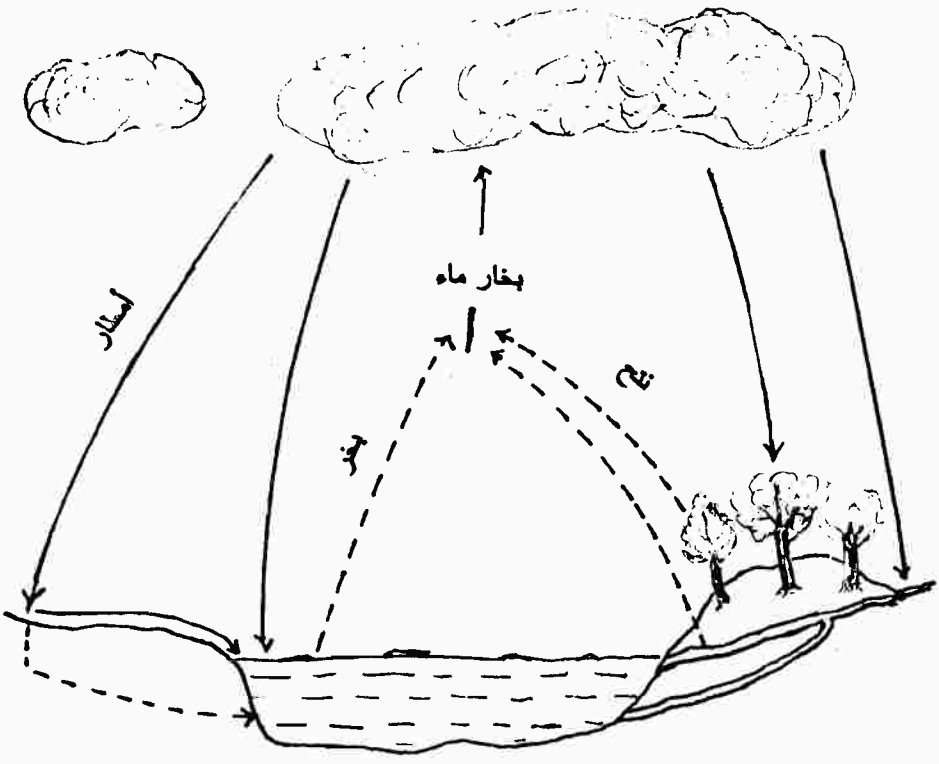


(شكل 2) : دورة الماء على الأرض

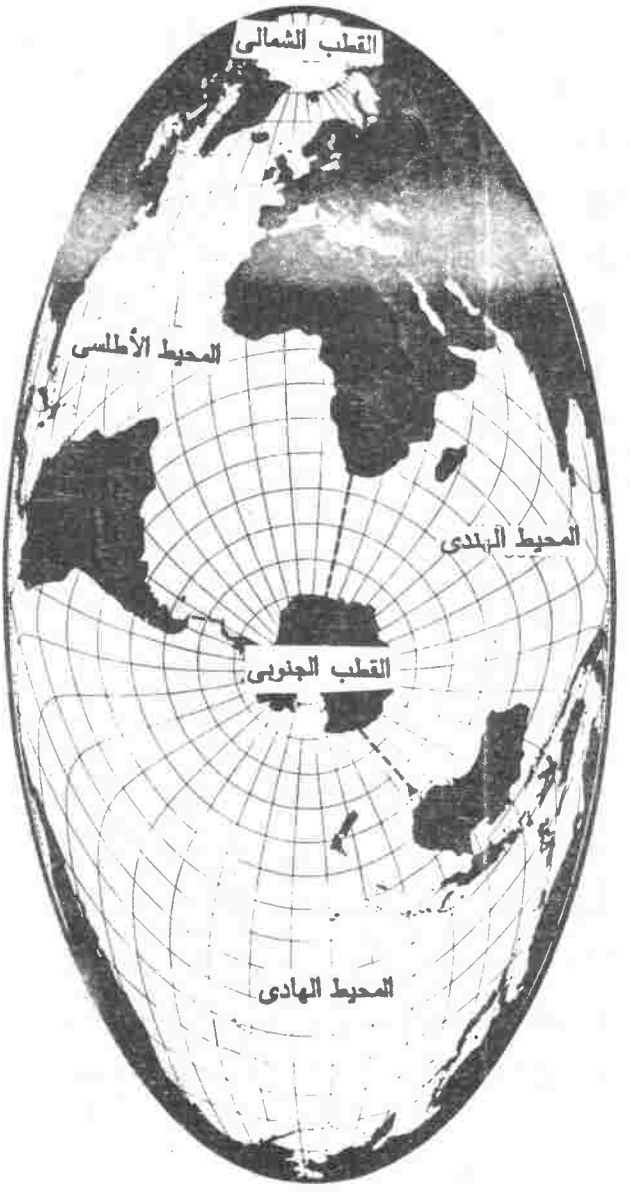
المحيطات والبحار

العالم كله عبارة عن حوض مائى واسع يحتوى على جزر كبيرة تشكل القارات وجزر أخرى صغيرة وعديدة ، فالماء يغطى حوالى 71 % من مساحة سطح الأرض وتغطى القارات المساحة الباقية وهى حوالى 29 % من المساحة الكلية. هذا الحوض المائى الكبير يحتوى على حوالى 1320 مليون كيلومتر مكعب من

المياه مقسمة إلى ثلاثة محيطات رئيسية تمتد جميعها من القطب الجنوبى ، شمالا ، وهى الهادى والأطلسى والهندى ، وتتصل ببعضها إتصالا كبيرا٠ البعض يضيف إلى المحيطات الثلاثة محيطين آخرين هما الجنوبى والقطبى الشمالى٠ المحيط الهادى هو أكبر المحيطات وأعمقها ويقع ما بين غرب الأمريكتين وشرق آسيا ، مساحته حوالى 180 مليون كيلومتر مربع ومتوسط عمقه 3940 مترا ، ويحتوى على أكثر من نصف الماء الحر بالأرض٠ المحيط الأطلسى يقع ما بين غرب أوروبا وشرق الأمريكتين ، وهو طويل وضيق ، ويصل ما بين القطبين ، مساحته حوالى 107 مليون كيلومتر مربع ومتوسط عمقه 3310 مترا٠ يصب فى المحيط الأطلسى ما يقرب من ثلثى مياه الأنهار المنصرفة فى العالم٠ ثالث المحيطات ، المحيط الهندى ويقع معظمه فى نصف الكرة الجنوبى ، وهو أصغر المحيطات ، مساحته حوالى 74 مليون كيلومتر مربع ومتوسط عمقه 3840 مترا٠

