِحَ فَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنْتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ» (الحجر آية ٢٢). وكلمة لواقح تحمل أكثر من معنى كما جاء فى التفاسير، وكما دلنا على ذلك العلم الحديث. فالرياح تحمل حبوب اللقاح وتنقلها من مكان إلى آخر فتساعد بذلك على تلقیح النباتات لتخرج ثمارها. وهى أيضا التى تتسبب فى كثير من الأحيان فى بداية تكوين السحب بما تحمله من نويات التكاثف التى هى عبارة عن أجسام دقيقة جدا يحملها الهواء لتبدأ عليها عملية التكاثف الأولى التى تستمر حتى يبدأ هطول الأمطار. وفى آخر الآية تذكير للبشر بقضية هامة هى قضية إختزان المياه، وفيها تقرير بعدم قدرة الإنسان على إختزان تلك الكميات الهائلة من المياه. ولكن الله سبحانه وتعالى أبدع نظاما محكما لحفظ المياه على كوكب الأرض، بما يجعلها صالحة لاستعمال البشر وحياة الكائنات على سطح الأرض. فأكبر المسطحات المائية على وجه الأرض هى البحار والمحيطات، وهى بما تحتويه من أملاح تصبح وسطا غير ملائم لنمو البكتيريا والكائنات الدقيقة التى تسبب فساد المياه. فلو أن المياه المالحة على سطح الأرض كانت مياه عذبة لتحولت إلى مياه غير صالحة للشرب. ولكى تصبح تلك المياه المالحة ملائمة لمتطلبات الحياة، فإنها تتعرض للتبخر بفعل حرارة الشمس وتنتشر فى الجو لتتكاثف بعد ذلك على هيئة سحب تنتقل بفعل الرياح لينزل منها المطر مكونا الأنهار والجداول التى تجرى بالمياه العذبة. أما بعض مياه الأمطار فيذهب فى الأرض كمياه جوفية تُخترن فيها كمياه نقية ينتفع بها الإنسان بعد استخراجها، فوجودها على أعماق بعيدة يحفظ لها نقاءها ويمنع عنها الفساد. وتنتهى رحلة الأنهار فى مياه البحر أو

المحيط، لتبدأ من جديد تلك الدورة التي لا تتوقف، لتستمر بها حياة البشر والكائنات الحية الحيوانية والنباتية.

ومن الآيات التي ورد فيها ذكر الرياح مرتبطاً بالسحاب، تلك الآية من سورة فاطر «وَاللَّهُ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ فَتُحِيرُ سَحَابًا فَمَسُقْنَاهُ إِلَى بَلَدٍ مَيِّتٍ فَأَحْيَيْنَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا كَذَلِكَ النُّشُورُ» (فاطر آية ٩). ولعل في إثارة الرياح للسحاب تلميحاً لدورها في بداية تكون السحب في طبقات الجو العليا، واستمرارها في تغذيتها إلى الحد الذي تكون فيه السحب مثقلة بالماء فيهطل منها المطر.

كما أن في سورة الروم الآية ٤٨ إشارة هامة أضيفت إلى دور الرياح في إثارة السحاب وتحريكه من مكان لآخر، وهي قدرة الرياح على تشكيل السحاب في السماء خفيفاً كان أم كثيفاً، مطبقاً أو غير مطبق. «اللَّهُ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيحَ فَتُحِيرُ سَحَابًا فَيَبْسُطُهُ فِي السَّمَاءِ كَيْفَ يَشَاءُ وَيَجْعَلُهُ كِسْفًا فَنَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ فَإِذَا أَصَابَ بِهِ مَنْ يَشَاءُ مِنْ عِبَادِهِ إِذَا هُمْ يَسْتَبْشِرُونَ» (الروم آية ٤٨). ومن المعلوم أن بخار الماء يصعد في الهواء لأنه أقل كثافة منه، وتحركه الرياح عبر مسافات بعيدة، وعند صعوده لأعلى وبرودته تتكون السحب مرتبطاً شكلها باتجاه حركة الرياح وسرعتها.

وفي الآية ١٦٤ من سورة البقرة، نرى مدى الارتباط بين الرياح والسحاب الذي سخر الله حركته بحكمة بين السماء والأرض، «.... وَتَصْرِيفِ الرِّيحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ» (البقرة آية ١٦٤).

وفي تلك الآية إشارة إلى دورة الماء في الطبيعة، حيث تحمل الرياح الماء المتبخر من سطح الكرة الأرضية ليتشكل سحابة تسوقه الرياح لتقله إلى أماكن بعيدة، ثم يرجع مرة أخرى إلى الأرض، ليعود بعدها إلى السماء في دورة مستمرة لا تنتهي طالما استمرت الأرض والسماء بإذن الله.

والآن بعد الحديث عن كيفية تكوين السحب، لنحاول التعرف على أنواعها

المختلفة.

## أنواع السحب:

تختلف السحب فى أنواعها، كما تختلف فى أشكالها ومدى بعدها عن سطح الأرض، وكذلك فى قدرتها على إنزال المطر. ويعرف علماء الأرصاد مختلف أنواع السحب حسب مظهرها. وقد اصطالحوا على بعض الكلمات المميزة لكل نوع منها. فمثلا البادئة «سترا» تدل على السحب الطبقيّة أو المتلبدة، والبادئة «كومولوس» تدل على السحب الركامية التى تتكون من كتل بيضاء. أما البادئة «سيرو» فتعنى السحب المتموجة، أما سحب السمحاق فهى السحب المتموجة البيضاء. وتنقسم السحب حسب ارتفاعها عن سطح الأرض إلى ثلاثة أقسام.

### ١- السحب المنخفضة :

وهى السحب القريبة من سطح الأرض، ويقل إرتفاعها عن ١٨٠٠ متر من السطح. ويوجد من هذه السحب نوعين، الطبقيّة أو المتلبدة والطبقيّة الركامية. وتنتشر الطبقيّة على هيئة صفيحة مستوية تغطى السماء، وقد تسقط منها أحيانا قطرات من الرذاذ. وتظهر السحب الطبقيّة الركامية أقل سمكا واستواءً، وتتميز بظهور مناطق فاتحة وداكنة فى أسفلها تدل على وجود سحب متداخلة فى طبقاتها.

### ٢- السحب المتوسطة :

وهى السحب التى يتراوح إرتفاعها بين ١٨٠٠ و ٦٠٠٠ متر فوق سطح الأرض. وتضم ثلاثة أنواع هى الطخور والطبقيّ والقزح الركامى والخسيف الطبقيّ. وتتكون سحب الطخور من طبقة رقيقة بيضاء أو رمادية لا تحجب ضوء الشمس إلا إذا زادت كثافتها. أما سحب القزح الركامى فتأخذ أشكالا مختلفة، فقد تظهر على شكل ركام متفرق أو طبقات متجمعة. أما النوع المسمى بالخسيف الطبقيّ فيكون أحيانا قريبا جدا من الأرض. وفى بعض الأحيان لا يكون من الممكن رؤية تلك السحب بسبب الأمطار أو الثلوج التى تتساقط منها.

### ٣- السحب المرتفعة :

وتلك السحب تشمل السمحاق والسمحاق الطبقي والسمحاق الركامي، وهي جميعا تتكون في داخلها من حبيبات صغيرة من الثلج، بينما تتكون السحب الأخرى من قطيرات مائية. وتتخذ سحب السمحاق في الغالب هيئة رشيقة القوام، يصل ارتفاعها أحيانا إلى ١٠٠٠٠ متر. ويظهر السمحاق الطبقي على هيئة صحائف رقيقة، تتميز عادة بدائرة مضيئة يحدثها ظهور القمر أثناء الليل، وتظهر كذلك حول الشمس أثناء النهار. أما السمحاق الركامي فيتشكل على هيئة زواجب معلقة في الفضاء الخارجي، وهي أشبه ما تكون بكتل بيضاء من القطن.

وبالإضافة لما سبق توجد أنواع أخرى من السحب تتواجد على ارتفاعات مختلفة مثل السحب الركامية والركامية المزنية، فهي قد تصل إلى ارتفاعات شاهقة بينما تقترب قواعدهما السفلية من الأرض. والسحب الركامية تتكون من كتل تطفو عبر السماء وقد تتحول إلى ما يسمى بالسحب الركامية المزنية، التي تتخذ أشكالا رائعة الجمال وخاصة عندما يتخللها ضوء الشمس في أيام الشتاء. وهذا الجمال الطبيعي الخلاب كثيرا ما يحرص على نقله الرسامون والمصورون كآية من آيات قدرة الله الخالق المبدع في خلقه.

أما السحب الركامية المزنية أو ما يعرف باسم الصيب فقد يصل ارتفاعها إلى ١٨٠٠٠ متر من قاعدتها وتنتشر قممها التي تشبه شكل السندان، وتتميز تلك القمة بإحتوائها على بلورات ثلجية. وقد يطلق على هذا النوع من السحب اسم الركام الرعدى لمصاحبة المطر الشديد والبرق والرعد لها، وأحيانا كثيرة تكون مصحوبة بنزول البرد.

وقد ورد في احدى آيات سورة البقرة ذكر لذلك النوع من السحب وهو الصيب كمصدر للرعد والبرق والصواعق، «أَوْ كَهَيْبٍ مِنَ السَّمَاءِ لَيْهِ ظُلُمَاتٌ وَرَعْدٌ وَبَرْقٌ...» (البقرة آية ١٩). واستكمالا للآيات التي ورد فيها ذكر السحاب نذكر تلك الآيات :

## «فَالْحَامِلَاتِ وَفَرَأ» (الذاريات آية ٢)

وفيها يقسم الله تعالى بالسحب المثقلة بالأمطار، وهي السحب التي تحمل الماء الذي فيه حياة البشر وبقية الكائنات الحية. وتلك السحب من المخلوقات الكثيرة التي أقسم بها الخالق عز وجل، مما يحدونا للنظر في تلك المخلوقات التي تحيط بنا والتفكر في عظمة من أبدعها.

«أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ ﴿٦٨﴾ أَأَنْتُمْ أَنْزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنزِلُونَ،

(الواقعة آية ٦٨-٦٩)

وفيها تذكير للناس بأن الله وحده هو القادر على إنزال الماء من السحب، وأن هذا خارج عن نطاق قدرتهم.

«وَالسَّمَاءِ ذَاتِ الرَّجْعِ» (الطارق آية ١١)

قسم آخر يقسم فيه المولى عز وجل بالسماء ذات الرجوع، والرجوع قُسر على أنه الماء الذي يصعد إلى السماء ثم يعود منها على هيئة مطر إلى الأرض مرة أخرى.

«وَأَنْزَلْنَا مِنَ الْمُعْصِرَاتِ مَاءً ثَجَّاجًا» (النبا آية ١٤).

والمعصرات هي السحب التي أثقلت بالماء وحان وقت إمطارها، والماء الثجاج هو الماء المتدفق المنهمر منها بشدة.

ولنا الآن وقفة مع تلك الآية من آيات سورة النور «أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يَرْجِي سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ وَيُنزِلُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ جِبَالٍ فِيهَا مِنْ بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَنِ مَنْ يَشَاءُ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ يَذْهَبُ بِالْأَبْصَارِ» (النور آية ٤٣).

والمعنى أن الله تعالى يسوق السحاب بقدرته إلى حيث يشاء ثم يجمعه بعد تفرقه في السماء، حيث يتشكل منه الركام وهو السحاب الكثيف المتراكم بعضه فوق

بعض، لينزل منه المطر أو البرد. وفي هذه الآية تشبيه رائع للسحاب بأنه مثل الجبال في إرتفاعه وامتداده في طبقات الجو العليا، وكما عرفنا فإن بعض أنواع السحب المزنية التي لها القدرة على الإمطار يمتد ارتفاعها إلى مسافات كبيرة تفوق في إرتفاعها ارتفاع جبال الأرض. وتلك السحب عندما تمطر البرد وهو قطع ثلجية صغيرة، فإنها غالباً ما تسبب الضرر للزروع والثمار والماشية. ويخبرنا الله تعالى في الآية أنه يصيب بذلك البرد من يشاء من العباد ويصرفه عن من يشاء. فكما ينزل المطر من السماء وفيه منافع للعباد، كذلك ينزل منها البرد وفيه الضرر لهم، فسبحان من جعل السماء منشأ للخير والشر معا.

وهذه الآية تشتمل على عدة حقائق علمية لم نعرفها إلا مؤخراً، وهي أن البرد لا ينشأ إلا من نوع معين من السحب هو السحب الركامية التي ذكرت في الآية. وتلك السحب تشبه في شكلها جبالا هائلة الارتفاع، يرتبط تكوينها بتيارات الهواء الصاعدة عندما يتعرض بخار الماء الذي تحمله للبرودة الشديدة تتكون بلورات ثلجية صغيرة عند أعالي تلك السحب، وتكون تلك البلورات على شكل حبيبات مستديرة شديدة الصلابة. وكذلك فحدوث البرق مرتبط بوجود حبيبات البرد في تلك السحب ولا يتولد في غيرها، فيؤدي ذلك لحدوث عواصف الرعد والبرق.

### **عواصف الرعد والبرق:**

تتميز تلك العواصف بسقوط أمطار غزيرة جدا، قد يصاحبها سقوط البرد وأحيانا الثلج. وتنشأ تلك العواصف بفعل التيارات الهوائية الصاعدة في فترة زمنية قصيرة. ويفسر ذلك بتعرض الهواء الملامس لسطح الأرض للحرارة الشديدة بسبب السخونة الطبيعية للأرض، أو بسبب حرائق الغابات أو نتيجة الثورات البركانية مما يؤدي لارتفاع الهواء لأعلى مع ما يحمله من رطوبة. وعند تعرض ذلك الهواء الساخن للتبريد بالتقائه بكتل هوائية باردة في الطبقات العليا من الجو تحدث عواصف الرعد والبرق. وتنتشر تلك العواصف فوق معظم أرجاء سطح الأرض فيماعد المناطق القطبية حيث لا يتسنى حدوث مثل هذا التسخين للهواء.

ويقول الله تبارك وتعالى فى كتابه العزيز :

«هُوَ الَّذِي يُرِيكُمْ الْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنزِلُ السَّحَابَ الثِّقَالَ ﴿١٦﴾ وَيَسْبِغُ الرُّعْدُ بِحَمَلِهِ وَالْمَلَائِكَةُ مِنْ خِيفَتِهِ...» (الرعد آية ١٢، ١٣)

«وَمِنْ آيَاتِهِ يُرِيكُمْ الْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنزِلُ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَيُحْيِي بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ» (الروم آية ٢٤)

وكما ذكر الله تعالى، فإن رؤية البرق تصيب الإنسان بالخوف والفرع لشعوره بضالته وعدم حيلته أمام تلك القوة الجبارة وخشية منه أن يصيبه ذلك البرق فيقضى عليه أو يحرق ما حوله فى لحظات. ويكون ذلك الشعور بالخوف مشوبا بالطمع فى رحمة الله بنزول المطر، فرؤية البرق تكون دائما مقدمة لهطول الأمطار التى تحمل معها الخير والبركة بإذن الله.

