المبحث الثاني
التجوية

تعرف التجوية على أنها تفكك وانحلال الصخور في مكان معين وهي تسمية تشمل مجموعة من العمليات ذات فعل واحد قرب سطح الأرض[1] ، كما وينظر أيضا على انها عمليات معقدة متداخلة ليست مستقلة بل ترتبط بكثير من العمليات والعوامل الجيومورفولوجية الأخرى ولكنها في الوقت نفسه تمثل الخطوة الأولى التي تمهد لهذه العمليات كالحت والترسيب والانهيارات الأرضية[2] ، لاحظ الشكل (58) .

الشكل(58) التجوية

وتلعب المياه دورا كبيرا في التجوية من خلال ما تحدثه من ضعف في جسم الصخر وبالتالي الى تفتته وتحلله وهو في موضعه ، اذ ان لها القدرة على زيادة حجمه ونقصانه

(1) Willam .D.Thornbury, , Op.Cit „ p.36.

(2) حسن رمضان سلامة،أصول الجيومورفولوجيا،دار المسيرة للنشر والتوزيع ، عمان ، 2004 ، ص 108 .

بالتمدد والتقلص بزيادة الحرارة وقلتها ، كما يمتاز الماء بقدرته على التفاعل الكيميائي[1] ، ولذلك فان له أهمية كبيرة في التجوية الكيميائية والتي تظهر في ثلاثة جوانب[2] ، وهي كالآتي :

أولا: عملية التميؤ :

يقصد بها اتحاد الماء او بخاره مع بعض العناصر التي تتألف منها معادن الصخور فتكبر وتتمدد ، وينشأ عن هذا التمدد ضغوط تؤثر في الصخر ، وتعمل على إضعافه وتفككه ، ومن المعادن التي تقبل التميؤ معدن انهيدريت **Anhydrite** (كبريتات كالسيوم) فيتحول باتحاد الماء الى جبس .

ثانيا: الإذابة البسيطة :

هي المعادن التي تقبل الذوبان العادي في الماء كالملح الصخري ، وهذه المعادن قليلة للغاية ، وهي في الوقت نفسه لا تدخل في تركيب الصخور إلا نادراً ، لذلك فإن الإذابة البسيطة ليست شائعة الحدوث في الطبيعة ، ومع هذا فقد تكون ذات أهمية خاصة في بعض المناطق التي يكثر فيها وجود صخور ملحية .

ثالثا: عملية الكربنة أو الإذابة بمساعدة الحوامض :

هي مهمة في التحليل الكيميائي للصخور الجيرية والدولوميتية الواسعة الانتشار على سطح الأرض . والذي يؤدي الى هذه العملية هو مياه الأمطار تذيب بعضاً من غاز ثاني اوكسيد الكربون الموجود في الجو ، فتتحول المياه الى حامض كربونيك مخفف ، وهذا الحامض له القدرة على إذابة كربونات الكالسيوم ، وهذه تقبل الذوبان في الماء ، ومن ثم تذوب وتتحول الى محلول مائي يضاف الى المياه الأرضية . وبيكربونات الكالسيوم في الواقع غير ثابتة اذ انها قد تترسب فيما بعد مكونة ما يعرف بالتوفا الكلسية . ويؤثر الماء العادي في تحلل بعض معادن الصخور النارية كالفلسبارات ، وهي مجموعة من المعادن

---

(1) آر. جي. كولي، دور الماء في تحلل الصخر ، في كتاب الماء والأرض والإنسان ، تأليف آر.جي باري ، آر. بي بكنسيل، ام ، أي كارسون وآخرون ،ج1 ، ترجمة وفيق حسين الخشاب، مطبعة جامعة بغداد ، 1978 ، ص ص 196-199 .

(2) جود حسنين جودة ، معالم سطح الأرض ، مصدر سابق ، ص ص 288-289 .