تقع معظم مساحات القارات فى نصف الكرة الشمالى وتقدر مساحة الأرض اليابسة فيها بحوالى 39 % منها ، بينما نجد أن مساحة اليابسة فى النصف الجنوبى من الكرة الأرضية ضئيلة فهى لا تتعدى 19 % منها٠

لو قارنا إرتفاعات الأرض فى اليابسة بأعماق المحيطات ، لوجدنا أن متوسط إرتفاع القارات حوالى 840 مترا فوق سطح الأرض ، فى حين أن متوسط أعماق البحار والمحيطات حوالى 3800 مترا ، مما يدل على ما تحتويه البحار والمحيطات من كميات ضخمة من المياه والتى لو تم توزيعها بالتساوى على سطح الكرة الأرضية بفرض أنها كرة ملساء لغطت سطح الأرض لعمق 2430 مترا٠ يمثل ماء البحار والمحيطات حوالى 97 % من مجمل مياه الكرة الأرضية٠



(شكل 3) : رسم للكرة الأرضية يبين المحيطات الثلاثة الهادى والأطلسى والهندى ممتدة من القطب الجنوبى شمالاً

البحار هى أحواض مياه جانبية ممتدة من المحيطات قريباً من سواحل القارات، ولهذا فإنها تتلقى كثيراً من صرف الأنهار من مياه عذبة بما تحمله من فتات الرواسب والتى يتجمع معظمها عند المصبات مكونة فى العادة دلتا تلك الأنهار . والبحار قد تفصل ما بين القارات ومنها البحر الأبيض المتوسط الذى يفصل بين

(شكل 4) : صورة للأرض مأخوذة من قمر صناعى تظهر به قارة إفريقيا وجنوب أوروبا وقد غطت السحب الكثيفة معظمها وغرب آسيا والمحيط الأطلسى والجزء الغربى من المحيط الهندى ، كما تظهر بالشكل البحار الأحمر والأبيض المتوسط والأسود.

جنوب أوروبا وشمال إفريقيا ، والبحر الأحمر الذى يفصل غرب آسيا عن شرق إفريقيا ، والبحر الكاريبى الذى يفصل أمريكا الشمالية عن أمريكا الجنوبية. قد توجد البحار على حواف القارات محاطة جزئيا بمساحات متصلة من الأرض أو بعدد من الجزر نشأت غالبا عن تكون جبال ، من ذلك الخليج العربى الذى يمتد من المحيط الهندى إلى جنوب غرب آسيا ، والبحر الأدرياتيكى الذى يمتد من البحر الأبيض المتوسط ويفصل يوغوسلافيا شرقا وإيطاليا غربا ، وبحر إيجه الذى يمتد من البحر الأبيض المتوسط ، وبحر اليابان الذى يفصل بين جزر اليابان والصين.

مياه البحار والمحيطات مياه مالحة ، تتراوح معدل ملوحتها ما بين 3.3 إلى 3.7 % ، وتصل فى البحر الأحمر إلى 4 %. تحتوى تلك المياه على جميع عناصر الأرض ذائبة فيها ، 99 % من المواد الذائبة تتكون من ستة مكونات أكثرها فى ذلك الكلور الذى يوجد فى الماء فى صورة أيون كلوريد بنسبة 1.9 % يليه الصوديوم بنسبة 1.06 % ، فالمغنسيوم ثم الكبريتات فالكالسيوم والبوتاسيوم ، حتى الذهب فإنه يوجد ذائبا فى المياه المالحة بنسبة 0.006 جزء من مليون مليون.

كمية الغازات التى يمكن لمياه البحار والمحيطات إذابتها تتحكم فيها درجات الحرارة والملوحة ، فكلما إنخفضت الحرارة والملوحة إزدادت كميات الغازات الممكن إذابتها ... الأكسوجين الذائب فى الماء يصل إليه من الهواء الجوى وكذلك من النباتات البحرية ، وتصل معدلاته لقرب درجة التشبع فى المياه السطحية ، ويقل الأكسوجين فى المياه العميقة ، وفى المتوسط نجد أن نسبة الأكسوجين المذاب إلى مجمل الغازات الذائبة تزيد عن نسبتها فى الهواء الجوى ، فهى فى مياه البحر السطحية حوالى 36 % مقارنة بـ 21 % فى الهواء الجوى. تزداد نسبة الأكسوجين كثيرا عن ذلك فى المياه الباردة وتقل عن ذلك فى المناطق الإستوائية وفى الأعماق.

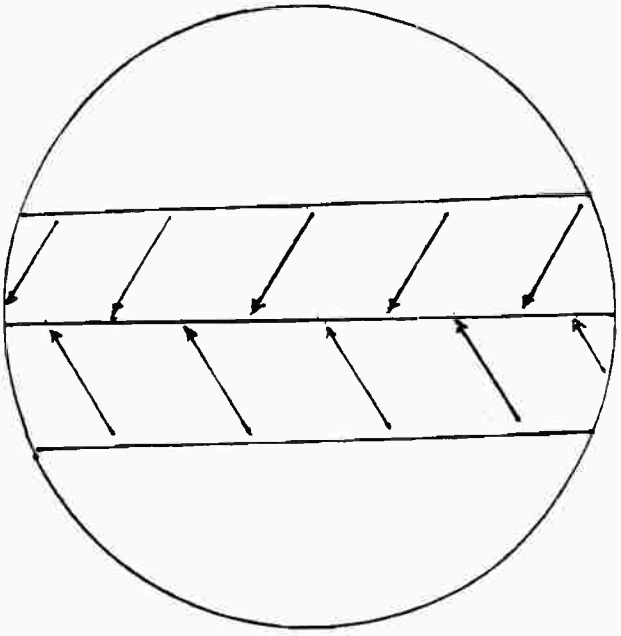
غاز ثانى أكسيد الكربون ، وهو الغاز الهام فى بناء أجسام النباتات ، شديد الذوبان فى الماء ، ويوجد فى الأعماق المختلفة للبحار ، إذ أنه ينتج عن تنفس كافة

الأحياء. كذلك فإن غاز ثانى أكسيد الكربون ينتج عن تحلل الأصداف البحرية المكونة من الكربونات. يوجد غاز ثانى أكسيد الكربون حرا كما أنه يوجد فى صور أخرى منها حمض الكربونيك H_2CO_3 الذى يتكون عنه أيونات بيكربونات HCO_3.

مياه البحار والمحيطات فى حركة مستمرة فى إتجاهات مختلفة، ويظهر ذلك فى ظاهرتى المد والجزر، وفى حركة الأمواج السطحية وتيارات المياه السفلية، إضافة إلى الحركات الرأسية للمياه، من أعلى إلى أسفل وبالعكس. يرى العلماء أن حركة المياه فى المحيطات ترتبط بحركة الرياح فوق سطح الماء، وكذلك تتأثر بحركة الزلازل وثورات البراكين، كما تتأثر بالتسخين غير المنتظم للمياه.