والبرق هو وميض ضوئى يحدث نتيجة تفريغ شحنات كهربية كبيرة جدا فى مقدارها فى الغلاف الجوى، وتنشأ تلك الشحنات من سحب المزن الركامى التى لها قدرة على توليد ملايين من وحدات الجهد الكهربى خلال وقت وجيز جدا. وعند انفصال قطرات المطر وقت سقوطها، تكتسب القطرات المنفصلة عن الكتلة المائية فى السحاب شحنات سالبة تتساوى مقدارها مع الشحنات الموجبة التى يخلفها هذا الانفصال على ماء السحاب. ويؤدى تساقط بلورات الثلج من أعلى السحب إلى إكسابها شحنات سالبة، فيشحن الهواء المحيط بها بشحنات سالبة. وعند صعود الهواء الساخن لأعلى فإنه يحمل معه الشحنات الموجبة إلى المناطق العالية من السحاب. وعند التقاء الشحنات الموجبة الصاعدة بالشحنات السالبة فى الأعلى يحدث ما يسمى بالتفريغ الكهربى ويتكون البرق. ويحدث هذا التفريغ فى مدة زمنية قصيرة جدا، وينتج عنه تيار قد يصل فى شدته إلى ١٠٠ ألف أمبير بمتوسط فرق جهد يناهز ١٠٠ كيلو فولت.

ويحدث البرق والرعد متلازمان، والرعد هو الصوت الناتج عن تفريغ الهواء الذى يحدث نتيجة التمدد الفجائى للهواء بفعل الحرارة الشديدة المتولدة عن حدوث البرق.

ولأن سرعة الضوء أكبر بكثير من سرعة الصوت فى الهواء، فإننا دائما نرى البرق أولا يتبعه بعد ذلك سماع صوت الرعد.

ومن الظواهر الطبيعية التى يرتبط حدوثها بالعواصف الرعدية، ظاهرة الصواعق وهى انسياب لموجات متتابعة ذات شحنات كهربية سالبة تتجه من السحب إلى سطح الأرض فى خطوط منكسرة، ويبدأ هذا الانسياب مباشرة بعد حدوث البرق، ويسرى بسرعة كبيرة تكاد تقترب من سرعة الضوء. وينتج عن الصواعق تلف بالأبنية والمنشآت العمرانية، كما تسبب حرائق الغابات. وإذا أصابت أى إنسان مباشرة فإنها تؤدى إلى موته نتيجة ما يتعرض له من شحنة كهربية هائلة.

وقد وجد أن المباني المرتفعة تتأثر بدرجة كبيرة بنزول الصواعق أكثر من المباني المنخفضة، لأنها تعمل على انجذاب الصواعق إليها، لذلك تزود تلك المباني بقضبان حديدية تثبت فى أعلى المبنى وتوصل بالأرض لتعمل على امتصاص شحنة الصاعقة وتفريغها فى الأرض. ويتم ذلك أيضا عند إنشاء خطوط كهرباء الضغط العالى، فتوضع فى أعالي أبراج تلك الخطوط أعمدة مزودة بأسلاك أرضية لتتسرب منها شحنات الصواعق إلى الأرض مباشرة.

وقد ورد فى آيات القرآن الكريم أن فى نزول الصواعق عقاب من الله تعالى، يصيب به من يشاء ممن أعرض عن اتباع أوامره. فالصواعق تحمل معها الهلاك والدمار، وهى وسيلة من وسائل العذاب الدنيوى للمكذبين بمنهج الحق المتبعين لأهوائهم. وتلك بعض الآيات التى جاء فيها هذا المعنى.

«... وَيُرْسِلُ الصَّوَاعِقَ لِيُصِيبَ بِهَا مَن يَشَاءُ...» (الرعد آية ١٢)

«لَإِن أَعْرَضُوا فَقُلْ أَنْذَرْتُكُمْ صَاعِقَةً مِثْلَ صَاعِقَةِ عَادٍ وَثَمُودَ» (فصلت آية ١٢)

«فَعَرَا عَنْ أَمْرِ رَبِّهِمْ لَأَخَذْتَهُمُ الصَّاعِقَةَ وَهُمْ يَنْظُرُونَ» (الذاريات آية ٤٤)

وللأهمية التي للسحب في التنبؤ بالحالة الجوية، يقوم العلماء عادة برصدها لما لها من علاقة وثيقة بالعواصف والتقلبات الجوية. فعند وجود جبهة هوائية ساخنة تظهر السحب في البداية على هيئة رقيقة تسمى بالسحاق الهادىء، ويكون ذلك من جهة الغرب غالبا ثم تتكاثر تلك السحب بسرعة وتندمج ببعضها تدريجيا لتكون سحباً سمحاقية طبقية تغطى السماء. وبعد ذلك تختفى وراء طبقة منخفضة من السحب الطخورية الطباقية التي يزداد سمكها لتحبج الشمس. وتزداد قاعدة السحب انخفاضا مع تحرك سحب الخسيف الطبقي مع المطر الشديد أو الثلج لتنشأ السحب الركامية والركامية المزنية التي تتميز بزخات المطر الشديدة. ومع توقف العاصفة يتوقف هطول المطر أو الثلج، وتبقى السماء مليدة بسحب الركام الطبقي.

أما عند وجود جبهة هوائية باردة، فغالبا ما تظهر سحب متوسطة وأخرى مرتفعة قبل الجبهة لتكون ما يشبه الجدار العريض أمام الجبهة، وهذا الجدار يتكون من سحب الركام أو الركام المزنى. وعند مرور هذا الجدار من الهواء البارد فوق سطح الأرض تنخفض درجة الحرارة، ويصاحب ذلك هطول المطر الشديد. وعلى أثر ذلك المطر يتحول إتجاه الريح فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية من الجنوب إلى الشمال الغربى. وتبقى كتل الركام والركام الطبقي ظاهرة لوقت قصير بعد انقسام الخط الأمامى للسحب، وفجأة يصفو الجو وتفرج السماء.

وفى فصل الصيف تكون السماء صافية فى الصباح والأرض باردة، وحينما يسخن سطح الأرض تتكون بعض السحب الركامية الصغيرة ثم تتضخم تدريجيا وتنتشر لتهطل منها بعض قطرات من الماء. ويستمر هذا الركام فى الانتشار فتتكون فى قمته كتلة بشكل السندان مكونة الركام المزنى المصحوب عادة بالعواصف الرعدية.

وللسحب تأثير كبير أيضا على درجة حرارة سطح الأرض. وكلنا يمكنه ملاحظة أن درجة حرارة الجو فى الأيام الغائمة تكون منخفضة، حيث تحجب السحب أشعة

الشمس فتمنعها من الوصول إلى الأرض وتسخين سطحها في فترة الصباح. أما في الليل فيكون لها تأثير عكسي، حيث تقلل تلك السحب من عملية الانبعاث الحراري من سطح الأرض لطبقات الجو العليا، فتسبب احتفاظ الأرض بحرارتها. وهذا يفسر إرتفاع درجة الحرارة في الليالي الغائمة أكثر من الليالي الصافية.

### ٣- الأمطار

المطر هو أحد أشكال التساقط المائي على سطح الأرض، وهو يتشكل عند اتحاد قطيرات الماء الهابطة من السحاب، أو عند انصهار المطر الثلجي أو البرد. والمطر ضروري لاستمرار الحياة على الأرض، وهو الخطوة الأخيرة التي تكتمل بها دورة الماء في الطبيعة، والتي تبدأ بتبخر المياه من البحار والمحيطات ومن سطح الأرض وأسطح النباتات الخضراء لتكون السحب بعد تكثفها من طبقات الجو العليا، لتنتقل بفعل الرياح وتتساقط مرة أخرى على هيئة ماء نقي. وماء المطر يعتبر من أنقى صور المياه في الطبيعة، وتحمل قطراته المتساقطة سراً من أسرار الحياة على الأرض، كما جاء في الآية الكريمة «وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا» (الفرقان آية ٤٨). ونقرأ هذا المعنى أيضا في تلك الآيات من سورة الواقعة «أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ ﴿٦٨﴾ أَأَنْتُمْ أَنْزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنزِلُونَ ﴿٦٩﴾ لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أَجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ» (الواقعة آية ٦٨-٧٠). وفي الحديث الشريف أن النبي صلى الله عليه وسلم كان إذا شرب الماء قال (الحمد لله الذي سقانا عنباً فراتاً برحمته، ولم يجعله ملحاً أجاجاً بننوبنا) أخرجه ابن أبي حاتم.

وماء المطر كما قلنا ينزل من السماء في صورة نقية تصلح للاستعمال المباشر بدون أى تدخل من الإنسان، وهو على تلك الصورة يكون صالحاً للشرب بعد تجمعه على سطح الأرض أو جريانه عليها فيرتوى منه البشر والحيوانات وتزدهر به الأرض وتزداد به النباتات نماءً ونضرة. وهذا المعنى نجده في الآية التاسعة من سورة ق «وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُّبَارَكًا فَأَنْبَتْنَا بِهِ جِبَاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ» (ق آية ٩). كما نجده مرة أخرى في تلك الآيات من سورة النبا «وَأَنْزَلْنَا مِنَ الْمُعْصِرَاتِ مَاءً ثَجَّاجًا ﴿١٤﴾ لِنُخْرِجَ بِهِ حَبًّا وَنَبَاتًا ﴿١٥﴾ وَجِبَاتٍ أَلْفَالَا» (النبأ آية ١٤-١٦).

والمطر يكون مرتبطاً غالباً بالخير والبركة، فهو الصورة التي تجود بها السماء على أهل الأرض بمبعث حياتهم. وماء المطر هو الذى تجرى به الجداول والأنهار،

وتتشربه الأرض لتتكون به المياه الجوفية. وقد شرع الله لنا صلاة خاصة هي صلاة الاستسقاء طلباً لنزول الغيث من السماء والرحمة من الله المنعم بالعباد والحيوانات وكل كائن يشعر بالعطش عند ندرة المياه. ولنتدبر قول الله تعالى «وَهُوَ الَّذِي يُنَزِّلُ الْغَيْثَ مِنْ بَعْدِ مَا قَنَطُوا وَيَنْشُرُ رَحْمَتَهُ وَهُوَ الْوَلِيُّ الْحَمِيدُ» (الشورى آية ٢٨)، وقوله كذلك «وَالَّذِي نَزَّلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَنْشَرْنَا بِهِ بَلْدَةً مَيْتًا كَذَلِكَ تُخْرَجُونَ» (الزخرف آية ١١). فنزول المطر هو رحمة من الله بعباده وهو السر الذي تقوم عليه الحياة.

وللمطر فوائد أخرى، وبخاصة عند هطوله بكميات معتدلة، فهو يعمل على تثبيت التربة السطحية التي لها قيمة كبيرة لغذاء النبات، كما يعمل على إيقاف العواصف الرملية، وتنقية الهواء وتنظيفه من الغبار والملوثات الكيميائية الغازية أو المعدنية التي عرفها الإنسان في العصر الحديث.

والمطر إذا قل نزوله وندرت كميته فإنه يسبب الجفاف ولكنه إذا زاد زيادة كبيرة، يمكن أن يكون ضاراً، فكثرت تسبب إضراراً في الاتصالات، وقد يقطع من شدته طرق المواصلات ويسقط الجسور، أو يصل إلى حد الفيضانات التي تدمر المدن وتهلك الناس والممتلكات وتتلغ المحاصيل الزراعية، بجانب ما ينتج عنه من فقدان للطبقة السطحية من التربة، وهي الطبقة الغنية بالعناصر الغذائية للنباتات.

ومن الملفت للنظر عند تأمل الآيات القرآنية التي تشير للمطر، أن لفظ المطر قد ذكر في مقام العذاب والتخويف، وأن التعبير بالامطار إنما يعنى أن ذلك المطر المنزل من السماء يحمل معه الهلاك والعقاب، كما في الآيات :

«وَأَمْطَرْنَا عَلَيْهِمْ مَطَرًا فَأَنْظُرْ كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الْمُجْرِمِينَ» (الأعراف آية ٨٤)

«وَأَمْطَرْنَا عَلَيْهِمْ مَطَرًا فَسَاءَ مَطَرُ الْمُنْذَرِينَ» (الشعراء آية ١٧٣)

«... وَأَمْطَرْنَا عَلَيْهِمْ حِجَارَةً مِنْ سِجِّيلٍ» (الحجر آية ٧٤)

«وَلَقَدْ آتَيْنَا عَلَى الْقَرْيَةِ الَّتِي أَمْطَرْنَا عَلَيْهَا مَطَرَ السَّوءِ...» (الفرقان آية ٤٠)

وذكر المطر أيضا مرتبطا بالأذى، كما فى الآية :

«... وَلَا جُنَاحَ عَلَيْكُمْ إِنْ كَانَ بِكُمْ أَذًى مِنْ مَطَرٍ...» (النساء آية ١٠٢)

أما التعبير بإنزال الماء من السماء، فهو الذى ورد فى آيات القرآن مرتبطاً بالخير والنماء. فهذا الماء هو الماء النافع الذى تحيا به الأرض وترتوى به النباتات لتنمو وتخرج من خيراتها. وهو الماء الذى يحيا به البشر وتشرب منه الحيوانات.

ومن الآيات الكثيرة التى عبرت عن المطر النافع للعباد بالماء النازل من السماء، نورد ذكر بعضها :

«... وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَكُمْ...» (إبراهيم آية ٣٢)

«... فَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ...» (الحجر آية ٢٢)

«هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ لِيهِ تُسِيمُونَ» (النحل آية ١٠)

«وَاللَّهُ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا...» (النحل آية ٦٥)

«... وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا» (الفرقان آية ٤٨)

«وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُبَارَكًا...» (ق آية ٩)

إن فى هذا الماء حياة وفيه رزق للعباد، وهو ماء طهور مبارك كما ذكر فى الآيات. وفى آية أخرى لم يذكر الماء صراحة، ولكن ذكرت كلمة رزق، والتفسير الغالب للمقصود بالرزق فى هذه الآية هو الماء كما يفهم من معناها :

«... وَمَا أَنْزَلَ مِنَ اللَّهِ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ رِزْقٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا...» (الجن آية ٥)

وفى آيات أخرى ذكر المطر بلفظ الغيث، وهو ما يغاث به الناس وينجدون من الشدة والكره. وذكر الغيث لا يأتى إلا فى مواطن النعمة والرحمة :

«... وَيُنَزِّلُ الْغَيْثَ...» (لقمان آية ٣٤)

«وَهُوَ الَّذِي يُنَزِّلُ الْغَيْثَ مِنْ بَعْدِ مَا قَطَبُوا...» (الشورى آية ٢٨)

«... كَمَثَلِ غَيْثٍ أَعْجَبَ الْكُفَّارَ نَبَاتُهُ...» (الحديد آية ٢٠)

وذكر المطر أيضا بلفظ وابل وهو المطر الشديد :

«... فَمَثَلُهُ كَمَثَلِ صَفْوَانٍ عَلَيْهِ تُرَابٌ فَأَصَابَهُ وَابِلٌ فَتَرَكَهُ صَلْدًا...» (البقرة آية ٢٦٤)

ويلفظ ظل وهو المطر الخفيف :

«... كَمَثَلِ جَنَّةٍ بِرَبْوَةٍ أَصَابَهَا وَابِلٌ فَآتَتْ أُكُلَهَا ضِعْفَيْنِ فَإِن لَّمْ يُصِبْهَا وَابِلٌ لَفُطِّلَ...»