المهمة التي تدخل في تركيبها . فهو يتفاعل مع الاورثوكلاس (فلسبار بوتاسي) ويؤدي الى تكوين ايدروكسيد بوتاسيوم وحامض سليكات الألمنيوم . والأخير غير ثابت اذ يتحلل مكوناً معادن صلصالية وسليكات غروية . ويزداد التفاعل بوجود ثاني اوكسيد الكربون ، وهو متوفر في الجو .

وهذا يتفاعل مع ايدروكسيد البوتاسيوم منتجاً لكربونات بوتاسيوم وماء ، وبالمحصلة النهائية فإن الصخر يتحول بالكربنة والإذابة من حالة الاندماج والصلابة الى حالة من التفكك والتحلل يسهل معها بعد ذلك اكتساحه وإزالته .

وبذلك تهتز الأرض بما يحدث عليها من تفاعلات كيميائية بعمليات التميؤ والإذابة البسيطة وعملية الكربنة ، كما ان لعملية التجوية التي تصيب الأرض بفعل الماء المترل من السماء لها أهمية في تشكيل سطح الأرض والتي تتضح في أربعة جوانب أساسية وهي كالآتي[1] :

1- تعد التجوية عملية مساعدة للنحت والانهيار الأرضي :

اذ تعمل عمليات التجوية المختلفة سواء كانت ميكانيكية أم كيميائية على إضعاف التماسك الصخري وعلى تفتيت صخور وقشرة الأرض او تحليلها وذلك لأعماق تتفاوت من مكان الى آخر ، فقد يزيد سمك الطبقة السطحية المفككة من قشرة الأرض Zone of Weathering على المائة قدم كما هي الحال في بعض المناطق المدارية المطيرة ، وقد يقل عن هذا بكثير في المناطق الجافة .

2- تؤثر التجوية في نحت سطح الأرض وتخفيضه :

ان عوامل النحت المختلفة من هواء الى مياه جارية الى جليد يعظم نحتها لصخور قشرة الأرض اذا كانت هذه الصخور قد تعرضت أولاً لعملية التجوية ، كما ان عمليات الانهيار الأرضي لا يمكن هي الأخرى ان تتم إلا اذا كانت الصخور الأصلية لسفوح الجبال والمنحدرات قد تعرضت للتفكك والتحلل مما يسهل معه انحدارها بفعل الجاذبية الأرضية ، وفي المناطق التي تتكون من صخور من النوع الذي يشتد تأثيره بعمليات التجوية

---

(1) محمد صفي الدين ابو العز ، قشرة الأرض : دراسة جيومورفولوجية ، دار غريب للطباعة ، القاهرة ، 1976 ، ص ص 127-131 .

الكيمياوية " الإذابة " كالصخر الجيري او الدولوميات او الجبس لابد ان ينجم عن تعرض مثل هذه الصخور لعملية الإذابة ، انخفاض سطح الأرض على نطاق واسع .

3- تساهم التجوية في تكوين وتشكيل الصور التضاريسية :

اذ تعمل التجوية على تكوين الفجوات والحفر على سطح الأرض ، ويكثر وجود الحفر بصفة خاصة في المناطق ذات التكوينات الجيرية وقد توجد أحياناً في الصخور الجرانيتية ، وتتراوح أقطار هذه الحفر بين 40/10 قدماً ، ويكثر وجودها بصفة خاصة في المناطق المسطحة ، ومما يساعد على تكوين مثل هذه الحفر وجود بعض النباتات الفطرية والطحلبية التي لها القدرة على الاحتفاظ بالرطوبة وعلى إضافة ثاني اوكسيد الكربون ، كما تساهم عملية التجوية المتغايرة في تغير معالم بعض المظاهر التضاريسية البارزة كالأعمدة ، وبعض الكتل الجبلية المنفردة التي تتألف من طبقات متفاوتة في صلابتها ، وتتكون إزاء هذا بعض المتراكمات الصخرية التي تتخذ أشكالاً غريبة تعمل على حماية الطبقات الصخرية الأكثر ليونة التي توجد تحتها .