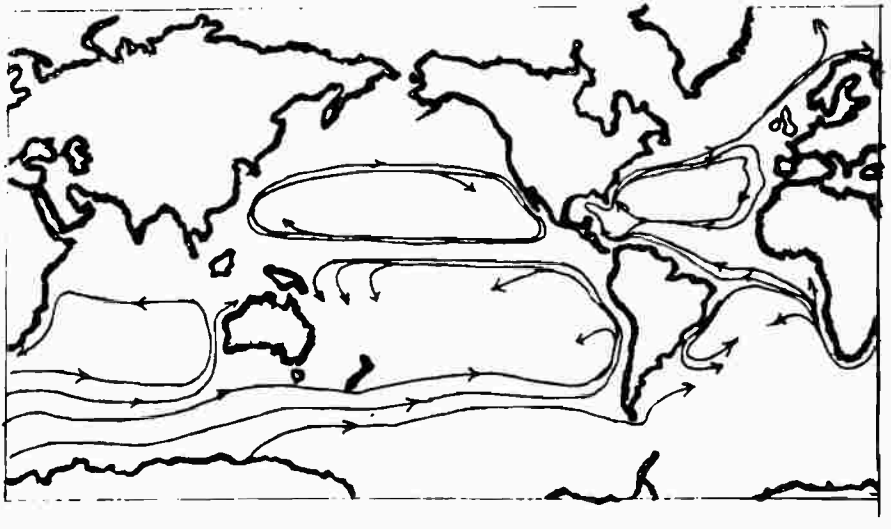
تمر أشعة الشمس خلال طبقات الجو دون تأثير يذكر على درجة حرارتها، حتى تصل تلك الأشعة إلى سطح الأرض، فترتفع درجة حرارة سطح الأرض، ومن ثم ترتفع درجة حرارة الجو الملاصق، وتصبح بذلك حرارة الهواء القريب من سطح الأرض أعلى من حرارة الهواء الذى يعلوها. وتختلف حرارة الجو والهواء المحيط فى المناطق المختلفة، ففى المنطقة الإستوائية تكون حرارة الهواء أعلى منها عند القطبين. ونظرا لخفة الهواء الساخن فإنه يصعد فى المنطقة الإستوائية إلى أعلى محملا بكميات هائلة من بخار الماء المتصاعد من مياه المحيطات، ثم يطفو الهواء الساخن فوق الهواء البارد العلوى ويتحرك شمالا وجنوبا فى إتجاه القطبين، ويؤدى هذا إلى تحرك الهواء البارد من الشمال والجنوب إلى المنطقة الإستوائية. وغالبا ما يبرد الهواء المحمل ببخار الماء والمتجه شمالا ويصبح محملا بالماء أو الثلج فيتساقط ما به أمطارا وثلوجا. تتأثر حركة الرياح أيضا بحركة الأرض التى تدور حول نفسها من الغرب إلى الشرق بمعدل حوالى 1700 كيلومتر / ساعة عند خط الإستواء، وتقل تلك السرعة كلما إتجهنا شمالا أو جنوبا، وينتج عن ذلك حركة الرياح فى نصف الكرة الشمالى من الشمال الشرقى

إلى الجنوب الغربى ، وفى نصف الكرة الجنوبى من الجنوب الشرقى إلى الشمال الغربى ، ويظهر ذلك واضحا بين خطى عرض 30 شمالا و 30 جنوبا • وتعرف هذه الرياح بالرياح التجارية trade winds • تؤثر هذه الحركة فى الرياح على حركة المياه فنجد أن الحركة السطحية للمياه فى نصف الكرة الشمالى تنحرف ناحية اليمين وقد تعطى تيارات مائية فى إتجاه عقرب الساعة ، وفى نصف الكرة الجنوبى تنحرف الحركة المائية نحو اليسار وقد تعطى تيارات مائية فى إتجاه عكس عقرب الساعة •



(شكل 5) : الرياح السائدة بالكرة الأرضية هى الرياح التجارية وتتحرك بوضوح بين خطى عرض 30 شمالا وجنوبا فى إتجاه خط الإستواء

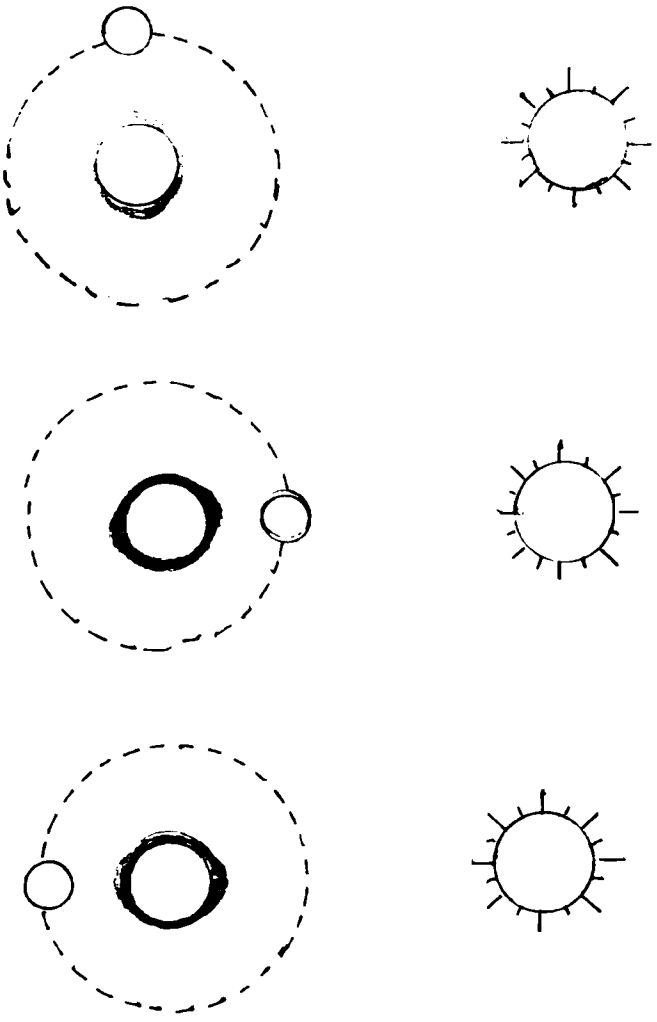
حركة المد والجزر تتأثر بجاذبية كل من الشمس والقمر ، وبالرغم من أن قوة جاذبية الشمس أقوى من جاذبية القمر ، إلا أن تأثير القمر على مياه المحيطات والبحار أقوى من تأثير الشمس نظرا لقرب المسافة بين القمر والأرض مقارنة بين المسافة بين الشمس والأرض. يؤدى ذلك إلى حدوث مدين يوميا ، أحدهما فى اتجاه القمر والآخر فى الجهة المقابلة من الأرض ، وكذلك حدوث جزرين مع المدين ، وعادة لا يتعدى إرتفاع المياه أثناء المد مترا واحدا فى أعماق المحيطات ، لكنه قد يصل فى الإرتفاع إلى عشرين مترا عند رفرف القارات. يتزايد تأثير كل من القمر والشمس على شدة المد عند وجودهما على خط مستقيم مع الأرض.