(البقرة آية ٢٦٥)

ومن الآيات كذلك ما ذكر فيه إرسال السماء كناية عن إرسال الماء من السماء

مصحوبا بالخير، والنعمة من الله المنعم القادر على كل شيء :

«... وَأَرْسَلْنَا السَّمَاءَ عَلَيْهِمْ مِدْرَارًا...» (الأنعام آية ٦)

«وَمَا قَوْمٌ اسْتَفْزَرُوا رَبَّهُمْ إِذْ نُوحُوا إِلَيْهِ يُرْسِلِ السَّمَاءَ عَلَيْهِمْ مِدْرَارًا...» (هود آية ٥٢)

«يُرْسِلِ السَّمَاءَ عَلَيْهِمْ مِدْرَارًا» (نوح آية ١١)

ومدرارا فى الآيات تعنى غزيرا كثير الصب.

والماء الذى ينزل من السماء ينزله الله بحكمة ويقدر معلوم، وتتباين كمياته من منطقة لأخرى، ومن هذا التباين ينشأ الاختلاف فى أنواع النباتات ومظاهر الحياة على الأرض. فالصحارى أمطارها قليلة وبها من النباتات والكائنات الحية الأخرى ما يتواءم مع قلة المياه وجفاف البيئة المحيطة بها. وهناك المناطق معتدلة الأمطار، وكذلك المناطق الاستوائية غزيرة الأمطار، وفى كل منها تعيش الكائنات التى تناسبها تلك الظروف. كل ذلك بالإضافة إلى الأنهار التى تجرى بمياه المطر على الأرض ويستمر جريانها طالما استمر هطول الأمطار، وقد قدر الله تعالى كميات الأمطار التى تغذيها ومواسم

سقوطها، وصدق الله العظيم فى قوله تعالى «وَالَّذِي نَزَّلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ...»  
(الزخرف آية ١١).

ويحدث تساقط الأمطار نتيجة لتبريد الهواء الصاعد المحمل ببخار الماء، لتبدأ عملية تكوين السحب فوق المشبعة ببخار الماء، فيتكاثف هذا البخار إلى ملايين القطرات المائية الصغيرة والنويات الثلجية التى تتلاحم فيما بينها لتكون قطرات وبلورات أكبر حكماً، وبزيادة نموها يزداد ثقلها حتى يصبح ضغط الهواء الصاعد غير قادر على حملها. وتفسر عملية تكون قطرات المطر تلك إما بنظرية الاندماج أو بنظرية البلورات الثلجية. ونظرية الاندماج تنطبق على الأمطار المتكونة فوق المحيطات والمناطق المدارية، وفيها تندمج القطرات المائية نتيجة لإختلاف أحجامها، وبالتالي معدلات حركتها داخل السحب مما يؤدى إلى تصادمها وإلتحامها، بدون الحاجة إلى وجود نويات تكاثف ثلجية. وعند سقوط قطرة كبيرة نسبياً من الماء من إحدى الغيمات فإنها تدمج معها آلاف القطرات، وبذلك تصل إلى ثقل لا يستطيع الهواء تحمله فتأخذ طريقها إلى الأرض.

أما نظرية البلورات الثلجية، فتفسر معظم مظاهر التساقط فى المناطق المعتدلة. وهى تقول بأن عملية الإمطار تعتبر أكثر حدوثاً إعتقاداً على تكثف الماء حول نويات الثلج لتكبر تلك النويات ويزداد ثقلها لتسقط بعد ذلك على الأرض. وفى معظم الحالات، تضم مثل تلك السحب قطرات من مياه فائقة البرودة، تبقى فى حالة سيولة رغم انخفاض درجة حرارتها إلى ما دون الصفر المئوى. وتكون البلورات الثلجية فى هذا النوع من السحب على شكل جسيمات مجهرية تدعى نويات الثلج، وتحتوى تلك النويات الثلجية على جسيمات متناهية الصغر من التربة أو الرماد البركاني.

وتتكون البلورات الجليدية عند تجمد القطرات فائقة البرودة على النويات الثلجية. أما عند انخفاض درجة الحرارة إلى  $40^{\circ}\text{C}$  تحت الصفر أو أقل من ذلك، فإن قطرات الماء تتجمد بدون الحاجة إلى وجود النويات الثلجية. وفى ظروف معينة يمكن

لبخار الماء أن يتحول إلى بلورات ثلجية مباشرة، بدون المرور بالحالة السائلة، وفي تلك الحالة يترسب على النويات الجليدية بشكل مباشر.

وليست كل السحب ممطرة كما سبق وعرفنا، كما أن عددا كبيرا من السحب الممطرة لا تصل مياهها أبداً إلى الأرض، حيث تنوب وتتبخر في طبقات الجو قبل الوصول إلى سطح الأرض. ويحدث أحيانا في الأجواء شديدة البرودة أن تمطر السماء ثلجا، يتكون من حبيبات من الثلج الصلب الشفاف، على شكل كرات منتظمة أو غير منتظمة تتكون بفعل تجمد قطرات المطر أو إعادة تجمد الندفات الثلجية المنصهرة جزئيا. وعندما تسقط قطرات الماء من إرتفاعات عالية في الغلاف الجوى عبر طبقة من الهواء درجة حرارته أقل من درجة التجمد، تتحول بالقرب من سطح الأرض إلى مطر ثلجي. وتلك الصورة من التساقط المائى نجد لها وصفا بديعاً فى تلك الآية من آيات سورة النور «أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يَرْزُقُنَا سَحَابًا ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَامًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ جِبَالٍ فِيهَا مِنْ بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَنِ مَنْ يَشَاءُ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ يَذْهَبُ بِالْأَبْصَارِ» (النور آية ٤٣).

وصور التساقط المائى تتباين فى كميتها وهيئتها، فأولها الرذاذ وهو أخف أنواع التساقط وبزيادة معدله يسمى مطراً يختلف فى شدته. أما صور التساقط الصلبة فتبدأ بالجليد Glaze هو ثلج خفيف متجمد، ثم جمد المطر Sleet وهو طبقة شفافة، ثم الثلج Snow وهى تجمعات ثلجية متوسطة الأقطار ثم الثلج البردى -Snow hail وهو كريات من الماء المتجمد مغطاة بطبقة من الماء المتجمد اللامع. وأخيرا يأتى البرد Hail وهو كريات ثلجية ذات أقطار كبيرة. وقديما قال العرب عن المطر أن أوله رش ثم طش ثم نضح ثم هطل ثم ويل والمطر هو الوايل الشديد الغزير.

وبصرف النظر عن كمية مياه الأمطار، فإنه يمكننا أن نميز بين ثلاثة أنواع من المطر تبعا للطرق المتنوعة التى تؤدى لسقوطها، وتلك الطرق تعتمد أساسا على

الأسباب التي تؤدي إلى صعود الهواء الدافئ المحمل بالرطوبة إلى أعلى. وتلك الأنواع هي :

### ١- الأمطار الانقلابية :

يحدث هذا النوع من الأمطار عندما يرتفع الهواء الساخن الملامس لسطح الأرض إلى أعلى. ويستمر في الصعود لإرتفاعات بعيدة طالما كانت درجة حرارته أكبر من الهواء المحيط به، ويستمر في الارتفاع حتى يقترب في درجة حرارته مع حرارة الهواء الموجود بطبقات الجو العليا. وعند انخفاض درجة حرارة الهواء تبدأ السحب الكثيفة في التكون، وهي من النوع المسمى بالمزن الركامي. وعند توافر كمية مناسبة من نويات التكاثف تتكون قطرات الماء بأحجام كبيرة تفوق قدرة السحاب على حملها فتسقط على شكل أمطار إنقلابية.

وتتميز تلك الأمطار بالغرارة الشديدة وخاصة في المناطق الاستوائية، وغالبا ما يكون سقوطها في فترة ما بعد الظهيرة، لإرتباطها بإرتفاع درجة حرارة الهواء الذي يعلو سطح الأرض. وينتج عن تلك الأمطار الشديدة إرتفاعا في منسوب مياه المجارى المائية، وقد يترتب عليها حدوث فيضانات.

### ٢- الأمطار التضاريسية :

تحدث نتيجة اصطدام الهواء الدافئ المحمل بالرطوبة بحواجز جبلية عالية، حيث يسبب ذلك صعود الهواء لقمم تلك الجبال حتى يتمكن من عبورها. ونتيجة لذلك تنخفض درجة حرارة الهواء انخفاضا كبيرا، مما يؤدي لحدوث عمليات التكاثف وسقوط الأمطار. وتتميز تلك الأمطار بفرارتها على مناطق السفوح الجبلية المواجهة لاتجاه الرياح الرطبة الدقيئة. ومن الملاحظ أن الجوانب التي لا تواجه الرياح من تلك الجبال لا تسقط عليها الأمطار، حيث تصل إليها الرياح جافة، لأنها بالفعل تكون قد أسقطت حمولتها من بخار الماء على الجانب الآخر من الجبال. وتتمثل في تلك المناطق الجبلية المرتفعة المنابع العليا لمياه الأنهار، بما ينساب منها من كميات هائلة من المياه وما ينصهر من ثلج قد يكون متجمعا فوق بعض القمم الجبلية.

### ٣- الأمطار الإعصارية :

يتكون هذا النوع من الأمطار عندما يصاحب الإنسياب الأفقى للككتل الهوائية الدافئة حركة تصاعدية رأسية يرتفع بها الهواء لأعلى أثناء سيره. وعند تلاقى الكتلة الهوائية الدافئة بأخرى باردة، يصعد الهواء الساخن الأقل كثافة فوق الهواء البارد الأكبر كثافة، وينتج عن ذلك حدوث اضطرابات هوائية. ويتعرض الهواء الصاعد الرطب للبرودة تدريجيا مع الارتفاع، فيحدث التكاثف وتسقط الأمطار.

ويتأثر هطول الأمطار عموما بعدة عوامل مختلفة مثل مدى الارتفاع عن سطح الأرض، واتساع المسطحات المائية والتضاريس والتيارات الهوائية ودرجة الحرارة. وتبعاً لتلك العوامل تتحدد الكميات التى تسقط على الكرة الأرضية بوجه عام.

ويمكن القول بأن معدل سقوط الأمطار يزداد كلما اقتربنا من خط الاستواء، حيث تسبب حرارة الشمس المرتفعة تبخر كميات كبيرة من المياه. كما تتلقى المناطق القريبة من المسطحات المائية كميات من الأمطار أكبر من المناطق الجافة الموجودة داخل القارات. ويعود السبب فى زيادة الأمطار وغزارتها فى تلك المناطق لزيادة التبخر وارتفاع درجة الحرارة التى تؤدى لزيادة الرطوبة. كما تفسر ندرة الأمطار فى الصحارى ببعدها عن البحار.

وتقل الأمطار كلما إقتربنا من منطقتى القطبين، لأن الهواء فيها بارد ولا يستطيع حمل كمية كبيرة من بخار الماء، كما أن معدل التبخر يكون ضئيلاً بسبب البرودة الشديدة. ويعتقد علماء الأرصاد الجوية أن كمية الأمطار تزداد فى المدن بسبب سرعة تكون السحب. ويرجعون ذلك إلى سخونة الهواء فوق المدن، وخاصة الصناعية منها، بالإضافة لما تساهم به ملوثات الجو فى زيادة معدل تكاثف قطرات المطر لدورها الذى تقوم به كنواتٍ للتكاثف.

وتتسبب الملوثات الكيميائية التى تنتشر فى الكثير من مدن العالم المتقدم فى تكوين ما يعرف بالأمطار الحمضية. ومن المعروف أن المطر ينزل من السحاب خال من

أى شوائب أو مواد ذائبة، ولكن مظاهر المدنية الحديثة قد تسببت فى تلويث الهواء بدرجة كبيرة. وما يهمنى الآن معرفته هو تأثير تلك الملوثات على مياه المطر. ويقودنا ذلك لمعرفة نبذة مختصرة عن ظاهر المطر الحمضى.

### المطر الحمضى :

يطلق هذا المصطلح على الأمطار أو الجليد أو المطر الثلجى الذى يصل إليه التلوث ببعض المواد الكيميائية حمضية التأثير مثل حمض الكبريتيك وحمض النيتريك. وتسبب بعض أنواع الغازات التى تنتج من محركات المركبات المختلفة ومداخن المصانع ومحطات توليد القوى الكهربائية فى تكوين تلك الأحماض بعد ذوبانها فى ماء المطر. كما تساهم بعض مصادر الطاقة الأخرى مثل الفحم والبتروول فى تكوين تلك الغازات ومنها غاز ثانى أكسيد الكبريت وبعض أكاسيد النيتروجين. فتلك الغازات السامة بعد انتشارها فى الجو تعود للأرض مرة أخرى عن طريق الأمطار الحمضية. وقد تسببت تلك الأمطار فى تلويث الكثير من البحيرات والأنهار، وأودت بحياة الأسماك والكائنات المائية الأخرى، بالإضافة لتأثيرها السئ على نمو النباتات التى تتعرض لها. ولا ننسى بالطبع تأثيرها على صحة البشر وبالذات على الجهاز التنفسى للإنسان، بالإضافة لما تسببه من تاكل للمباني والجسور المعدنية على وجه خاص.

ولعله يجدر بنا أن نذكر تلك الآية التى تتحدث عن الفساد الذى سببه الإنسان لما حوله من مكونات بيئية « **ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ** » (الروم آية ٤١). وتلك الظاهرة التى تحدثنا عنها هى بلاشك مظهر من مظاهر الفساد الذى تسبب فيه الإنسان بجهله وعدم إدراكه لأسرار التوازن الدقيق الذى يقوم عليه الكون المحيط به.