4- أهمية التجوية في تكوين التربة :

بما ان التجوية تعمل على تفتت وتحلل الصخر فمن الطبيعي ان ينتج عن ذلك تكوين المواد الأساسية التي تنشأ منها الترب[1] . وقد أمكن في ضوء الدراسات الحديثة التأكد من ان النباتات تعد من العوامل الحيوية التي تؤثر في التجوية الآلية لأنها عندما تمد بجذورها بعمق في الصخور المختلفة سواء منها ما يوجد تحت التربة او ما هو ظاهر على السطح فإنها تضعف هذه الصخور وتعمل على تفككها ، وكلما كانت النباتات من نوع الأشجار او الشجيرات التي تتميز بجذورها الخشبية القوية كان لها اثر اكبر في التجوية الآلية ، فبالإضافة الى إضعافها للصخور وتفكيكها لها ، فإنها تعمل على توسيع الشقوق والمفاصل الموجودة فيها فتزيد من تعرضها لعوامل التعرية ولعوامل التجوية في الوقت نفسه[2] ، وبذلك ندرك مدى التشقق الهائل الذي تقوم به النباتات في تجويتها للصخور.

---

(1) للمزيد من التفاصيل حول أهمية التجوية في تكوين التربة انظر : خلف حسين الدليمي ، الجيومورفولوجيا التطبيقية (علم لشكل الأرض التطبيقي) ، الأهلية للنشر والتوزيع ، الأردن ، 2001 ، ص 84 .

(2) عبد العزيز طريح شرف ، الجغرافيا الطبيعية ، (أشكال سطح الأرض) ، مصدر سابق ، ص 263 .

المبحث الثالث
التعرية

تعمل المياه السطحية والمياه الجوفية والرياح على حدوث التعرية من خلال ماتقوم به من نقل المفتتات الصخرية ، ويتضح كلاً منها في ضوء الآتي :

أولا: المياه السطحية :

يشكل سطح الأرض القاعدة المشتركة التي تستوطنها الكائنات الحية ، النباتية والحيوانية ، ومن ضمنها الإنسان (الغلاف الحيوي) ، وان أي تغير يحدث لسطح الأرض ينعكس تأثيره على أشكال الحياة السائدة[1] ، ويعد الماء من العوامل السطحية المؤثرة بشكل كبير على تشكيل سطح الأرض خاصة الأنهار ، التي تعد أكثر العمليات الجيومورفولوجية انتشاراً وأكثرها أهمية في التأثير في سطح الأرض وتغيير مظاهره[2] ،[3] ، ويطلق على عوامل النحت والنقل والإرساب اسم عوامل التعرية السطحية المتحركة ، إذ لا تقتصر مهمة هذه العوامل على تفتيت الصخور وتحللها فقط ، وإنما تستطيع ايضا حمل ونقل المفتتات الصخرية الصغيرة والكبيرة من مكان لآخر قد يبعد مئات الكيلومترات . واهم هذه العوامل المتحركة هي الماء[4] ، وتتضح عوامل التعرية السطحية في ضوء الآتي :

- **النحت :**

تتفكك الصخور التي تتألف منها قشرة الأرض بإحدى الطريقتين :

الأولى : ان تتحلل العناصر المختلفة التي تتألف منها تلك الصخور ، ويزول بعضها، ويتخلف البعض الآخر ، ويعرف ذلك بالطريقة الكيميائية .

الثانية : ان تفكك الصخور ، دون ان يصيب العناصر التي تتألف منها أي تغير كيميائي ، ويعرف هذا بالطريقة الميكانيكية .

---

(1) تغلب جرجيس داود ، علم أشكال سطح الأرض التطبيقي، الدار الجامعية للطباعة،بغداد ، 2002 ، ص 30 .