(شكل 6) : التيارات السطحية لمياه المحيطات خلال شتاء نصف الكرة الشمالى

تؤثر مياه المحيطات والبحار تأثيرا كبيرا على الحالة الجوية ، وينتج هذا التأثير عن ما تحتويه تلك المياه من طاقة ، إستمد معظمها والذى يقدر بحوالى 99 % من الشمس ، وإستمد الباقى من باطن الأرض وتعتبر مياه البحار والمحيطات المخزن الرئيسى للطاقة الواصلة من الشمس حيث تمتص المياه حوالى 46 % من تلك الطاقة التى تدفىء المياه والجو وتسبب الرياح والتيارات المائية ، كما تستخدم معظم تلك الطاقة فى البخر ، ويقدر ذلك بأكثر من 53 % من جملة الطاقة. المياه المتبخرة تتحول إلى سحب ثم تتساقط أمطارا أو جليدا. وأثناء سقوط الأمطار يتبخر جزء من مياهها ، والجزء من المياه المتساقطة على اليابسة يحاول أخذ طريقه ثانية إلى البحار والمحيطات.

تعتبر المحيطات والبحار المصدر الرئيسى للتوسع للحصول على مزيد من المياه العذبة ، وذلك بإزالة ملوحتها ، فحتى عام 1995 كانت على الأرض حوالى 11 ألف وحدة تحلية بطاقة إجمالية 7.4 ألف مليون متر مكعب سنويا. 46 % من مجمل الماء المزال ملوحته كان من نصيب السعودية والكويت والإمارات العربية.



(شكل 7) : تأثير وضع الشمس والقمر بالنسبة للأرض على حركة المد والجزر

الأمطار

تتأثر الطبقات العليا من مياه المحيطات والبحار بأشعة الشمس ... تدفأ المياه... تتبخر كميات كبيرة منها ... تتصاعد أبخرة الماء فى الجو ... يدخل الماء المتبخر إلى الغلاف الجوى فى صورة جزيئات من بخار الماء. هناك حد أقصى لكمية بخار الماء التى يمكن للهواء الجوى الإحتفاظ بها ، وتعرف بدرجة التشبع ، وتختلف قيمتها بإختلاف درجة حرارة الهواء. وعندما يتشبع الهواء الجوى ببخار الماء فإن بخار الماء الزائد يتكثف وينشأ عن ذلك السحب ... تتكاثف مياه السحب المقطرة مكونة قطيرات ماء حول حبيبات دقيقة من الأتربة أو أملاح موجودة بالجو ، أو تصاعدت بفعل الرياح.

(وأرسلنا الرياح لواقح فأنزلنا من السماء ماءا

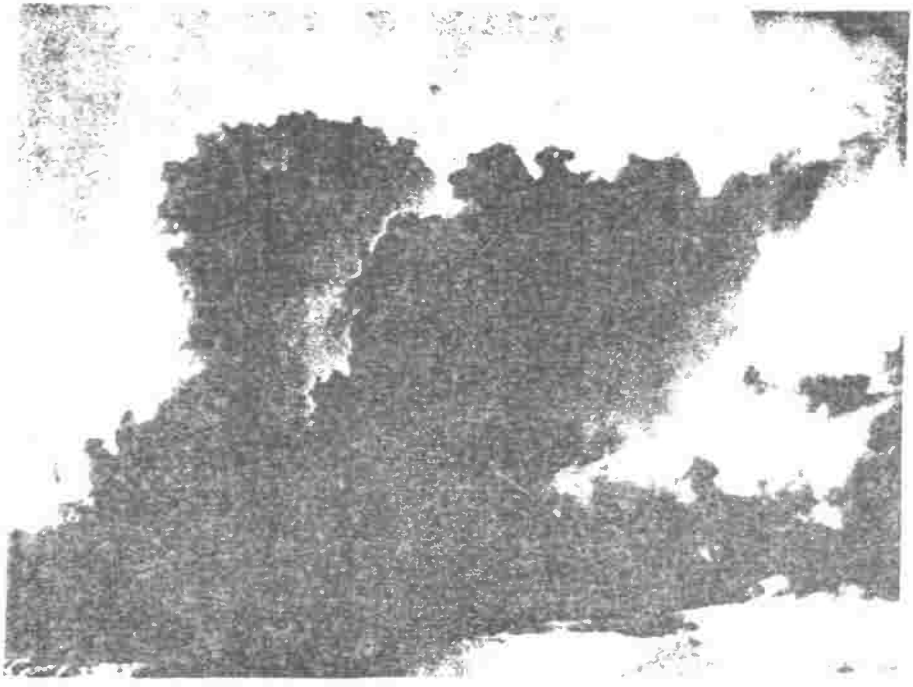
فأسقيناكموه وما أنتم له بخازنين) الحجر

قد تتحول تلك القطيرات المائية تحت ظروف الجو البارد إلى بلورات ثلجية. تتجمع قطيرات الماء أو الثلج وتصبح قطرات أكبر فتسقط أمطارا أو ثلجا ، وقد يكون الأخير فى صورة رقائق ثلجية أو يكون فى صورة كتل تعرف بالبرد.

تنكسر الأشعة الضوئية عند مرورها بماء المطر أثناء تساقطه ، متسببة ، عند توفر ظروف ملائمة ، فى حدوث ظاهرة قوس قزح والتى يظهر بها ألوان الطيف.

تقدر كميات المياه المتبخرة من المحيطات والبحار والمحمولة بالغلاف الجوى بحوالى 13 مليون طن بجانب بضعة ملايين من الأطنان المتبخرة من مسطحات المياه العذبة ، والتى لو سقطت كلها دفعة واحدة على الأرض اليابسة فسوف تغمر كافة الأحياء البرية وتتسبب فى غرقها ، لكن لحسن الحظ فإن معظم مياه الأمطار تسقط فوق المحيطات والبحار. ويقدر الماء المتساقط على اليابسة بحوالى 110 مليون مليون طن سنويا أى بما يعادل 0.3 مليون مليون طن يوميا ، فى حين أن ما

يتبخر من اليابسة حوالى 60 مليون مليون طن يوميا ، وترجع الزيادة إلى بخار الماء الناتج من تبخر البحار والمحيطات والذى يقدر بحوالى 330 مليون مليون طن .