## ثانياً: المياه فى الغلاف الأرضى

بعد أن عرفنا صور الماء التى يتواجد بها فى الغلاف الجوى، سنرجع إلى الأرض مرة أخرى لنتعرف على أشكال تواجده فى الغلاف الأرضى، وسنبداً بأحد أشكال المياه السطحية وهى الأنهار.

### ١- الأنهار

تعتبر الأنهار صورة من صور المياه السطحية التى توجد على الأرض، وتلك المياه تعتمد على كميات المطر المتساقطة على الأجزاء اليابسة من الأرض. وهى تمثل الجزء الزائد عن قدرة التربة على الامتصاص وهى تسرى نتيجة ذلك على سطح الأرض لتتجمع فى الوديان والمجارى المكشوفة مكونة الجداول والأنهار ومجارى السيول. وهذا المعنى نجده واضحاً فى تلك الآية من آيات القرآن الكريم :

«أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَةً بِقُدْرِهَا ...» (الرعد آية ١٧)

ولكى يتم جريان الماء فوق سطح الأرض لابد أن يكون هذا السطح مائلاً بدرجة كافية، وكلما زاد الميل كلما زادت سرعة تدفق الماء، وكلما زادت كمية المياه زادت سرعة جريانها.

ويتعرض هذا السريان السطحي للماء لعدة عوامل تؤثر على كميته وتسبب فقدان جزء غير قليل منه وتلك العوامل هى :

### ١- الفقد بالبخر Evaporation Loss :

المقصود بالبخر هو تحول جزيئات الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، ويتأثر معدل ذلك التحول بالعوامل المناخية مثل درجة الحرارة التى تسبب زيادتها زيادة معدل البخر، وكذلك الرطوبة الجوية والرياح بالإضافة إلى طبيعة السطح الذى يحدث منه البخر. ويرجع تأثير الرياح إلى قدرتها على إزاحة جزيئات بخار الماء الذى يعلو المجرى المائى والذي يسبب زيادة الرطوبة وقلة البخر. وعندما تحدث تلك الإزاحة ويحل الهواء الجاف محل الهواء الرطب يزداد معدل البخر ويزيد بذلك معدل فقد الماء.

## ٢- الفقد بالنتح Transpiration Loss :

ينتج هذا النوع من الفقد بواسطة النباتات التي تعترض المجرى المائى أو التي تتصل مباشرة بمياهه. ويتم عن طريق تلك النباتات تسرب لبخار الماء من خلال ثغورها أو المسافات البينية لخلايا نسيج أوراقها. والنباتات كما هو معروف تحصل على احتياجاتها من الماء عن طريق الجذور. والنبات فى الغالب لا يتعدى إحتياجه من الماء نسبة ٥% من الماء المتص لإتمام العمليات الحيوية بجسمه، أما الباقي ويمثل ٩٥% فيتم فقده بالنتح.

وتتأثر عملية فقد الماء من النبات بالعوامل المناخية التي ذكرناها، بالإضافة لطبيعة النبات من حيث كثافة مجموعه الخضرى والمساحة الكلية لأوراقه، وكذلك بمدى انتشار مجموعه الجذرى فى التربة.

## ٣- الفقد بالتسرب Infiltration Loss :

التسرب هو سريان الماء من سطح التربة إلى الطبقات تحت السطحية فى الاتجاه الرأسى. ويقاس معدل التسرب فى تربة ما بالسرعة التي يتحرك بها الماء من سطح الأرض إلى أعماقها. ويكون هذا المعدل مرتفعا عند بداية اتصال الماء بالتربة الجافة، وينخفض مع الوقت تدريجيا حتى يصل إلى حالة الاتزان.

كما يتأثر معدل التسرب بنوعية الغطاء النباتى على سطح الأرض ومدى كثافته. كما يتأثر بنوعية التربة ومدى تجانس طبقاتها، وكذلك بمعدل تساقط الأمطار وحجم قطرات المياه.

ويتأثر معدل التسرب أيضا بدرجة حرارة كل من الوسط المحيط بالتربة وبدرجة حرارة الماء المتساقط. ويفسر ذلك بتغير معامل لزوجة الماء مع تغير حرارته، حيث يقل مع زيادة درجة الحرارة وتزداد بذلك قدرته على التسرب.

ويأخذ جريان الماء على سطح الأرض أشكالا متعددة تبدأ بما يعرف بالتدفقات العشوائية، وهى تختلف عن التيارات المائية الجارية فى أنها لا تتبع مسارات محددة

مستديمة واضحة المعالم. ولكنها تحدث فى شكل أغشية وأشرطة رفيعة من الماء تنشأ بفعل الأمطار التى لا تكفى كميتها ولا شدتها فى اتخاذ الماء لمسارات عميقة فى التربة.

أما الشكل التالى لذلك فهو الجداول الصغيرة، التى تتخذ مسارات شبه متوازية على جوانب التلال، وتنشأ بكثرة عقب العواصف المطيرة، وقد تختفى كلية بعد توقف الأمطار بعدة أيام. ولمياه تلك الجداول تأثير كبير فى تعرية التربة وبخاصة التى تفتقر للغطاء النباتى الطبيعى. وغالبا ما تنتهى مياه الجداول الصغيرة إلى التصريف فى المجارى النهرية أو البحيرات القريبة منها إذا كانت كمياتها كبيرة، أما إذا كانت قليلة فهى تختفى من على سطح الأرض بسبب البخر أو التسرب داخل التربة.

والشكل الأكثر ثباتا والأعظم فائدة بالنسبة للإنسان هو بالطبع شكل المجرى النهري. ويبدأ ذلك المجرى بتجمع لعدة شبكات لتصريف مياه الأمطار لتتحد فيما بينها مكونة روافدا صغيرة، تتجمع بعد ذلك لتكون روافدا أكبر منها تسمى الروافد الثانوية. وتصب تلك الروافد فى روافد رئيسية أكبر منها لتكون بتجمعها المجرى الرئيسى للنهر. والنهر يتميز بأن له مجرى ثابت محدد، يتمثل فى قناة محفورة فى الأرض بفعل المياه الجارية. وعادة تسلك تلك المياه الجارية أقصر وأسهل السبل فى سيرها، وتختلف ساعات الأنهار ما بين قنوات ضيقة أو واسعة يزيد عرضها عن الكيلومتر. كما تختلف أيضا فى أطوالها وسرعة جريان مياهها.

ومن الأنهار ما هو دائم الجريان، ومنها ما يكون جريانه موسميا يعتمد على كمية المطر التى تغذيه والتى تختلف باختلاف الفصول، ويطلق على مساره فى هذه الحالة إسم الوادى شبه الجاف. وإذا صادف النهر أثناء جريانه منطقة صخور مسامية تخفى بعض أجزائه تحت سطح الأرض لتظهر مرة أخرى، يعرف بالنهر متقطع الجريان. أما إذا اختفى النهر كلية تحت سطح الأرض بسبب الصخور ذات المسامية المرتفعة يطلق عليه اسم النهر الجوفى.

والمصدر الرئيسى لمياه الأنهار هو أعالي الجبال والمرتفعات التى تتساقط عليها كميات هائلة من الأمطار أو الثلج والبرد. وتلك المياه المتساقطة يتسرب جزء منها إلى

باطن الأرض، والزائد عن ذلك ينساب من تلك المناطق المرتفعة متخذاً طريقه المعروف بمجرى النهر. وتتواجد أكبر منابع الأنهار دائمة الجريان فى مناطق جبلية عالية فى الأقاليم المناخية الرطبة مثل المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والمدارية الموسمية والمعتدلة الباردة.

ومن الملاحظ عند تأمل آيات القرآن التى تتحدث عن الأنهار أن الآيات التى تحدثت عن خلق الأنهار قد اقترنت بذكر خلق الجبال. وتلك العلاقة قد أدركها البشر عند زيادة معارفهم بمسارات الأنهار واكتشافهم لمنابعها. ولنتعرض تلك الآيات :

«وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رِوَاسِيَ وَأَنْهَارًا...» (الرعد آية ٣)

«وَأَلْقَى فِي الْأَرْضِ رِوَاسِيَ أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا...» (النحل آية ١٥)

«أَمْ نَجْعَلُ الْأَرْضَ قَرَارًا وَجَعَلْ خِلَالَهَا أَنْهَارًا وَجَعَلْ لَهَا رِوَاسِيَ...» (النمل آية ٦١)

«وَجَعَلْنَا فِيهَا رِوَاسِيَ شَامِخَاتٍ وَأَسْقَيْنَاكُمْ مَاءً فُرَاتًا» (المرسلات آية ٢٧)

وليست قمم الجبال هى المصدر الوحيد كمنابع للأنهار، ولكن يحدث أحيانا أن تتفجر الينابيع بقوة من باطن الأرض لتكون الجداول والأنهار. وهناك بعض أمثلة لذلك مثل نهر العاصى فى سهل البقاع الذى يستمد مياهه من مياه أرضية دائمة التدفق. وفى هذه الحالة أيضا يعتبر ماء المطر هو مصدر مياه النهر، لأن المياه الجوفية هى فى الأصل من ماء المطر. وفى آيات القرآن ما ذكر فيها ذلك النوع من الأنهار :

«... وَإِنَّ مِنَ الْحِجَابَةِ لَمَا يَتَفَجَّرُ مِنْهُ الْأَنْهَارُ وَإِنَّ مِنْهَا لَمَا يَشْقُقُ فَيُخْرِجُ مِنْهُ الْمَاءُ...»

(البقرة آية ٧٤)

«أَوْ تَكُونُ لَكَ جِئَةٌ مِنْ نُخَيْلٍ وَعِنَبٍ تُفَجِّرُ الْأَنْهَارَ خِلَالَهَا تَفْجِيرًا» (الإسراء آية ٩١)

«كَلِمَاتُ الْجَنَّتَيْنِ آتَتْ أَكْلَهُمَا وَلَمْ تَنْظَمْ مِنْهُ شَيْئًا وَفَجَّرْنَا خِلَالَهُمَا نَهْرًا» (الكهف آية ٢٣)

وغالبا ما يقسم الجغرافيون مجرى النهر الواحد إلى ثلاثة أقسام، أو بمعنى آخر يميزون منه ثلاثة مراحل، المرحلة الأولى هي مرحلة الشباب وهي تتمثل في المجرى الأعلى له، أما المجرى الأوسط للنهر فيمثل مرحلة النضوج، ومجراه الأدنى عند المصب يمثل مرحلة الشيخوخة حيث يكون محملا بالطين وسرعة مياهه بطيئة.

وعند مصب النهر تتخفف سرعة جريانه مما يؤدي أحيانا إلى تكون مسطح من الأرض يعرف بإسم الدلتا. وتتكون تلك الدلتا نتيجة ما يرسبه النهر من حمولته الناتجة من عمليات التعرية ونحت الصخور. وأحيانا تحدد الجسيمات الدقيقة التي يحملها النهر لون مياهه التي تتراوح بين الأحمر والبنى والأصفر. ومن أشهر الأنهار التي تنتهي بالدلتا أنهار النيل والنيجر في أفريقيا والميسيسيبي في أمريكا الشمالية.

والأنهار كانت منذ القدم مصدرا للخير والنماء، فحول الأنهار استقر الإنسان قديما وتعلم كيف يستخدم مياهها في الزراعة. وحول أودية الأنهار قامت معظم الحضارات الإنسانية على مر العصور. فالأنهار هي شرايين الحياة، وهي تمثل أيسر مصدر للحصول على المياه العذبة في الطبيعة.

ولمعرفة مدى أهمية الأنهار في حياة البشر وارتباطها بالخير والنماء، نذكر تلك

الآيات من القرآن :

«... وَجَعَلْنَا الْأَنْهَارَ تَجْرِي مِنْ تَحْتِهِمْ...» (الأنعام آية ٦)

«وَنَادَى فِرْعَوْنُ فِي قَوْمِهِ قَالَ يَا قَوْمِ أَلَيْسَ لِي مُلْكُ مِصْرَ وَهَذِهِ الْأَنْهَارُ تَجْرِي مِنْ تَحْتِي أَفَلَا تُبْصِرُونَ» (الزخرف آية ٥١)

«وَبَدِدْكُمْ بِأَمْوَالٍ وَأَنْهَارٍ وَيَبْعِنَ وَيَبْعِنَ لَكُمْ جَاءَتْ وَيَجْعَل لَكُمْ أَنْهَارًا» (نوح آية ١٢)

ولنستعرض سويا مجموعة من أشهر وأهم الأنهار في العالم، بادئين بنهر النيل وهو أطول أنهار العالم حيث يصل طوله إلى ٦٦٧١ كيلومترا، ويليه في الطول نهر الأمازون في أمريكا الجنوبية وطوله ٦٤٢٧ كيلومترا. أما أطول أنهار الصين فهو نهر

يانجتسى وطوله ٦٣٠٠ كيلومترا ويقع فى الأراضى الصينية كذلك نهر هوانج هو وطوله ٤٦٧٢ كيلومترا ويعرف بالنهر الأصفر لما يترسب على طول مجراه من كميات كبيرة من الغرين الأصفر. أما أطول أنهار أوربا فهو نهر الفولجا وطوله ٣٥٢٦ كيلومترا، أما نهر المسيسىبى فهو أطول أنهار الولايات المتحدة وطوله ٣٧٦٦ كيلومترا.

وتتمتع بعض الأنهار الأخرى بشهرة تفوق غيرها من الأنهار المنتشرة فى العالم، مثل نهر التايمز الذى ينساب وسط مدينة لندن ويعتبر أهم ممر مائى فى إنجلترا، ونهر الدانوب الذى كان ملهما للموسيقار النمساوى يوهان شتراوس لتأليف موسيقى الفالس الشهير «الدانوب الأزرق». وكذلك نهر الجانج الذى يخترق الهند وبنجلاديش وهو يعتبر نهرا مقدسا عند طائفة الهندوس. أما نهر نياجرا الذى يخترق الولايات المتحدة وكندا فترجع شهرته لشلالات نياجرا رائعة الجمال.

## ٢- البحار والمحيطات

تمثل البحار والمحيطات عالماً مثيراً لم يكتشف الإنسان إلا القليل من أسرارهِ ولم يحل إلا القدر اليسير من ألغازهِ. فقاع البحر أو المحيط يشبه إلى حد كبير الأرض اليابسة من ناحية التضاريس، فهو يحتوى على السهول الشاسعة والسلاسل الجبلية الممتدة لمسافات كبيرة، والتي تظهر أحيانا على سطح الماء مكونة الجزر. كما تتور فيه البراكين وتتفجر فيه العيون، وتنتشر فيه الوديان العميقة. والحياة تحت سطح الماء حياة حافلة بأنواع عجيبة من المخلوقات النباتية والحيوانية التي لا يحيطها علماً إلا خالقها سبحانه وتعالى «وَعِندَهُ مَفَاتِحُ الْغَيْبِ لَا يَعْلَمُهَا إِلَّا هُوَ وَيَعْلَمُ مَا فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَمَا تَسْقُطُ مِنْ وَرَقَةٍ إِلَّا يَعْلَمُهَا وَلَا حَبَّةٌ فِي ظِلْمَاتِ الْأَرْضِ وَلَا رَطْبٌ وَلَا يَابِسٌ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ» (الأنعام آية ٥٩). وقد ساعدت التقنيات الحديثة على اكتشاف بعض أسرار الحياة تحت الماء، والتعرف على التكوينات الجيولوجية المميزة لقيعان البحار والمحيطات.