(2) علي عنانزة ، دراسات في الجيومورفولوجيا ، مطبعة عبد الله ، البحرين ، 2008 ، ص 88 .

(3) فتحي محمد الشرقاوي ، أسس علم الجيمورفولوجيا " دراسة أشكال سطح الأرض " ، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر ، الإسكندرية ، 2010 ، ص 113 .

(4) فتحي عبد العزيز ابو راضي ، الأصول العامة في الجيومورفولوجيا (علم دراسة أشكال يابس سطح الأرض) ، دار النهضة العربية ، بيروت ، 2004 ، ص 248 .

ويندر ان تتفكك الصخور بإحدى هاتين الطريقتين ، دون ان تتأثر بالطريقة الأخـــرى في الوقت نفسه ، لأن الطريقتين كلتيهما تتعاون معاً في العمل ، ويعمل كل منهما بنصيب في تفكيك الصخور ، وقد تكون الظروف في جهة من جهات العالم أكثر ملائمة لإحـــدى هاتين الطريقتين دون الأخرى فيعظم نشاط هذه الطريقة ، ويظهـــر عملـــها ، ويغلـــب أثرها[1]، وبعد ان تحدث عملية التجوية – كعملية أولى في الهدم – يظهر أثرها في الصخور وتعدها للنقل تبدأ عملية النحت والنقل (عمليات الإزالـــة) Degredation عملـــها ، وليس من الضروري ان يكون هذا بصورة فورية[2] ، وقد أدرك العلماء حديثاً ان الماء يعد أهم عوامل النحت التي تشمل الماء والهواء والجليد ، وذلك لأنه بانتشاره في اغلب جهات العالم يسهم في نحت الصخور ، وفي تشكيل وجه الأرض في تلك الجهات ، ويكاد يظهـــر اثر المياه في نحت الصخور وفي تشكيلها في كل جزء من أجزاء العالم[3] .

– النقل :

تتعرض المفتتات الصخرية دائماً للحركة المستمرة بوساطة فعـــل النقـــل والزحـــف والتساقط والأنسياب مع مرور الزمن ومن ثم تتجه المفتتـــات الصـــخرية دائمـــاً نحـــو المنحدرات[4] .

– الإرساب :

تعمل عوامل النحت والنقل بحمل الأجزاء الصخرية التي تفتت ونقلها تحت ظـــروف معينة ، كما تقوم أيضا بإرساب هذه المواد عندما تتغير هذه الظروف وتصبح عوامل النقل غير قادرة على حمل حمولتها من المواد الصخرية فترسبها . وتعرف عمليـــات الإرســـاب Aggradation بأنها دائماً عملية بناء . ويتم الإرساب بطرق متعددة ، فقد يتم بواســـطة المياه الجارية ، كما في الأمطار ، او الأمواج او الجليد او الرياح . وكل هـــذه العوامـــل يرسب بطريقة مختلفة ، ويرسب مواد مختلفة في طبيعتها وأحجامها وذلك حسب قوة عامل

---

(1) حسن سيد احمد ابو العينين ، أصول الجيومورفولوجيا " دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض ، ط6 ، الدار الجامعية للطباعة والنشر ، بيروت ، 1981 ، ص 284 .

(2) فتحي عبد العزيز ابو راضي ، مصدر سابق ، ص 248 .

(3) محمد متولي ، مصدر سابق ، ص ص 174–175 .

(4) حسن سيد احمد أبو العينين ، أصول الجيومورفولوجيا ، مصدر سابق ، ص 284 .

التعرية المتحرك وحسب طبيعة مكان الإرساب . وهكذا ينتج عن إرساب كل منها شكل تضاريسي Landform مختلف[1].