(شكل 8) : تكاثف السحب وتساقط الأمطار

من المعروف أن سقوط الأمطار يتوزع توزيعا غير متكافئ ، فبينما تقاسى بعض المناطق من كثرة وشدة تساقط الأمطار ، نجد أن مناطق أخرى تشكو ندرة الأمطار وشدة الجفاف وقسوة الحياة. وقد أمكن إسقاط أمطار من سحب مارة بمناطق جافة وذلك بنثر بلورات ملح يوديد الفضة أو بلورات ثانى أكسيد كربون متجمد ، بواسطة طائرات ، أو دفع يوديد الفضة إلى الجو فى صورة ضباب

بإستخدام مولدات ضباب. عموما ، فإن الأمطار الصناعية الناتجة كانت مكلفة وكمياتها قليلة. ومن المعروف أن هبوب الرياح يساعد على سقوط الأمطار من السحب.

(الله الذى يرسل الرياح فتثير سحابا فيبسطه فى السماء كيف يشاء

ويجعله كسفا فترى الودق يخرج من خلاله

فإذا أصاب به من يشاء من عباده إذا هم يستبشرون) الروم

أكثر مناطق الكرة الأرضية أمطارا هى المناطق الإستوائية ، ذلك أن الهواء الدافئ يمكنه إمتصاص كمية من بخار الماء أكثر من إمكانية الهواء البارد. كذلك فإن تعامد الشمس كلية أو تقريبا على سطح الماء يتسبب فى حدوث بخر شديد للمياه. يرتفع الهواء الساخن محملا ببخار الماء إلى أعلى حيث يبرد ويتكاثف ويتسبب فى حدوث أمطار شديدة. تحدث تلك الأمطار عادة بعد منتصف النهار. معدل سقوط الأمطار فى تلك المناطق يتراوح ما بين 200 – 400 سم ، وقد تصل فى بعض الجهات إلى ما يزيد عن 1000 سم ، وهذا المعدل يعادل ضعف إلى أربعة أضعاف معدلات الأمطار المتساقطة فى غرب أوربا.

تتسبب الأمطار الغزيرة المتساقطة فى المناطق الإستوائية فى وجود الأدغال التى يصعب إختراقها ، لكثافة نمو ما بها من أشجار متزاحمة ، تنمو بينها وعليها نباتات متسلقة ونباتات سرخسية عملاقة ونباتات متطفلة ، ينمو بعضها فوق بعض. تشاهد مثل هذه الأدغال فى مناطق إستوائية عديدة منها البرازيل والساحل الشرقى لأمريكا الوسطى وغرب ووسط إفريقيا والساحل الغربى للهند وإندونيسيا وغيرها.

سقوط الأمطار هو نعمة من نعم الله علينا ، لكنه قد يكون نقمة عند البعض ، وذلك عند تزايد سقوطها عن الحد الذى تقبله الأرض ، عندئذ تحدث الكارثة ، فبدلا من أن تستفيد النباتات المنزرعة من الماء فإنه يهلكها من تراكمه فوق سطح التربة، فيضيع تعب المزارع سدى. وقد تجرى تجمعات المياه المتساقطة فى المناطق المرتفعة حول شعب الجبل متدفقة بشدة فى مجارى السيول ، وقد تمر فى طريقها بقرى فتهدم من المساكن ما لا يتحمله السيل وتغرق من الاهالى من لا يستطيع الهروب ، وقد تندفع إلى الأراضى المزروعة فتهلك الزرع وتغرق الأغنام والماشية. ونذكر فى هذا المجال ما حدث فى نوفمبر سنة 1994 من سيول مرت ببعض قرى أسيوط وسوهاج بمصر وتسببت فى حدوث خسائر فادحة.

حوالى 65 % من الماء المتساقط من الجو يعود ثانية إلى الجو بالبخر ، والباقى يقدر بحوالى 40 مليون مليون طن من الماء المتساقط على اليابسة يجرى أنهارا سطحية وفى جوف الأرض. هذا ويعتبر الفرق بالزيادة بين كمية الأمطار المتساقطة على منطقة ما باليابسة وكمية الفقد بالبخر من المسطحات المائية أو بالنتح من النباتات فى تلك المنطقة ، هو الماء العذب القابل للإستخدام.

لا تتناقص مياه البحار والمحيطات بالتبخير المستمر فى مياهها ، إذ أنها تستعيد بدلا من الفاقد منها مياها عذبة تأتيها من الأمطار التى تتساقط عليها ، كما تستقبل مياها عذبة أخرى من الأنهار التى تصب فيها ، كذلك فإن بعض المياه الجوفية قد ينتهى بها المطاف عند المحيطات والبحار.

جدول 1

توزيع المياه بالكرة الأرضية

نوع المياه	نسبة وجودها (%)	كميتها (متر مكعب)
مياه أنهار عذبة	0.0001	10×1^{12}
ماء فى الجو	0.001	10×13^{12}
مياه بحيرات عذبة	0.009	10×125^{12}
مياه جوفية	0.619	10×8407^{12}
مياه عذبة متجمدة	2.136	10×29^{15}
مياه بحيرات مالحة	0.008	10×104^{12}
مياه البحار و المحيطات	97.227	10×1320^{15}

الأنهار

تبخرت مياه البحار والمحيطات المالحة والبحيرات ، كما تبخرت المياه السطحية العذبة ... تكثفت المياه المقطرة فى السحب ... تساقطت من السحب مياه عذبة ... إرتوت الأرض ... أنبتت البذور وعمت الخضرة سطح الأرض ... إرتوت الحيوانات العطشى وشربنا ماءا فراتا. ما فاض من الماء تخلل فى باطن الأرض حيث حفظ لجيلنا أو لأجيال قادمة ، وما سقط على الجبال

(شكل 9) : حيث تجرى الأنهار تعم الخضرة وتزدهر الحياة

إتخذ له شعبا تجرى فيها مياه السيول ... تقابلت الشعب وكونت جداول ماء ، وتقابلت الجداول وكونت روافد وتقابلت الروافد لتكون أنهارا. خلال رحلة المياه من منابعها فى المرتفعات إلى مصبها أو مصابتها والتى غالبا ما تكون فى البحار أو المحيطات ، تشق لها طرقا فى الأرض ، تتكون على مر السنين. تلك الطرق ليست مستقيمة ولكنها عادة ما تكون متعرجة ، ذلك ان المياه فى حركتها تتجه من الأراضى المرتفعة إلى الأراضى المنخفضة متحاشية فى طريقها المناطق المرتفعة ذات الصخور الصلبة وتفضل فى طريقها الأراضى الخفيفة والتى يسهل على الماء جرفها وشق طرقها فيها.