وتحتوى البحار والمحيطات على حوالى ٩٧٪ من كمية المياه الكلية الموجودة على كوكب الأرض، أما الباقي فيوجد منتشراً فى الغلاف الجوى أو على سطح الأرض على هيئة أنهار وبحيرات عذبة، أو فى باطن الأرض كمياه جوفية. وتعد البحار والمحيطات مصدراً هاماً للغذاء والمعادن، كما تعتبر كذلك وسيلة رئيسية من وسائل المواصلات العالمية، حيث قامت منذ قديم الزمن بدور هام فى الربط بين الحضارات الإنسانية، وتبادل المعارف بين البشر. والمحيطات بجانب ذلك أهمية كبيرة فى إبقاء مناخ الأرض مناسباً لحياة مختلف الكائنات بتنظيم درجة حرارة الهواء وتوفير الرطوبة اللازمة لتكوين السحب. ووجود المحيطات ضرورى لوجود الحياة واستمرارها على الأرض، إذ بدونها تصبح الأرض حارة محرقة كصحراء قاحلة جرداء.

ويقدر بعض العلماء حجم مياه البحار والمحيطات على سطح الأرض بنحو ١٣٧٠ مليون كم<sup>٣</sup> من المياه المالحة التى تحتوى على حوالى ٢٥٪ من وزنها أملاحاً مختلفة. وتتركز معظم تلك المساحة المائية فى نصف الكرة الجنوبي، حيث تبلغ نسبة مساحة المسطحات المائية نحو ٦٠٪ من جملة سطح النصف الشمالى للكرة الأرضية، بينما تمثل نسبتها فى النصف الجنوبى نحو ٨٠٪ من جملة مساحة السطح. وعند

حساب تلك المساحات الهائلة بالأرقام، وجد أن البحار والمحيطات تشغل مساحة تقدر بحوالي ٣٦١ مليون كم<sup>٢</sup>، في حين تبلغ المساحة الكلية لسطح الأرض حوالي ٥١٠ مليون كم<sup>٢</sup>. أى أن النسبة السطحية للبحار والمحيطات تمثل حوالي ٧٠٪ من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية.

وتشكل المحيطات العالمية مسطحا واحدا متصلا يطلق عليه المحيط العالمى، ويقسم ذلك المحيط إلى ثلاثة أجزاء رئيسية. أكبر جزء فيها هو المحيط الهادى يليه المحيط الأطلسى ثم الهندى. وتشتمل تلك المحيطات على أجزاء أصغر منها تسمى بحارا أو خلجانا أو شبه خلجان تبعا لشكل اليابسة المحيطة بها. وهناك محيط رابع أصغر حجما يقع شمال قارات آسيا وأوروبا وأمريكا الشمالية ويسمى المحيط القطبى الشمالى، ويعتبر أحيانا جزءاً من المحيط الأطلسى. كما يوجد محيط آخر هو المحيط المتجمد الجنوبى، وهو ناتج من تقابل المحيطات الثلاثة الكبرى عند النهاية الجنوبية للكرة الأرضية.

وأعظم مسطح مائى فى المسطحات المائية هو المحيط الهادى وتقارب مساحته تلك مساحة سطح الأرض تقريبا، وتبلغ تلك المساحة حوالي ١٨١ مليون كيلو مترمربع. وتحده المحيط الهادى قارتا أمريكا الشمالية والجنوبية من الشرق وتحده قارتا آسيا وأستراليا من الغرب. أما المحيط الأطلسى فهو الذى يليه فى المساحة، ومساحته تغطى حوالي ٩٤ مليون كيلومتر مربع، وهو يفصل بين قارتي أوروبا وأفريقيا شرقا والأمريكيتين غربا. أما المحيط الهندى فتبلغ مساحته ٧٤ مليون كيلو مترمربع تقريبا، وتقع قارة أفريقيا فى جهته الغربية، بينما تقع أستراليا واندونيسيا شرقه، كما تحده قارة آسيا من الشمال.

وتتفاوت الأعماق فى تلك المحيطات، وأعماق تلك المناطق فتوجد فيما يسمى بالخنادق السحيقة وهى وديان ضيقة موجودة على القاع. وأعماق نقطة معروفة هى خندق ماريانا وتقع بالقرب من جزيرة جوام بالمحيط الهادى الغربى حيث يصل عمقها إلى ١١.٢٣ متر تحت مستوى سطح الماء. وهذا العمق يفوق أعلى قمة على اليابسة

وهى قمة جبل إفرست التي يبلغ إرتفاعها ٨٨٤٨ متراً. ويعتبر المحيط الهادى بصفة عامة من أعمق المحيطات حيث يبلغ متوسط العمق فيه ٢٩٤٠ متر، أما أقلها عمقاً فهو المحيط الأطلسى ويبلغ متوسط عمقه ٢٥٨٠ متراً.

وتختلف درجات الحرارة فى المحيطات من مكان لآخر، كما تختلف كذلك باختلاف العمق. فتبلغ درجة الحرارة  $2^{\circ}\text{C}$  بالقرب من القطبين، وتصل إلى  $30^{\circ}\text{C}$  م بالقرب من خط الاستواء. ويمكن القول عموماً بأن درجة الحرارة للماء تنخفض كلما زاد العمق. أما أعلى درجات الحرارة للبحار المالحة بصفة عامة فتوجد فى الخليج العربى وتبلغ  $36^{\circ}\text{C}$  م. ويؤثر هذا الفارق الكبير فى درجات الحرارة فى تنوع أشكال الحياة البحرية من نباتات وحيوانات، وفى كيفية توزيعها على المناطق البحرية المختلفة.

أما إذا أردنا الحديث عن البحار تحديداً، فيجب أن نعرف أولاً ما المقصود بالبحر، فتلك الكلمة ليس لها تعريف محدد، ولكنها بصفة عامة تطلق على المسطحات المائية المحيطية واسعة الإمتداد، والتي قد تكون شبه مغلقة أو محاطة باليابس من عدة جهات. وقد جرى العرف كذلك على تسمية بعض المسطحات المائية المغلقة بالبحار، مثل بحر قزوين والبحر الميت وبحر آرال. كما توجد بعض البحار الصغيرة فى المسافات التى تتخلل الجزر وأشبه الجزر فى البحار شبه القارية، مثل بحر البلطيق والبحر الأدرياتي والبحر التيرانى وبحر إيجه فى القارة الأوربية. أما فى جنوب شرق آسيا فمن أمثلتها بحر الصين الشمالى وبحر الصين الجنوبي، وبحر ملقا. وقد يطلق على هذه البحار الصغيرة أيضاً اسم الخلجان بالرغم من اتساع بعضها وإتصالها المباشر بالبحر عن طريق فتحات واسعة. وبالرغم من ذلك فمياه تلك البحار تختلف فى نوعيتها عن مياه المحيطات أو البحار المحيطة بها. ويرجع ذلك إلى المياه العذبة التى تصب فيها ونوعية الرواسب التى تحملها معها.

وعلى أساس اتصال البحار بالمحيطات يمكن تقسيمها إلى بحار مغلقة وبحار

شبه مغلقة :

## ١- البحار المغلقة :

وهى البحار التى تتداخل فى القارات لمسافات بعيدة، وتتصل بالبحر أو المحيط عن طريق فتحة ضيقة أو ممر مائى. ومن أمثلة تلك البحار البحر المتوسط والبحر الكاريبى والبحر الأحمر والخليج العربى وبحر البلطيق. وتختلف خواص المياه الطبيعية فى تلك البحار تبعاً لموقع كل منها والظروف المحيطة به.

## ٢- البحار شبه المغلقة :

وهى بحار تتصل بالبحر أو المحيط المجاور لها بواسطة مداخل عريضة واسعة. وأحياناً يكون هذا الارتباط عن طريق أكثر من مجرى بحرى. وقد تسمى هذه البحار أحياناً بالبحار المحيطية أو البحار المفتوحة. ومن أمثلتها بحر الشمال وبحر الصين.

وعند البحث عن سبب ملوحة مياه البحار والمحيطات، وجد أن تلك الملوحة ترجع إلى وجود عدة أملاح ذائبة فيها نتيجة لتآكل الصخور على اليابسة بعد تفتتها ونقلها بواسطة الأنهار كمواد ذائبة إلى مياه البحر أو المحيط. كما تسهم نواتج الأنشطة البركانية والينابيع الموجودة تحت البحار فى زيادة تلك الملوحة. بالإضافة لذلك توجد بعض العوامل تؤثر على نسبة الملوحة، منها البخر بتأثير أشعة الشمس، الذى يسبب زيادة الملوحة. والتأثير العكسى لذلك هو نزول المطر من السماء، وهو ماء نقى لا يحتوى على أملاح، يسبب نزوله نقصاً فى الملوحة. ولذلك فإن ملوحة الماء ليست متساوية فى المناطق البحرية المختلفة، ولكنها تختلف تبعاً لظروف البيئة من حرارة ورطوبة ومعدل سقوط الأمطار، بالإضافة لكميات المياه العذبة التى تصل لتلك المياه. وفى بحر البلطيق على سبيل المثال تكون نسبة الملوحة أقل من ٢٩ جزءاً فى الألف، أما فى البحر الأحمر فتسبب زيادة الحرارة سرعة تبخر الماء لتصل إلى حوالى ٤٠ جزءاً فى الألف. وفى محيط واحد مثل المحيط الأطلسى تزداد الملوحة فى جزئه الأوسط بسبب زيادة الحرارة وارتفاع معدلات البخر، بينما تقل ملوحته لأقل مستوى بالقرب من القطب الشمالى، لانخفاض معدلات البخر. أما أكبر نسبة ملوحة فى البحار العالمية، فتوجد فى البحر

الميت، الذي تصل فيه إلى ٢٧٥ جزءاً في الألف وأدت تلك النسبة العالية من الأملاح إلى اختفاء جميع الكائنات الحية منه، ولذلك سمي بالميت، لانعدام مظاهر الحياة فيه. فالكائنات الحية على اختلاف أنواعها لا يمكنها تحمل تلك النسبة المرتفعة من الملوحة. وقد أدت تلك الملوحة الزائدة إلى زيادة كثافة الماء في هذا البحر، حتى أن الأجسام المختلفة يمكنها بسهولة الطفو على سطحه مقارنة بالماء العذب أو حتى مياه البحار الأخرى.

وعند التحليل الكيميائي للأملاح الموجودة بمياه البحار والمحيطات، وجد أن متوسط نسبة الأملاح الذائبة في تلك المياه هي تقريباً كالتالي :

نسبة وجوده (جزء في الألف)	الملح
٢٧٠٢	كلوريد الصوديوم (NaCl)
٣٠٨	كلوريد الماغنسيوم (MgCl <sub>2</sub> )
١٠٦	كبريتات الماغنسيوم (Mg SO <sub>4</sub> )
١٠٣	كبريتات الكالسيوم (Ca SO <sub>4</sub> )
٠٠٨٦	كبريتات البوتاسيوم (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
٠٠١٢	كربونات الكالسيوم (Ca CO <sub>3</sub> )
٠٠٠٧	بروميد الماغنسيوم (Mg Br <sub>2</sub> )
٣٥٠	

وتتألف الأملاح الذائبة في البحار أساساً من أملاح الكلوريدات، وخاصة كلوريد الصوديوم. وفي الواقع أن مياه البحار تحتوي على نسب ضئيلة للغاية من جميع العناصر الكيميائية المعروفة، وحتى من العناصر النفيسة مثل الذهب والفضة، ولكن وجود تلك العناصر بنسب ضئيلة جداً يسبب ارتفاع تكاليف استخراجها من ماء البحر، حتى أن كلفه استخراجها تفوق ثمن المعدن نفسه.

ويحتوى ماء البحر كذلك على بعض الغازات الذائبة، أهمها غاز الأكسجين. ووجود ذلك الغاز مذاًبا في الماء هام جدا لاستمرار الحياة البحرية. فالحيوانات البحرية كالأسمك تستخلص ذلك الأكسجين الذائب بواسطة الخياشيم، أما الكائنات البحرية الدقيقة التي ليس لها خياشيم فتمتصه مباشرة من خلال الأغشية الرقيقة التي تحيط بأجسامها من الخارج. أما بعض الكائنات الأخرى كالثدييات البحرية مثل الحيتان والرافيل فتتنفس الهواء الجوى مباشرة عن طريق الرئتين، ولذلك فهي تصعد من أن لآخر إلى سطح الماء لتحصل على الأكسجين اللازم لحياتها.

وفي خلق البحار والمحيطات بهذه الكيفية حكمة إلهية بالغة، من حيث مساحة السطح المائى ليتناسب مع كميات المياه المتبخرة وبالتالي مع كميات الأمطار التي تسقط على سطح اليابسة لتستمر بها حياة الكائنات وتتنوع تبعاً لها البيئات الأرضية. كما أن خلق البحار بما تحتويه من أملاح يحقق عدة أهداف أهمها حفظ الماء نقياً من الكائنات التي تسبب فساده، فلو كانت تلك المساحات الهائلة من المياه مياها عذبة لامت فيها الطحالب والأوليات التي تتكاثر بسرعة في هذا الوسط الملثم لحياتها وتكاثرها، فيتحول الماء بذلك إلى ماء أسن غير صالح للشرب أو الرى. كما أن تركيز الأملاح في مياه البحار والمحيطات يعمل على الحفاظ على حياة الكائنات البحرية الحيوانية والنباتية، والتي خلقت بتوازن مدهش يحفظ لها الاستمرار في تلك البيئات البحرية. وكذلك فإن تنوع كثافة المياه من منطقة لأخرى، يؤدي إلى نشوء التيارات البحرية الصاعدة والهابطة وكذلك التيارات الأفقية، حيث تنتقل المياه من المسطحات المائية البحرية عالية الكثافة إلى الأقل منها في الكثافة. وتنتقل المياه بتلك التيارات الخواص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية من مكان لآخر فتتنوع بذلك الحياة في البحار والمحيطات.