(1) اثر المياه السطحية في تشكيل سطح الأرض :

وتظهر في شكلين هما: التعرية الجليدية، التعرية النهرية، ويظهر كل منهما في ضوء الآتي :

أ. التعرية الجليدية :

لو تفحصنا سطح اليابسة لا تضح لنا ان هناك أجزاء عدة من سطحها تغمرها الرواسب التي تظهر على شكل فرش مبسوطة فوق الأرض ، بحيث تمكن العلماء من تمييزها عن الطبقات الواقعة أسفل منها ، وعند دراسة المصدر الذي نشأت منه وجد ان مصدرها التعرية الجليدية التي حدثت في الأزمنة الجيولوجيا القديمة ، اذ استدل العاملين في الجيولوجيا الى ان مساحات واسعة من العالم قد تعرضت في الماضي القريب لفعل الجليد وتشير الأبحاث التي أجريت الى ان حوالي 511 من مساحة اليابسة كان مغطى بالجليد خلال الفترات الجليدية تلك[2] . وقد اثر الجليد تأثيراً كبيراً في تشكيل سطح الأرض ، وان كثيراً من المظاهر التضاريسية التي نشاهدها في الوقت الحاضر تعزى اليه ، كما تأثر بذلك جليد اغلب الجهات التي تقع في شمال أوربا وشمال أمريكا الشمالية ولم تستطع التعرية خلال الفترة القصيرة التي انقضت منذ ان تقهقر الجليد حتى اليوم ان تطمس آثار الجليد في تلك الجهات[3].

ويظهر تأثير الإرساب الجليدي في تشكيل سطح الأرض عندما تحمل الغطاءات الجليدية المواد التي تنحتها والمواد التي تجمعها أثناء حركتها ثم ترسبها عندما يذوب الجليد ويصبح عاجزاً عن الانتقال بحمله الثقيل ، وبما ان الجليد في الغطاءات الجليدية يقطع مسافات عظيمة جداً قد تبلغ بضع مئات من الأميال من نقطة مركزية في وسط الغطاء الى

---

(1) فتحي عبد العزيز أبو راضي ، مصدر سابق ، ص 249 .

(2) عبد الاله رزوقي كربل ، علم الأشكال الأرضية (الجيومورفولوجيا) ، دار ابن الأثير للطباعة والنشر ، الموصل ، 2005 ، ص 185 .

(3) محمد متولي ، مصدر سابق ، ص 253 .

الأطراف لذلك فإن المواد التي يجمعها في الطريق ليرسبها عند أطراف الغطاء تكون كـــثيرة جداً ، وبناء على ذلك يمكن القول أن الغطاءات الجليدية كعامل للإرساب تكون عظيمـــة الأثر في تشكيل سطح الأرض وتغير معالمه[1] ،لاحظ الشكل(59).

ومن البديهي ان الرواسب التي تتخلف عن الغطاءات الجليدية من الأنواع الركاميـــة التي تختلط فيها المواد الدقيقة بالمواد الغليظة[2] ، واهم أنواعها يتمثل بالاتي :

1- التراب الجليدي Boulder clay :

هو من الذرات الدقيقة المتكونة من فتات الصخور المتنوعة التي جمعها الجليد في طريقه وظلت تحتك ببعضها وتحتك بسطوح الصخور التي مرت عليها حتى نشأت من احتكاكها تكوينات دقيقة تعرف بالدقيق الصخري " Rock Flour " ويختلط بهذه الفتات عدد هائل من الحصى والأحجار التي تتميز بأحجامها المتنوعة وزواياها الحادة وسطوحها المخدوشة .

2- الكثبان الجليدية Drumline :

هي تلال تراكمية مكونة من رواسب جليدية قوامها التراب والحجارة وتمتاز بشكلها البيضاوي ، ويرجع تكوينها الى تجمع الرواسب تحت الجليد ونموها بالتدريج حتى تكون ذلك الشكل البيضاوي المعروف .