يحمل الماء معه خلال رحلته والتى قد تصل لبضعة آلاف من الكيلومترات * فتات الصخور التى جرفها من جبال المنبع أو أثناء سيره السريع وشق طرق له. ترسب بعض فتات الصخور أثناء هدوء سير الماء. ويبدأ الترسيب بالكتل الكبيرة ثم الأصغر فالأصغر ، مغيرة بذلك طبيعة الأراضى التى ترسبت فيها فتات الصخور الرسوبية المنقولة ، ويستمر الماء فى مسيرته ليلبى متطلبات الكائنات الحية نباتية وحيوانية وميكروبية فى مناطق بعيدة عن مناطق المنبع حيث تساقطت الأمطار.

بإزدياد سكان الأرض وإزدياد الطلب على مياه الأنهار ، خاصة فى المناطق الجافة ، تدخل الإنسان فى خط سير مجارى الأنهار الطبيعية ، فى المحاولة للإستفادة من أكبر كمية من مياهها العذبة وتحويل مسارها إلى حيث توجد حاجة ملحة إلى مياه عذبة ، والحد من وصول تلك المياه إلى البحار والمحيطات. لهذا أقيمت الحواجز والقناطر والسدود لتخزين مياه الأنهار ، كما حولت مجارى بعض الأنهار وأضيفت مجارى مائية جديدة بشق ترع فى أراضى بعيدة عن مجرى النهر

* يصل طول نهر النيل ، أطول أنهار العالم 6690 كيلومترات ، ويجرى فى شمال إفريقيا من الجنوب إلى الشمال حيث يصب فى البحر الأبيض المتوسط ، يليه فى ذلك نهر الأمازون الذى يصل طوله إلى 6280 كيلومترا ، ويجرى فى أمريكا الجنوبية من الغرب إلى الشرق حيث يصب فى المحيط الأطلسى.

الطبيعى ، تأخذ مياهها عادة من الماء المخزن خلف القناطر أو السدود ، فتصل مياه النهر إلى أراضى كان من الصعوبة زراعتها. إرتفعت أعداد الخزانات الجديدة ، وهى التى يزيد إرتفاعها عن 15 مترا ، والمقامة على مجارى المياه من حوالى 5000 خزان سنة 1950 الى حوالى 38000 خزان سنة 1993. تسببت حواجز الأنهار فى تقليل سرعة سريان الماء ، وأدى ذلك الى ترسيب ما تحمله تلك الأنهار من غرين ، وقد يحدث ذلك فى أماكن ليست فى حاجة إليه وحرمان أراض أخرى من الغرين المفيد لها. وفى هذا المجال نذكر الشكوى التى أثيرت فى مصر عقب إقامة السد العالى على نهر النيل خلف قناطر أسوان * حيث تسبب السد فى تجمع غرين الماء القادم من جبال أثيوبيا وترسيبه فى البحيرة الكبيرة الجديدة التى تمتد طولا لحوالى 640 كيلو مترا جنوب السد ، وحرمت فى نفس الوقت من ذلك الغرين الأراضى الزراعية التى تروى من مياه النيل شمال السد ، وخاصة تلك التى كانت تروى بطريقة الحياض. ترسيب الغرين فى بحيرة السد سيتسبب مع الزمن فى إنخفاض الطاقة التخزينية لبحيرة السد. كان النيل ينقل سنويا 110 مليون طن غرين من مرتفعات الحبشة منذ آلاف السنين ، 90 % من هذا الغرين كان يصب فى البحر ويساهم فى تكوين دلتا النيل ، والباقى كان يترسب على الأراضى عند غمرها. وقد وقف نمو وإمتداد الدلتا منذ أكثر من قرن عقب بناء أول القناطر على النيل ، وبدأت الدلتا فى التراجع منذ إتمام السد العالى. تسبب حجب مياه النيل المحملة بالغرين عن الوصول إلى البحر فى إنخفاض محصول السردين فى شرق البحر الأبيض المتوسط بحوالى 80 %.

---

* يصل طول السد العالى حوالى خمسة كيلومترات ، وإرتفاعه 111 متر فى مجرى النهر و 40-50 مترا على شاطئيه ، وإستخدم فى بنائه 42.5 مليون كيلو متر مكعب من حجر الجرانيت والرمل تعادل 17 ضعف أحجار الهرم الأكبر وتبلغ مساحة بحيرة السد حوالى 3000 كيلو متر مربع وتحجز من المياه حوالى 120 مليار متر مكعب.

رغم الأضرار الناشئة عن إنشاء السد العالى ، إلا أن فوائده التى عادت على مصر تزيد عن أضراره ، فقد ساعد على التوسع فى إستصلاح أراضى جديدة وزيادة الرقعة الزراعية ، كما أدى إلى إنتظام وصول ماء الرى إلى الأراضى المنزرعة ، كما حمى مخزون المياه خلف السد ، مصر ، من سنين الجفاف التى مرت على إفريقيا خلال الثمانينات من هذا القرن ، والتى تسببت فى إزدياد التصحر وحدوث المجاعات فى بعض الدول ألإفريقية. وبالإضافة إلى ما سبق فقد تم توليد طاقة كهربائية من مياهه المتساقطة أمام السد ، وتقدر تلك الطاقة بحوالى 2 مليون كيلوات. وبالنسبة لترسيب الطمى فى بحيرة السد العالى وحرمان الأراضى الزراعية منه وكذلك فى إضراره بالطاقة التخزينية للبحيرة على مر السنين ، فتجرى الدراسات للتوصل إلى طريقة لنقل هذا الطمى من بحيرة السد إلى مجرى النيل شمال السد.

ينتهى مسار الأنهار الطبيعى غالبا عند البحار أو المحيطات حيث تصب مياهها. وما تبقى فيها من فتات الصخور التى جرفتها من منابعها وأثناء سيرها السريع. تتجمع تلك الترسيبات سنة بعد أخرى وبمرور الزمن تتكون دلتا الأنهار والتى تعتبر من أخصب الأراضى.

فى مصر تكونت دلتا النيل ، والتى كان موقعها يوما ما جزءا من البحر الأبيض المتوسط ، من صخور جبال أثيوبيا التى جرفتها الأمطار السنوية الشديدة وتيارات المياه القوية فى الفترة من نهاية شهر مايو وحتى منتصف سبتمبر من كل عام عبر رافد النيل الأزرق حاملة معها تراب جبال أثيوبيا الحمراء مارة بالسودان ومصر.

قدر بوجه عام أن سبعة عشر بليونا من الأطنان من نواتج نحر الأراضى تذهب سنويا عبر الأنهار إلى مياه البحار والمحيطات ، أربعة بلايين منها فى حالة ذوبان وثلاثة عشر بليونا فى حالة رسوبيات.