وقد فتحت البحار والمحيطات مجالات عديدة للدراسة أمام الإنسان، فهناك عدة علوم تتعلق بدراستها مثل علم فيزياء المحيط الذى يدرس الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية والتأثيرات المتبادلة بين المحيطات والغلاف الجوى. كما يختص علم

كيمياء البحار والمحيطات بدراسة الخواص المختلفة للمواد الكيميائية فى مياه البحار والتفاعلات التى تحدث فيها. أما علوم جيولوجيا البحار وجيوفيزياء البحار فتدور بصفة عامة حول البحوث المتعلقة بشكل وتركيب قيعان البحار والمحيطات، وبالقوى التى تسببت فى تشكيل تلك القيعان. ويختص علم جيولوجيا البحار بصفة خاصة بدراسة الرواسب والمعالم السطحية لقاع البحر أو المحيط، أما علم جيوفيزياء البحار فيختص بدراسة القشرة الأرضية العميقة. ومن العلوم الهامة المتعلقة بدراسة الحياة فى البحار علم الأحياء البحرية الذى يهتم بدراسة تلك الأحياء بدءاً من الكائنات الصغيرة جداً مثل البكتيريا المجهرية إلى الثدييات البحرية الكبيرة. وقد أدى تزايد إهتمام الإنسان المستمر بدراسة البحار والمحيطات لبروز علم الهندسة البحرية الذى يتعلق بأدوات وأجهزة الغطس والبحاث التى تتم تحت سطح الماء، كما يعنى بأجهزة البحث والتنقيب فى المياه البحرية.

ويستخدم علماء البحار فى تلك الدراسات أنواعاً عديدة من الأجهزة المتقدمة المحمولة على متون سفن الأبحاث. وتستخدم آلات خاصة لتصوير قاع البحر أو المحيط، كما يستعان بأجهزة الكترونية خاصة ترسل موجات صوتية إلى أعماق البحر، ثم يتم تسجيل الصدى لمعرفة تضاريس القاع ورسم خرائط دقيقة لها. وقد ساهمت تكنولوجيا الفضاء بشكل كبير فى زيادة معرفة الإنسان بالبحار والمحيطات، فالأقمار الصناعية تستخدم فى التصوير الدقيق للمسطحات المائية. كما أنه من خلال الصور التى تلتقطها تلك الأقمار من الفضاء يمكن تحديد التوزيع الجليدى وتشكيلات السحب فوق المحيطات، كما يمكن تتبع انتشار بقع النفط التى تتسرب لمياه البحار والمحيطات نتيجة الحوادث البحرية. بالإضافة إلى ذلك فالأقمار الصناعية تستخدم فى رسم خرائط لتوزيع درجات الحرارة فوق أسطح البحار والمحيطات، كما تمد الإنسان بمعلومات هامة عن مسارات التيارات البحرية.

ومن الظواهر المناخية الحديثة المتعلقة بالمحيطات والتي ساعد استخدام الأقمار الصناعية فى زيادة فهم العلماء لها «ظاهرة النينو»، وهى ظاهرة بحرية تتكرر على فترات تتراوح بين عامين وسبعة أعوام. وخلال حدوث تلك الظاهرة يتدفق تيار دافئ فى اتجاه الجنوب على امتداد الساحل الغربى لقارة أمريكا الجنوبية، يعمل على تدفئة سواحل الأكوادور وبيرو التى تكون عادة باردة. ويتسبب ذلك التيار فى قتل العديد من الأسماك والطيور البحرية مؤديا إلى حدوث أضرار إقتصادية كبيرة. وقد لاحظ العلماء وجود صلة وثيقة بين ظاهرتى النينو والتغير الذى يحدث فى نظام الرياح عبر المحيط الهادى الاستوائى. وقد أدى ذلك التغير فى عامى ١٩٨٢م، ١٩٨٣م إلى تأثر المناخ تأثرا شديدا فى العديد من مناطق العالم نتيجة سقوط الأمطار، فحدث جفاف فى استراليا واندونيسيا فى الوقت الذى أغرقت فيه الفيضانات مناطق كثيرة من أمريكا الجنوبية.

والاكتشافات التى يتوصل إليها العلماء فى المحيطات لا تنتهى، ومن تلك الاكتشافات المثيرة ما تم رصده من فوهات ساخنة فى قاع المحيط الهادى بالقرب من جزر جلاباجوس التى تقع فى جهته الشرقية. وهذه الفوهات تتدفق منها مياه حارة تحتوى على معادن مثل النحاس والحديد والزنك. وتلك المعادن تترسب حول الفوهات عندما تتلاقى مع مياه المحيط الباردة. ويطلق على تلك الفوهات الساخنة غالبا اسم المداخل السوداء.

وللماء القدرة على حمل البواخر والسفن على سطحه مهما كانت أوزانها. بشرط أن تتخذ الشكل المناسب الذى يضمن لها الطفو فوقه. وقد يبدو ذلك لنا شيئا طبيعيا عرفناه واعتدنا عليه، بحيث نعتقد أنه لا يستحق التفكير فيه أو التأمل فى معناه، وذلك لأن اعتياد الشيء وتكراره يجعل الإنسان فى غفلة عنه. ولكن الله تعالى يخبرنا فى العديد من آيات القرآن الكريم أنه تعالى هو الذى سخر لنا تلك البحار لتحمل السفن على سطحها بقدرته وحده، وأنه سبحانه وتعالى جعل ذلك آية من آيات قدرته وحكمته

وواسع رحمته بالبشر، وفي ذلك برهان لمن له عقل يعى وبصيرة تدرک وتتدبر أن للكون إله واحد قادر على كل شيء.

وما نفعله فى الواقع تجاه أى ظاهرة طبيعية هو البحث فيها لاستنتاج أسباب حدوثها والقوانين التى تحكمها والاستفادة بتلك المعرفة فيما بعد لخير البشرية أحياناً أو للإضرار بها أحياناً أخرى. وظاهرة الطفو من الظواهر التى عرفها الانسان منذ القدم، واستغلها فى ارتياد البحار واكتشاف ما وراءها من أسرار كانت غائبة عنه. وأول من حفظ لنا التاريخ اسمه باحثاً فى تلك الظاهرة هو العالم الاغريقى ارشميدس الذى ولد عام ٢٨٧ ق. م. وهو الذى اكتشف أن حجم الجزء المغمور من أى جسم فى الماء يكون مساوياً لحجم الماء المزاح بواسطة ذلك الجسم، بما يعرف بقانون الطفو. وتطورت معارف الانسان حول البحار والمحيطات، وتطورت تبعاً لها وسائل النقل البحرية، وزادت أحجام السفن حتى وصلت لأحجام عملاقة تحمل أطنانا من البضائع لنقلها بين قارة وأخرى. وقد تعددت الأغراض من استعمال السفن فمنها السفن الحربية والتجارية والسياحية. ويعتبر النقل البحرى من أهم وسائل النقل فى العالم، حيث يتم عن طريقه تبادل معظم كميات السلع المتداولة بين الدول بالإضافة لتناقلات البترول الخام.

ولنستعرض الآن الآيات التى ذكر فيها أن الله تعالى هو الذى سخر للناس الفلك التى تجرى فى البحر بأمره، وهى الآيات التالية بحسب ترتيبها فى سور القرآن الكريم :

« ... وَالْفُلْكَ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ ... » (البقرة آية ١٦٤)

« هُوَ الَّذِي يُسَيِّرُكُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ ... » (يونس آية ٢٢)

« ... وَسَخَّرَ لَكُمْ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ ... » (ابراهيم آية ٣٢)

« هُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حَبْلًا مَلْبَسًا وَتَرَى الْفُلْكَ

مَوَاحِرَ فِيهِ وَتَتَّبِعُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلِعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ. (النحل آية ١٤)

«رَبِّكُمْ الَّذِي يُزْجِي لَكُمْ الْفَلَكَ فِي الْبَحْرِ لِتَتَّبِعُوا مِنْ فَضْلِهِ إِنَّهُ كَانَ بِكُمْ رَحِيمًا،

(الإسراء آية ٦٦)

«وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ وَحَمَلْنَاهُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَرَزَقْنَاهُمْ مِنَ الطَّيِّبَاتِ وَفَضَّلْنَاهُمْ عَلَى كَثِيرٍ مِمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا» (الإسراء آية ٧٠)

«أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَاءَ فِي الْأَرْضِ وَالْفَلَكَ تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ...» (الحج آية ٦٥)

«وَمِنْ آيَاتِهِ أَنْ يُرْسِلَ الرِّيحَ مُبَشِّرَاتٍ وَلِيُذِيقَكُمْ مِنْ رَحْمَتِهِ وَلِتَجْرِيَ الْفَلَكَ بِأَمْرِهِ وَتَتَّبِعُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلِعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ» (الروم آية ٤٦)

«أَلَمْ تَرَ أَنَّ الْفَلَكَ تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِعَمْرِ اللَّهِ لِيُرِيَكُمْ مِنْ آيَاتِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِكُلِّ صَبَّارٍ شَكُورٍ» (لقمان آية ٣١)

«وَمَا يَسْتَوِي الْبَحْرَانِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ سَائِغٌ شَرَابُهُ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَمِنْ كُلِّ تَاكُلُونَ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُونَ حَبَّةً تَلْبَسُوهَا وَتَرَى الْفَلَكَ فِيهِ مَوَاحِرَ لِتَتَّبِعُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلِعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ» (فاطر آية ١٢)

«وَمِنْ آيَاتِهِ الْجَوَارِ فِي الْبَحْرِ كَالْأَعْلَامِ» (الشورى آية ٣٢)

«اللَّهُ الَّذِي سَخَّرَ لَكُمْ الْبَحْرَ لِتَجْرِيَ الْفَلَكَ فِيهِ بِأَمْرِهِ وَتَتَّبِعُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلِعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ.»

(الجالية آية ١٢)

«وَلَهُ الْجَوَارِ الْمُنشَآتُ فِي الْبَحْرِ كَالْأَعْلَامِ» (الرحمن آية ٢٤)

«إِنَّا لَمَّا طَغَا الْمَاءُ حَمَلْنَاكُمْ فِي الْجَارِيَةِ» (الحاقة آية ١١)

ومن حكمة الله تعالى أنه جعل للناس ما يهديهم عند ركوبهم البحر، ففي النهار يمكن تحديد الاتجاهات برصد مكان الشمس، أما في الليل وسط الظلمة الموحشة فقد خلق الله تعالى النجوم وفيها هداية للبشر لأنها تمكنهم من تحدد وجهتهم الصحيحة.

فعند النظر إلى صفحة السماء وبخاصة فى الليالى الصافية يمكننا مشاهدة العديد والعديد من النجوم، بعضها شديد الإضاءة وبعضها أقل شدة وبعضها ضوءه خافت لا يكاد يبين بالعين المجردة. وتشكل تلك النجوم عند رصدها من الأرض مجموعات معروفة بأشكالها المميزة ولها أسماء يعرفها علماء الفلك وكل من يركب البحر، كما يعرفها كذلك أهالى الصحراء، فهى تمثل لهم طريق الهداية وسط الصحارى القاحلة متشابهة الأرجاء وخاصة أثناء الليل. وهذا المعنى نجده فى الآيات التالية :

«وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمْ النُّجُومَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ قَدْ فَصَّلْنَا الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ» (الأنعام آية ٩٧)

«أَمْ يَهْدِيكُمْ فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ...» (النمل آية ٦٣)

وعند ركوب البحر قد تصادف الإنسان تجربة قاسية، هى تجربة الإشراف على الغرق، فركوب البحر ليس مأمون العواقب دائما، فقد تغلو الأمواج وتشتد الريح فتصبح أكبر السفن وكأنها ريشة تتلاعب بها الأمواج. وفى تلك اللحظات التى يواجه فيه الإنسان ذلك الخطر المميت، تتعرى النفوس من وهم القوة الخادعة التى تحجب حقيقة فطرتها. فإذا سقطت أوهام القوة وتعرت الفطرة من كل ستار، إستقامت إلى ربها واتجه تفكير الإنسان إلى رحمة الله الواسعة، وتلاشى إحساسه بأى قوة أخرى غير قوة الله وقدرته، فيكون الدعاء الصادق والتضرع إلى الله هو الملاذ الأخير.

وبعد النجاة من هذا الكرب العظيم، من الناس من يعرف فضل الله عليه فيشكره على نعمته ويعترف بفضله، ومنهم من يكفر بتلك النعمة وكأنه لم يدعه حين الشدة. ولنقرأ قول الله تعالى فى الآيات التالية :

«قُلْ مَنْ يَنْجِيكُمْ مِنَ ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ تَدْعُونَهُ تَضَرُّعًا وَخُفْيَةً لَّئِنْ أَنجَانَا مِنْ هَذِهِ لَنَكُونَنَّ مِنَ الشَّاكِرِينَ» (الأنعام آية ٦٣)

«وَإِذَا مَسَّكُمُ الضُّرُّ فِي الْبَحْرِ ضَلُّ مَنْ تَدْعُونَ إِلَّا إِلَهُهُ فَلَمَّا نَجَّكُمْ إِلَى الْبَرِّ أَعْرَضْتُمْ

وَكَانَ الْإِنْسَانُ كَفُورًا، (الإسراء آية ٦٧)

وَإِذَا غَشِيَهُمْ مَوَجٌ كَالظَّلْمِ دَعَوْا اللَّهَ مُخْلِصِينَ لَهُ الدِّينَ فَلَمَّا نَجَّاهُمْ إِلَى الْبَرِّ فَمِنَهُمْ مُتَقِدُونَ وَمَا يُجْعِدُ بَأْهَاتِنَا إِلَّا كُلُّ خَارٍ كَفُورٍ، (لقمان آية ٢٢)

### الحياة في البحار والمحيطات:

تذخر البحار والمحيطات بأنواع لا تحصى من الكائنات البحرية، منها ما هو صغير جدا لا يرى إلا بالمجهر، ومنها ما هو كبير يصل طوله إلى حوالي ثلاثين مترا مثل الحوت الأزرق الذي يعتبر أكبر الثدييات التي تعيش على كوكبنا في الوقت الحالي. وتتنوع الحياة في المياه المالحة ما بين كائنات تنتمي للمملكة النباتية وأخرى تنتمي للمملكة الحيوانية. وتقوم النباتات بصنع غذائها عن طريق المعادن الذائبة في الماء بالاستعانة بما يصل إليها من ضوء الشمس. وتوجد تلك النباتات في النطاق الذي يصل إليه ضوء الشمس، أي حوالي ١٠٠ متر تحت سطح الماء، وبعد ذلك النطاق يصبح الضوء غير كاف للحياة النباتية، بعكس الحيوانات التي تعيش في جميع أجزاء المحيطات والبحار. ويؤدي التعمق داخل الماء إلى زيادة تدريجية في الضغط، فكل عشرة أمتار من العمق تزيد الضغط بما يعادل ضغطاً جويّاً واحداً. وفي أعماق المحيطات عندما يصل الضغط إلى منتهاه نلاحظ وجود حيوانات بحرية وهبها الله القدرة على الحياة في تلك الأماكن برغم انعدام الضوء تقريباً وزيادة الضغط زيادة هائلة. وتتغذى الحيوانات البحرية على الكائنات النباتية، كما تتغذى أيضا على بعضها البعض. ويمكن تقسيم أنواع الحياة المائية بصفة عامة إلى ثلاث مجموعات رئيسية :

### ١- العوالق المائية :

وهي تتكون من كائنات دقيقة لها قدرة محدودة على الحركة الذاتية، ومعظمها لا يرى إلا بالمجهر. وتسمى الكائنات قريبة الشبة بالنباتات بالعوالق النباتية، وتشمل بعض أنواع الطحالب. أما الكائنات الأخرى فتسمى العوالق الحيوانية وتشمل أنواع عديدة من الحيوانات بدءاً من الكائنات وحيدة الخلية مثل السمك الهلامي إلى القشريات ذات الأرجل المفصليّة، بالإضافة للديدان السهمية والقواقع البحرية.