البحيرات

البحيرات هى مسطحات مائية تحاط بأرض يابسة من جميع الجهات. نشأت البحيرات قديما فى المناطق المنخفضة التى نتجت عن الإضطرابات الأرضية ، من نشاطات بركانية وزلزالية. تجمعت فى تلك المنخفضات مياه الأمطار أو صبت فيها مجارى السيول أو الأنهار او نشعت فيها مياه جوفية. مياه البحيرات فى الأصل عذبة وغالبا ما حافظت على عذوبيتها ، إلا أنه فى بعض الحالات وفى المناطق الجافة أو التى تميل إلى الجفاف أصبحت مياه بعض البحيرات مالحة نتيجة لإرتفاع معدلات التبخر بها ، وكثيرا ما تسمى البحيرات المالحة الكبيرة بحارا ومنها بحر قزوين Caspian sea الذى يقع فى غرب آسيا ويعتبر أكبر بحيرات العالم وتقدر مساحته بحوالى 373 ألف كيلومتر مربع. ومن البحيرات المالحة البحر الميت Dead sea والذى يوجد غرب الأردن ويصب فيه نهر الأردن ، وقد عرف بالبحر الميت نظرا لإنعدام الحياة فيه ، سواء النباتية أو الحيوانية ، ويرجع ذلك لإرتفاع نسبة الملوحة به إلى حوالى 35 % والتى تعتبر مرتفعة جدا إذا ما قورنت بمياه البحار والمحيطات التى تقدر ملوحتها بحوالى 3.5 %. مستوى البحر الميت يقع تحت مستوى سطح البحر بحوالى 394 مترا.

من البحيرات ذات المياه العذبة بحيرة فيكتوريا ، وهى ثالث أكبر بحيرة فى العالم وأكبر بحيرة عذبة عالميا ، مساحتها 69490 كيلومتر مربع ، وتقع فى المنطقة الإستوائية بإفريقيا فى أوغندة ، وتنبع منها مياه النيل الأبيض ، أحد روافد النيل.

نشأت كثير من البحيرات حديثا عقب إقامة سدود فى مجارى تلك الأنهار والتى تسببت فى تجمع المياه خلف السدود. ومن أحدث تلك البحيرات ، البحيرة التى نشأت خلف السد العالى وإمتدت جنوبا لحوالى 640 كيلومتر.

قد تكون البحيرات صغيرة وتسمى برك وقد تكون ضحلة تنمو بها كثير من الأعشاب وتعتبر مستنقعات.

مخزون المياه العذبة بالبحيرات يزيد عن المياه العذبة بالأنهار حيث يقدر مخزون البحيرات من المياه العذبة فى العالم بحوالى 125 ألف كيلومتر مكعب ، كما تحتوى البحيرات المالحة على حوالى 104 ألف كيلومتر مكعب من المياه المالحة.

المياه الجوفية

تتشرب مسام الأرض وشقوقها كثيرا من مياه الأمطار أو من الماء الجارى بالأنهار وكذلك من مياه البحيرات. قد تتخلل تلك المياه فى العمق إلى مسافات بعيدة فى قشرة الأرض. أحيانا تتجمع المياه الجوفية فوق طبقات صماء لا تسمح للمياه بالمرور خلالها فتتكون أحواض مائية فى باطن الأرض. وقد تكون المياه الجوفية المحصورة محاطة بطبقة صماء أخرى أعلى الحوض المائى فلا يسهل الوصول إليها إلا إذا وجدت بالطبقة الصماء العليا مناطق مسامية أو أمكن إحداث ثقوب بها.

(وأنزلنا من السماء ماء بقدر فأسكناه فى الأرض

وإنا على ذهاب به لقادرون) المؤمنون

منذ وجد الإنسان على الأرض ، ركز أهم إهتماماته فى البحث عن الماء ، فإذا وجده سكن وإستقر بالقرب منه ، وإذا لم يجد كفايته منه تنقل بحثا عنه ، وإذا لم يجد المياه ظاهرة على سطح الأرض بحث عنها فى باطن الأرض. قد يضطر الإنسان إلى الحفر فى باطن الأرض للوصول إلى المياه الجوفية ، والتى قد تكون قريبة من سطح الأرض ، وقد تكون عميقة ، فيستخدم للوصول إلى المياه العميقة آلات الحفر العميق كالتى تستخدم حاليا للوصول إلى طبقات البترول والتى تعرف بالآبار الإرتوازية.

الأنهار

تبخرت مياه البحار والمحيطات المالحة والبحيرات ، كما تبخرت المياه السطحية العذبة ... تكثفت المياه المقطرة فى السحب ... تساقطت من السحب مياه عذبة ... إرتوت الأرض ... أنبتت البذور وعمت الخضرة سطح الأرض ... إرتوت الحيوانات العطشى وشربنا ماءا فراتا. ما فاض من الماء تخلل فى باطن الأرض حيث حفظ لجيلنا أو لأجيال قادمة ، وما سقط على الجبال

(شكل 9) : حيث تجرى الأنهار تعم الخضرة وتزدهر الحياة

المياه الجوفية قد تكون جارية متجددة وقد تكون محصورة ساكنة وغير متجددة. المياه المتجددة هى التى تحافظ على منسوبها رغم السحب المستمر منها ، تتجدد تلك المياه من الأمطار التى قد تسقط فى مناطقها أو من منابع بعيدة كمنابع الأنهار الا أنها تجرى عميقة تحت سطح التربة. أما المياه غير المتجددة فهى مياه محصورة تجمعت منذ قرون سابقة خلال عصور مطيرة وغير متصلة بمنابع حديثة وتمتاز تلك المياه بإرتفاع حرارتها وإحتوائها على غازات وأملاح ذائبة تزيد عن ما تحتويه المياه المتجددة ، وهذه المياه تتناقص مناسيبها بالإستهلاك المستمر منها.

توجد المياه الجوفية بكميات أكبر بكثير من المياه العذبة السطحية الصالحة للشرب فى العالم. تمثل المياه الجوفية 98.4 % من مجموع المياه العذبة الصالحة للشرب ، فى حين أن الباقى وهو حوالى 1.6 % من مجموع المياه العذبة تشمل مياه الأنهار والبحيرات العذبة وبخار الماء والسحب الموجودة فى الغلاف الجوى. بالنسبة لمجموع المياه الموجودة بالكرة الأرضية فإن المياه الجوفية تمثل 0.625 % من مجموع المياه الكلية عذبة ومالحة.

عموما ، فإن غالبية المياه الجوفية تكون شبكة من مجارى مائية تتفرع إلى ملايين الخطوط المائية ، تسير فى هدوء وصمت دون أن نراها ، لكننا نشعر بوجودها عندما نجد الأشجار والأعشاب نامية فى أرض جافة وجو غير ممطر قليل الرطوبة. إن جذور تلك النباتات النامية فى الأراضى الجافة تنمو جذورها متعمقة فى التربة حتى تصل إلى حيث يوجد الماء ، فترتوى منه وتنمو وتخضر وتثمر. وقد وجد أن تلك النباتات تحتاج من 250 – 1000 جم من الماء لتكون جراما واحدا من الأنسجة.