## ٢- السوايح :

وتشمل الحيوانات التي لها القدرة على السباحة، وتشمل الأسماك والحبار والثدييات البحرية، ويعيش معظمها قريبا من سطح الماء حيث يكون الغذاء وفيرا. كما يعيش بعضها فى منطقة الأعماق. ومن أهم أنواع السوايح الأسماك التي تشمل حوالى ١٣٣٠٠ نوعا مختلفة الأشكال والأحجام.

## ٣- القاعيات :

وهى كائنات تعيش على القاع أو بالقرب منه، وربما تحفر تلك الحيوانات فى القاع لتلصق نفسها به، أو تزحف عليه، أو تلتزم نطاق المياه السفلى. وتشمل القاعيات بعض النباتات والكائنات شبيهة بالنباتات مثل الأعشاب العملاقة وحشائش البحر التي تعيش مثبتة فى القاع. وتشمل كذلك بعض الحيوانات مثل بعض أنواع المحار وسرطان البحر ونجمة البحر وأنواع عديدة من الديدان.

## البحار كمصدر للغذاء:

تعتبر البحار بما تحتويه من أحياء بحرية مصدرا هاما من مصادر الغذاء العالمى، فكثير من شعوب العالم تعتمد بشكل أساسى فى غذائها على صيد البحر. ومهنة الصيد من أقدم المهن التي مارسها الإنسان منذ قديم الزمان للحصول على غذائه. وتتميز الأغذية البحرية بسهولة هضمها وبياحتوائها على عناصر غذائية غير متوفرة فى لحوم الحيوانات أو الطيور التي تعيش على اليابسة، مثل الفوسفور واليود. وتتنوع الأحياء البحرية التي يتخذ منها الإنسان غذاء له، ومن أهمها الأسماك، وتليها فى الأهمية القشريات ثم الرخويات والزواحف.

والأسماك كما هو معروف من أكثر الحيوانات البحرية التي تستخدم طعاما للإنسان لكثرتها وتنوعها. وتوجد فى بحار العالم ومحيطاته آلاف الأنواع من الأسماك، ويمكن تقسيم تلك الأنواع بصفة عامة إلى طائفتين رئيسيتين تبعا لهياكلها العظمية، أولها طائفة الأسماك العظمية، وهى التي تحتوى أجسامها على هياكل عظمية داخلية،

ومعظم الأسماك تتبع هذه الطائفة. أما الطائفة الثانية فهي طائفة الأسماك الغضروفية، التي تتكون هيكلها الداخلية من غضاريف لا تصل صلابتها إلى صلابة العظام.

والأسماك باختلاف أنواعها تتنفس الأكسجين الذائب في الماء بواسطة الخياشيم، إذ أن لها دورة دموية كاملة تتكون من القلب والشرايين والأوردة. ويحتوى دم الأسماك على كرات حمراء وكرات بيضاء، كما هو الحال في مختلف أنواع الفقاريات الأخرى.

والتكاثر في الأسماك يتم بأكثر من طريقة، ففي الأسماك الغضروفية يتم اللقاء بين الذكر والأنثى لتضع الأنثى البيض المخضب في الماء، ويبقى فيه حتى يتم فقسه وتخرج منه الأسماك الصغيرة. وفي بعض أنواع الأسماك الغضروفية مثل سمك القرش، تحتفظ الأنثى بالبيض المخضب داخل جسمها في أكياس إلى أن يتم تكوينه وتخرج منه الأسماك الصغيرة حية سابحة في الماء، ويسمى هذا النوع من الأسماك بالأسماك الولودة، مع إنها في الواقع تبيض ولا تلد. أما في الأسماك العظمية، فيتم تلقيح البيض في الماء، وهو ما يعرف بالتلقيح الخارجى.

وتأتى القشريات فى المقام الثانى بعد الأسماك من حيث أهميتها كغذاء للإنسان والكميات المستهلكة منها. وقد سميت بهذا الاسم لأن أجسامها تكون محاطة من الخارج بغلاف كيتينى صلب يعمل على وقاية أجزاء الجسم اللينة، حيث أنها لا تملك هيكلًا داخليًا صلبًا كالأسماك. ويتم تغيير هذا الغلاف الصلب عدة مرات خلال حياة الكائن فيما يعرف بعملية الانسلاخ. ويتكون بعد تلك العملية غلاف جديد أكبر حجماً مما سبقه حتى يوفر للكائن فرصة النمو. والقشريات كلها تقريباً حيوانات مائية تتنفس تنفساً مائياً بواسطة الخياشيم مثل الأسماك. ومن أهم أنواع القشريات الجمبرى والكابوريا والاستكوزا.

أما الرخويات فهي تمثل شعبة من أكبر شعب عالم الحيوان وأكثرها تنوعاً. وقد سميت بهذا الاسم لأن أجسامها لينة لا تحتوى على هيكل صلب من الداخل، ولكنها

تقضى حياتها داخل هيكل خارجى يتكون من قواقع حلزونية، أو أصداف جيرية صلبة تعمل على وقاية الجسم. والرخويات تحتوى على ثلاث طوائف رئيسية هى : بطنية القدم Gastropoda ومنها القواقع والحلزون، وصفائحية الخياشيم Lamellibranchiata ومنها المحارات ذوات المصراعين، ورأسية القدم Cephalopoda ومنها الحبار والخطبوطات.

وتأتى بعد ذلك السلاحف البحرية التى تنتمى لطائفة الزواحف، وهى تتميز بوجود صندوق عظمى يحيط بجسمها من الخارج، فلا يظهر منه سوى الرأس والعنق والأطراف والذنب. وهى تشبه السلاحف البرية إلا أن أطرافها قد تحورت إلى ما يشبه المجاديف حتى تساعدها على السباحة. والسلاحف يمكنها الاختفاء داخل تلك الدرقة العظمية عند الإحساس بالخطر. والسلاحف المائية تتنفس الهواء الجوى بواسطة الرئتين مثل باقى أنواع الزواحف، فهى تصعد من أن لآخر إلى سطح البحر لالتقاط أنفاسها.

وتضع إناث السلاحف بيضها على الشاطئ، حيث تقوم بعمل حفر عميقة فى الرمال تضع البيض بداخلها ثم تغطيه بالرمال لتخفيه عن الأنظار. وعند فقس البيض تخرج السلاحف الصغيرة متجهة إلى البحر مباشرة، إذ أنها تعرف طريقها بالفريزة التى أودعها الله فيها لتحفظ نوعها من الانقراض، حيث تكثر أعدادها الطبيعية على الشاطئ، ويقوم الكثير من سكان المناطق الساحلية بتناول لحوم السلاحف التى تعتبر من الأطعمة الشهية. ويكثر تواجدها وصيدها على شواطئ المحيطات الأطلنطى والهادى والهندي.

وقد أحل الله تعالى لنا صيد البحر، وجاء فى آيات القرآن وصف لحم الكائنات البحرية بأنه لحم طرى. والآيات التى ورد فيها ذكر صيد البحر وتسخيرها ليكون مصدراً لغذاء البشر، هى الآيات التالية :

« أَحِلْ لَكُمْ صَيْدُ الْبَحْرِ وَطَعَامُهُ مَتَاعًا لَكُمْ وَلِلسَّيَّارَةِ ... » (المائدة آية ٩٦)

« وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حَبْلًا ثَلَبَسُونَهَا ... »

(النحل آية ١٤)

« وَمَا يَسْتَوِي الْبَحْرَانِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ سَائِغٌ شَرَابُهُ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَمِنْ كُلٍّ تَأْكُلُونَ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُونَ حَبْلًا ثَلَبَسُونَهَا ... » (فاطر آية ١٢)

وقد جاء في الحديث النبوي الشريف عن البحر أنه (هو الطهور ماؤه الحل مبينه).

### ظاهرة بحرية فريدة:

ومن الظواهر البحرية التي جاء ذكرها في القرآن ظاهرة إلتقاء المياه المالحة بالمياه العذبة مع احتفاظ كل منهما بخواصه وعدم اختلاطهما، ولنقرأ تلك الآيات الكريمة حتى نتعرف على تلك الظاهرة :

« مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ يَلْتَقِيَانِ ﴿٦٦﴾ بَيْنَهُمَا بَرْزَخٌ لَّا يَتَّخِيَانِ (الرحمن آية ١٩، ٢٠)

« وَهُوَ الَّذِي مَرَجَ الْبَحْرَيْنِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخًا وَحِجْرًا مَّعْجُورًا. (الفرقان آية ٥٢)

« وَمَا يَسْتَوِي الْبَحْرَانِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ سَائِغٌ شَرَابُهُ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ ... » (فاطر آية ١٢)

« ... وَجَعَلَ لَهَا رَوَاسِيًّا وَجَعَلَ بَيْنَ الْبَحْرَيْنِ حَاجِزًا ... » (النمل آية ٦١)

وقد اقترح بعض العلماء أن المقصود بالبحرين في تلك الآيات الكريمة قد يكون مناطق إلتقاء مصبات الأنهار الكبرى بالبحار الضحلة مثل منطقة مصب نهر النيل في البحر المتوسط، حيث تبقى المياه العذبة منخفضة الكثافة فوق سطح المياه المالحة عالية الكثافة ويكاد يفصل بينهما حاجز غير مرئي. كما قد يكون المقصود بالبحرين الينابيع البحرية في أرضية بعض البحار والمحيطات، والتي تنبثق منها المياه العذبة التي تظل

محتفظة بخصائصها الطبيعية والكيميائية نتيجة اختلاف كثافتها عن كثافة مياه البحر المالحة.

ويمكن التدليل على هذه الظاهرة بنهر الأمازون الذي يصب في المحيط الأطلنطي وتندفع مياهه مسافة ٢٠٠ ميل في المحيط وهي محتفظة بعذوبتها طوال تلك المسافة.

وقد أكدت التجارب أن هناك قانوناً معيناً يتحكم في تلك الظاهرة هو قانون التوتر السطحي Surface Tension وهو الذي يسبب انفصال السائلين المختلفين لأن تجاذب جزيئات كل سائل مع بعضها يختلف عن تجاذب جزيئات السائل الآخر، ولذلك يحتفظ كل سائل باستقلاله.

كما أن بعض الدراسات التي أجريت حديثاً في هذا المجال قد أشارت إلى احتمالية وجود حقول جزيئية تعمل على منع حدوث الاختلاط بين هذين النوعين المختلفين من الماء، ومع تقدم الدراسات في مجال الهيدرولوجيا واستخدام المجالات الكهرومغناطيسية في تلك الدراسات توصل العلماء إلى إمكانية وجود جزيئات مختلفة في طبيعتها، تعمل تلك الجزيئات من خلال تواجدها في شكل بنائى محدد ومتكرر على منع حدوث ذلك الاختلاط.

والبحث في هذا المجال مايزال مفتوحاً يحتاج الكثير من الجهد والدراسة للوصول إلى حقيقة هذا الأمر الذي ذكر في القرآن منذ مئات السنين.

### ٣- المياه الجوفية

تُعرف المياه الجوفية بأنها المياه التي توجد في الفراغات البينية بين حبيبات التربة أو التشققات الصخرية. ويطلق عليها أيضا إسم المياه تحت السطحية أو المياه الأرضية. وتعتبر المياه الجوفية من أهم مصادر الماء العذب، التي تمد الإنسان بإحتياجاته المائية. ورغم أن الماء السطحي الممثل في الأنهار والبحيرات العذبة يعد المصدر الأول لنشأة الحضارات الإنسانية على مر التاريخ، إلا أن كمية الماء السطحي لا تقارن بالكميات الهائلة من الماء تحت السطحي المخزون في باطن الأرض، والذي تجمع على مدى ملايين السنين. وقد وجد أن نسبة الماء العذب على سطح الأرض تمثل فقط نسبة ٣٪ من كمية الماء العذب الكلية الموجودة بالأرض، أما الباقي فيكمن تحت السطح.

وكان منشأ تلك المياه في باطن الأرض لغزا محيرا لمدة طويلة من الزمن، حيث كان يظن أن مصدر تلك المياه هو الماء المتسرب من البحار والمحيطات، والذي يتحول من الحالة المالحة إلى الحالة العذبة نتيجة مساره الطويل واختراقه لحبيبات التربة وطبقاتها المختلفة. ولكن مع تقدم البشرية وزيادة المعارف الإنسانية حول طبيعة الأرض التي نعيش عليها، ثبت أن أصل المياه الجوفية هو المياه السطحية من الأمطار والأنهار والبحيرات، بالإضافة لما يتسرب إلى الخزانات الجوفية من مياه البحار نتيجة إنحدار طبقات الأرض وتحرك المياه تبعا لقوى الجاذبية، وقد جاء ذكر لهذه الحقيقة في تلك الآية من آيات سورة الزمر «أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ...» (الزمر آية ٢١). ونسبة قليلة من المياه الجوفية كانت في الأصل من مياه البحر المحصورة في فجوات الأحجار الرسوبية التي انكشفت بعد ذلك نتيجة للأحداث الجيولوجية في الأزمنة القديمة وارتفعت عن سطح البحر مما أدى لانحصار المياه في تلك الطبقات أو تسربها إلى مستوى البحر واستبدالها بمياه عذبة من الأمطار.

وإذ نظرنا لتكوين القشرة الأرضية، وجدنا أن الطبقة السطحية لها تعتبر مسامية لأعماق مختلفة، تبعا لنوعية التربة. وتلك الطبقة لها أهمية كبرى في الزراعة، حيث ينمو فيها المجموع الجذرى للنبات ويحصل منها على احتياجاته الغذائية والماء. أما المياه التي تزيد عن قدرة تلك الطبقة على الاحتفاظ بها فتتسرب إلى الأعماق. وتختلف تلك الطبقة في قدرتها على حفظ الماء باختلاف حجم ونوع حبيباتها.

والطبقة التي تلي الطبقة السطحية تسمى الحزام البينى وهل تمثل مسار المياه المتسربة إلى الطبقات السفلى وتلي تلك الطبقة طبقة تسمى حزام الهامش الشعري، وترتفع فيها المياه خلال مسامها نتيجة قوى الجذب الشعري التي تعمل ضد قوى الجاذبية الأرضية. وسلك تلك الطبقة يتوقف على حجم حبيبات التربة المكونة لها. والمنطقة التالية تسمى منطقة التشبع، وتكون فيها جميع الفراغات البينية مليئة بالماء، وتكون بذلك مشبعة تماما بالماء الذي يعتبر جزءاً من الماء الأرضى. وقد تمتد تلك الطبقة لعدة مئات من الأقدام. وبزيادة العمق تقل المسافات بين حبيبات التربة وتقل الفجوات نتيجة زيادة الضغط عليها ويقل بالتالى حجم المياه المخزونة.

وهناك خط وهمى يقع أعلى مستوى الماء الأرضى، وبه يتم تحديد منطقة التشبع. وتعتبر تلك المنطقة خزانا طبيعيا للماء الأرضى، تزيد سعته بزيادة حجم المسام والفجوات بين حبيبات التربة.

وتوجد المياه الجوفية عادة في صخور لها مسامية ونفاذية عالية، تعرف بالصخور الخازنة، وتحتوى تلك الصخور على ثلاثة أنواع من المياه مختلفة في أصلها وهي :

١- الماء الناتج من تساقط الأمطار ويعرف بالماء السماوى، وهو الذى يدخل دورة الماء في الطبيعة.

٢- الماء الحبيس في مسام الصخور والمتبقى من الوسط المائى الأسمى الذى ترسبت منه الصخور، ويسمى بالماء المقرون. ويتميز هذا النوع من الماء بزيادة نسبة

ملوحته، حيث أنه ماء بحرى الأصل احتبسته الصخور أثناء تراكمها. ويوجد هذا الماء فى معظم الصخور الرسوبية التى تخترقها الآبار العميقة التى تحفر بغرض التنقيب عن البترول.

٣- الماء المنبثق من باطن الأرض نتيجة للأنشطة البركانية ونسبته ضئيلة، ويسمى الماء المتبقى من تبلور مصهورات الحمم البركانية بالماء الصهارى، وهو يكون معظم المحاليل الحارة التى ترسب الكثير من الخامات المعدنية.

ويتوقف مدى توافر المياه الجوفية فى التربة الأرضية على خاصيتين :

### (١) درجة المسامية : Porosity

وتتحدد على أساس درجة مسامية الصخور مقدرتها على استيعاب المياه التى تتسرب إليها من السطح لتخترن فيها، وتعتبر درجة المسامية للصخور مقياساً هاماً لطاقتها على التشبع بالماء.

### (٢) درجة النفاذية : Permeability

وهى خاصية هامة تميز التكوينات الصخرية الحاملة للمياه الجوفية. وتعنى بهذه الخاصية حجم الفجوات بين حبيبات الصخر والسطوح الفاصلة بين الطبقات فى الصخور الرسوبية، بالإضافة للشقوق والصدوع التى تسرى من خلالها المياه المتسربة. وهذه الخاصية تؤثر على معدل وكمية الماء المتحرك بين الخزان الجوفى وبين الينابيع الطبيعية والآبار.

وكما تختلف صخور التربة فى أنواعها تختلف كذلك فى قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وتلك الصخور تنتمى لثلاث أنواع هى النارية Igneous والرسوبية Sedimentary والمتحولة Metamorphic. والنسبة العظمى من المياه الجوفية توجد مخزونة فى الطبقات الرسوبية. وهذه الطبقات تتكون نتيجة عمليات التجوية Weathering. وتتمثل الصخور الرسوبية فى الحجر الجيرى (كربونات الكالسيوم) والدولوميت (كربونات الكالسيوم والمغنسيوم) والحجر الرملى بالإضافة للطفلة. وتشمل

كذلك الرمل والحصى على اختلاف أحجامها. وتعتبر أنسب الصخور لتراكم الخزانات المائية الجوفية هي الأنواع الحصوية أو الرملية غير المتماسكة وصخور الحجر الرملى والصخور الجيرية. أما الصخور النارية فهي تحتوى على بعض التجاويف والتشققات التى تسمح بمخزون مائى قليل.

أما الصخور المتحولة فقد كانت فى الأصل صخوراً نارية ورسوبية تحولت تحت ظروف الحرارة والضغط مع الزمن إلى أنواع أخرى مثل الكوارتز الذى كان فى الأصل حجراً جبرياً، وحجر الازدواز الذى تحول من الطفلة. وتعتبر الصخور المتحولة بصفة عامة قليلة القدرة على الاحتفاظ بالماء، باستثناء الرخام الذى تكون به شقوق كثيرة تسمح له بإحتواء كميات كبيرة من المياه.

وقد ثبت علمياً أن الماء الأرضى قد بدأ تكونه داخل الصخور منذ أحقاب بعيدة، كما أن بعضه قد تكون داخل الصخور حديثة التكوين. وتعتبر الصخور الحديثة عموماً أكثر قابلية لتكون طبقة حاملة للماء جيدة الامداد به مقارنة بالصخور القديمة التى تكون موجودة على أعماق بعيدة وتقع تحت ضغوط كبيرة تسبب تماسك حبيباتها وقلة نفاذيتها.

وقد أسهم التقدم الكبير فى عمليات البحث عن البترول فى فهم طبيعة المياه الجوفية وأماكن تواجدها وتحركاتها داخل التربة. كما أسهمت فروع أخرى من فروع العلم فى كشف أسرار المياه الموجودة فى باطن الأرض، مثل علم الجيولوجيا الذى يوضح كيفية تواجد وتوزيع المياه فى التكوينات الجيولوجية، وعلم الهيدرولوجيا الذى يفسر كيفية إمداد وتغذية الخزانات الجوفية بالماء، بالإضافة لعلم ميكانيكا الموائع الذى يبحث فى حركة انتقال الماء وسرعة سريانه فى طبقات الأرض السفلى.

ومنسوب الماء الجوفى فى الأرض يتفاوت تفاوتاً كبيراً من مكان لآخر، بناء على العوامل التى ذكرناها. وكذلك فمستواه يتغير فى البقعة الواحدة مع مرور الزمن، كما أنه يتأثر بمواسم هطول الأمطار وفترات الجفاف. ويختلف مستوى المياه الجوفية أيضاً

تبعاً لتضاريس سطح الأرض، حيث يتوقع وجوده على أعماق بعيدة في مناطق المرتفعات والتلال، وعلى أعماق أقل في الأودية والمنخفضات.

وصدق الله العظيم في قوله تعالى «**قُلْ أَرَأَيْتُمْ إِنْ أَصْحَحَ مَاؤُكُمْ غَوْرًا فَمَنْ يَأْتِيكُمْ بِمَاءٍ مُّعِينٍ**» (الملك آية ٣٠) فإله سبحانه وتعالى قد يسر لنا الماء فوق الأرض أمطاراً وأنهاراً، وحفظه بقدرته تحت الأرض مخزوناً نقياً لنتتفع به في الشرب والزراعة، ومنه ما تتفجر به الأرض عيوناً ونبابيعاً ومنه ما لا يستطيع الإنسان الحصول عليه إلا بحفر الآبار على اختلاف أعماقها. ولنتذكر قول الله تعالى في سورة الكهف في الحوار الذي دار بين صاحب الجنتين الذي كفر بنعمة الله، والرجل الفقير الذي لا يملك ما لا ولا نفراً، حيث ذكره هذا الرجل بوجوب شكر الله والاعتراف بفضله وقدرته تعالى على أن يهلك تلك الجنة أو يجعل ماها بعيداً عن متناوله فلا يستطيع الوصول إليه، والآية «**أَوْ يُصْحِحَ مَاؤَهَا غَوْرًا فَلَنْ تَسْتَطِيعَ لَهُ طَلْبًا**» (الكهف آية ٤١).

ونعود مرة أخرى لنتعرف على حركة المياه الجوفية في باطن الأرض، وهي حركة بطيئة تنتج عن الجاذبية الأرضية، وتؤدي لسريان الماء من المناطق العالية إلى المناطق المنخفضة. ولأنه من النادر أن توجد التكوينات الصخرية الحاملة للماء في مستويات أفقية، يكون الماء المحمول فيها بناء على ذلك في حركة دائبة. وأى ميل مهما كانت درجته في تلك الطبقات يعمل على تحرك المياه باتجاه ذلك الميل، وتتوقف تلك الحركة على درجة نفاذية التكوينات الحاملة للماء.

ومن المدهش أنه يوجد نوع من التوازن بين كميات المياه التي تتسرب إلى باطن الأرض والمياه الخارجية منها. فالمياه الزائدة عن طاقة التربة على الاستيعاب تنبثق عند سطح الأرض عندما يتقاطع هذا السطح مع مستوى الماء الجوفي في عدة أماكن مثل سواحل البحار والمحيطات وعند حواف الأودية.

ولكى نعرف كيف تحتفظ الأرض بالماء الجوفي، يجب أن نوضح مدى الارتباط بين الماء وطبيعة التكوينات الجيولوجية تحت الأرض. وعلى هذا الأساس يمكن تقسيم

المياه المخزونة، تبعا لطرق اختزانها إلى ثلاثة أقسام :

#### ١- الخزان الجوفى الحر :

ويتمثل فى المياه المحمولة على طبقة صخرية غير مسامية بينما يكون سطحه العلوى متصلا اتصالا مباشرا بالمياه السطحية، وتكون مياهه بذلك واقعة تحت الضغط الجوى. وهذا النوع من الخزانات المائية يتأثر بطبيعة الحال بالعوامل المؤثرة على المياه السطحية فى منطقتة والمناطق القريبة منه مثل التسرب وكمية الأمطار.

#### ٢- الخزان الجوفى المحصور :

وهو الخزان الذى يكون فيه الماء محصورا بين طبقتين غير منفذتين، وتكون مياهه واقعة تحت الضغط الارتوازى، ولذلك يطلق عليه أحيانا اسم الخزان الارتوازى. ويتوقف بعد الماء فيه عن السطح على طبيعة التكوينات الجيولوجية بأشكالها المختلفة.

#### ٣- الينابيع :

ويطلق هذا الاسم على المياه التى تسرى بطريقة ذاتية وباستمرار من باطن الأرض وتسمى كذلك بالعيون. وهى تنقسم تبعا لطبيعتها الجيولوجية إلى :

##### أ- ينابيع الانخفاضات :

وتنشأ عن تقاطع سطح الأرض فى منطقة منخفضة مع سطح الماء الأرضى. وتعتمد كمية المياه الناتجة منها على نفاذية التكوينات الحاملة للماء.

##### ب- ينابيع التلاقى :

وتتكون عند تقابل الطبقة غير المنفذة الحاملة للماء الأرضى مع سطح الأرض وهى قليلة التصريف وتتواجد عادة عند سفوح الجبال والمرتفعات.

##### ج- ينابيع الشقوق :

وهى تتكون نتيجة شروخ كبيرة ممتدة فى القشرة الأرضية، وتتميز بزيادة المحتوى المعدنى لها.

د- ينابيع ارتوازية :

وتنشأ نتيجة الضغط الواقع على خزان الماء الارتوازي المحصور بين طبقتين غير منفذتين، عندما يجد الماء له متنفساً ينفذ منه من خلال الشقوق الموجودة بالصخور. ولتلك الينابيع فائدة كبيرة للإنسان لسرعة سريان الماء منها وتدفقه بكميات كبيرة.

هـ- ينابيع حارة :

تحدث نتيجة ضغط الغازات الساخنة الحبيسة تحت سطح الأرض التي تعمل على دفع الماء فوق السطح. وتأخذ تلك الينابيع شكل النافورات الفوارة التي يتدفق منها الماء الحار بكميات كبيرة في أغلب الأحيان. ويؤدي سريان المياه الجوفية لسنوات طويلة في باطن القشرة الأرضية إلى ترشيح المياه وتنقيتها تماما من الشوائب والمواد العالقة، كما يؤدي في كثير من الأحيان إلى حجز الملوثات البيولوجية والاحتفاظ بها في صورة نقية صالحة للاستعمال المباشر، ويتوقف ذلك على نوعية مكونات طبقات التربة التي تجتازها.

ويؤدي اتصال المياه الجوفية بصخور التربة لمدة طويلة إلى إذابة بعض مكونات تلك الصخور من الأملاح والعناصر، ويؤدي ذلك إلى زيادة المحتوى المعدني للمياه. وتختلف تلك المواد المذابة تبعاً لنوع الصخور الحاملة للمياه، فالمياه التي تتساقط خلال صخور الحجر الجيري Lime Stone تصبح عسرة نتيجة ذوبان أيونات الكالسيوم والماغنسيوم. أما إذا حدث الانسياب خلال رواسب الغرين Silt والطين Clay أو الحجر الجيري الصفحي Shale فإنها تصبح غنية بأيونات الصوديوم والبوتاسيوم. وحين تكون الطبقات الحاملة للماء من رواسب المتبخرات Evaporites مثل الجبس Gypsum والأنهيدرايت Anhydrites، فإن هذه المعادن تذوب ببطء فتصبح المياه أكثر مرارة وربما تصبح ملحية المذاق لا تصلح للشرب.

ويطلق على المياه الجوفية ذات المحتوى العالي من الأملاح اسم المياه المعدنية Mineral Water، بحيث يكون ذلك المحتوى مختلفاً عن محتوى مياه الشرب العادية. وتسمى المياه المعدنية تبعاً لما يغلب على مائها من معادن ذائبة مميزة لها. فالمياه الملحة

هى التى تكثُر فيها أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم والمياه الحديدية تكثُر فيها مركبات الحديد، والمياه الكلسية تكثُر فيها أملاح الكالسيوم. أما المياه السليكية فهى التى تحتوى على تركيزات كبيرة من مادة السيليكا، والمياه الكبريتية تتميز بإحتوائها على مركبات الكبريت وخاصة كبريتيد الهيدروجين الذى يكسبها راحة مميزة.

ولقد عرف الإنسان من قديم الزمن فوائد تلك المياه فى علاج بعض الأمراض مثل الروماتيزم والالتهابات الجلدية وعسر الهضم. ويراعى ارتفاع مستوى المياه وكذلك المناخ المحيط بتلك الينابيع عند استخدامها فى العلاج. وقد أنشئت فى بعض البلدان منتجعات طبيعية حول تلك الينابيع ومن أشهرها منتجع باث فى جلوسترشاير فى إنجلترا، ويادن - يادن فى الغابة السوداء بألمانيا، وفيشى فى فرنسا. ومن العيون الشهيرة فى مصر عين حلوان الكبريتية التى تستخدم مياهها فى علاج بعض الأمراض الجلدية.