سكان الأرض

لعل أول ما يخطر ببالنا عند الحديث عن سكان الأرض ، من هم ؟ أن نقول إنهم نحن ذرية آدم وحواء . الذين إنتشروا في الأرض وعمروها ... من المناطق الحارة الإستوائية وحتى المناطق الباردة القطبية ... ومن المناطق الصحراوية الجافة إلى الأدغال والغابات الشديدة الأمطار ... حتى البحار والمحيطات ، فقد غزاها الإنسان بقواربهم وبواخرهم وغواصاتهم ... وكذلك في الأجواء المرتفعة والفضاء الخارجي ، فقد طارت فيها بالوناتهم وطائراتهم وإنطلقت فيها صواريخهم وسفنهم الفضائية ، وإستقرت بها أقمارهم الصناعية وإنتشرت فيها الموجات الإذاعية والتليفزيونية التي بنوها ، وقد قدرت أعداد سكان الأرض من الإنس بحوالي ستة بلايين نسمة عند مطلع القرن الواحد والعشرين .

نحن لا ننفرد في السكنى بهذه الأرض ، فمعنا الكثير ، والواقع يقول أننا أحدث سكان الأرض إستعماراً لها ، لكننا أكثرهم سيادة على باقي سكانها وأقواهم وأوسعهم إستعماراً للأرض وأشدهم إستغلالاً لها وإستفادة منها . إننا نمثل نوعاً واحداً من بين ما يزيد على مليون و 350 ألف نوع من أنواع الأحياء النباتية والحيوانية المعروفة . صحيح أن الحياة بدأت في مياه المحيطات بسيطة غير متنوعة ، إلا أنها تنوعت بمرور الأزمنة فأصبح منها البسيط ومنها المعقد ... ومنها النبات ومنها الحيوان . إنتشرت الحياة فعمت كافة البيئات ... الكثير يقطن المياه المالحة ... والبعض يفضل المياه العذبة ... والبعض يعيش في اليابسة ... والقليل يعيش بعض وقته طائراً في الجو أو معلقاً في الهواء ، فقد وجدت بعض الجراثيم الفطرية معلقة في الهواء على إرتفاعات تزيد عن 4000 متر فوق سطح الأرض ، لكن كافة الأحياء تعتمد في حياتها على الماء ، لا تستطيع عنه إستغناءاً ... تزداد الأحياء وتتنوع عندما تتوفر المياه ، ويندر وجودها وتتحدد أنواعها حيثما يشح الماء .

لكل بيئة على الأرض أحياؤها ، ففى المياه المالحة نجد أن قاطنى الشواطئ يختلفون عن قاطنى رفوف القارت ، وهؤلاء وهؤلاء يختلفون عن قاطنى المياه العميقة ، فلكل عمق كائناته التى تميزه ، فمنها ما يمكنه تحمل الضغوط العالية فيستطيع المعيشة فى قيعان المحيطات حيث الضغط شديد الإرتفاع وحيث الظلام يعد المكان ... لا فرق بين ليل أو نهار ، ومنهم من لا يستطيع المعيشة إلا قريباً من السطح حيث الضغط منخفض وضوء النهار متوفر . وفى المياه العذبة نجد أن أحياء المياه الجارية يختلفون عن أحياء البحيرات العميقة ، وتلك تختلف عن أحياء المستنقعات ، والأخيرة تختلف عن أحياء الأراضى الغدقة .

أحياء اليابسة تختلف كثيرا عن أحياء الماء ، كما تختلف حسب نوعية تلك الأراضى ودرجة رطوبتها ومقدار ما تستقبله من مياه ، سواء مطرية أو نهرية أو جوفية . وفى جميع الأحوال نجد أن عوامل أخرى بجانب مدى توفر الماء تعمل على تحديد مدى حموضة تربتها ومقدار إرتفاعها أو إنخفاضها عن سطح الأرض .

عموما ، فإنه فى كافة أجزاء الكرة الأرضية التى يصلها من الماء ، قليله أو كثيره ، نجد أن تكشف الحياة يعتمد على وجود بذور أو بيض أو جراثيم أو غير ذلك من وسائل التكاثر النباتى أو الحيوانى ، فى حالة من الحيوية تسمح لها بتجديد الحياة، والتى قد تحملها الرياح أو الطيور أو الحشرات أو غير ذلك من الأحياء ، فكثيرا ما نشاهد فى أرض تبدو للوهلة الأولى أنها جرداء خالية من الحياة ، حتى إذا ما سقطت عليها مياه الأمطار وكونت بها بركا صغيرة ، دبت بها الحياة فنمت بها الطحالب . ونبتت حولها الأعشاب وظهرت فوق مياهها الساكنة سحب من حشرات الناموس والذباب وغيرهما من الهوام .

(والله الذى أرسل الرياح فتثير سحابا فسقناه إلى بلد ميت

فأحيينا به الأرض بعد موتها كذلك النشور) فاطر

بعض الحيوانات جمعت بين حياة الماء وحياة اليابسة وتعرف بالبرمائيات amphibians ومنها الضفادع ، وكذلك بعض الحشرات مثل الناموس. وفى كلتا الحالتين نجد أن الأطوار الأولى للنمو تتم فى الماء والأطوار الأخيرة تكون فى البر ، فالضفادع تضع بيضها فى الماء الذى يفقس ويعطى طور النمو المعروف بأبى ذنيبة والذى يتنفس بالخياشيم كغيره من حيوانات الماء . ينمو أبو ذنيبة ويتحول الى ضفدعة بالغة تتنفس الهواء الجوى بواسطة رئتين ، وفى نفس الوقت تنتقل من حياة الماء إلى حياة اليابسة ، لكنها تبقى قريبة من الماء ، إذ أن جلدها حساس للجفاف ويحتاج إلى ترطيبه بالماء بصفة مستمرة. أما حشرة الناموس فإنها تضع بيضها فى الماء. يفقس البيض معطياً الطور اليرقى الذى يطفو أسفل سطح الماء ومتعلقاً به ، ثم يتحول بعد تمام نضجه إلى الحشرة الكاملة المجنحة والتى تطير فى الهواء وتحط إناثها على الإنسان لتمتص غذاءها من دمه.

تقدر أعداد أحياء الأرض بما يزيد عن مليون نوع حيوانى وحوالى 350 ألف نوع نباتى ، يسكن معظمها المياه ، وتعتمد كثير من الدول فى مصادر تغذيتها على أنواع من أحياء البحار وبخاصة الأسماك وبعض القشريات والأصداف كمصادر بروتينية هامة ، كما تعتمد بعض الشعوب على بعض أنواع من نباتات بحرية فى غذائها.