3- الصخور المعلقة والكتل الضالة Perched Rocks and Erratics:

هي صخور ضخمة حملها الجليد معه من مناطق بعيدة ثم أرسبها في نواحي متفرقة من الجهات التي كان يغمرها ، ومن هذه الصخور ما يقوم على جوانب الجبال او على رؤوس القمم الجبلية ، وفي مثل هذه الحالة تبدو معلقة ، ومنها ما يقوم في بطون الأودية او في وسط المناطق السهلة وتعرف بالصخور الضالة .

4- الكثبان الجليدية الطويلة Eskers :

هي رواسب من التراب بها كثير من الأحجار والحصى ، وتبدو على شكل طبقات تمتد الى مسافات طويلة ، وهي تنحني في امتدادها نحو ما تفعل الأنهار، مما يدل على انها رواسب مائية تكونت بفعل سيلان المجاري المائية أسفل الثلج .

---

(1) المصدر السابق ، ص 266 .

(2) المصدر نفسه ، ص ص 266-268 .

يظهر مما سبق عرضه ان اليابس كان في الماضي مغطى في أجزاء منه بالكتل الجليدية التي عملت على نحت ونقل وإرساب المفتتات الصخرية ومع انسحاب الجليد ظهر لنا شكل اليابس النهائي بوجود فرش من الطبقات الركامية التي تنوعت بين ترب وكثبان وصخور معلقة وكتل ضالة وكثبان من الترب ، وكل هذه الفرش او الطبقات تدل على عظمة الخالق الذي فرشها لتمهد لوجود الإنسان على سطحها .

الشكل(59)التعرية الجليدية

ب. التعرية النهرية :

تعد المياه الجارية فوق سطح الأرض بلا منازع أعظم عامل في تشكيل هذا السطح ، ليس فقط في الجهات الرطبة ، بل ايضا في المناطق الجافة وشبه الجافة . فهي القوة العظمى في نحت الجبال وحفر الأودية وفي بناء السهول الفسيحة . واهم مظاهر المياه الجارية

السطحية هي الأنهار[1] ، ويرجع هذا الى ان أثرها يظهر في كل مكان على وجه الأرض ، اذ تقوم بنقل معظم المواد الصخرية القارية التي اقتطعتها او غيرها من العمليات الى البحر المحيط ، وبذلك فإن الأنهار تعمل على تخفيض سطوح القارات بشكل متواصل ، ونظراً لأهميتها في تصريف المياه الزائدة وعملها على نحت وتعرية سطح اليابسة فقد أطلق عليها ستريلر Strahler اسم مكائن الأرض[2] .

وتمثل الأمطار المصدر الرئيسي لكل أنواع المياه التي تجري جرياناً سطحياً فوق قشرة الأرض ، فهي التي تعمل على اكتساح المواد الصخرية المفككة ونقلها من مكان الى آخر ، مدفوعة في هذا بقوة الجاذبية الأرضية ، وهي بهذا تسبب جريان الأنهار على سطح الأرض، وتعمل على ملأ المنخفضات بالمياه ، وبهذا تكون البحيرات والمستنقعات ، ويتم بواسطة مياه الأنهار تشكيل معظم أجزاء قشرة الأرض ، وذلك لأنها أكثر عمقاً وقوة من مياه الأمطار التي تسقط سقوطاً مباشراً على سطح الأرض[3] .

وللأنهار أثرها في تشكيل مسيلات الشبكة المائية في مجرى النهر ، اذ أوضحت الدراسات التي قام بها الباحثون ان التعرية التي تكونت بفعل الأنهار على فترة طويلة من الزمن كان لها أثر مهم في الشبكات المائية الحالية[4] .لاحظ الشكل(60).

وبين استربروك في كتابه مبادئ في الجيومورفولوجيا ، بانه على الرغم من وجود عوامل عدة تعري سطح الأرض إلا ان أهمها هو الماء الجاري ، ويرى ايضا انها قد تسود محلياً عمليات أخرى ولكن على مقياس عالمي فإن الماء يطغى عليها جميعاً تقريباً 35-40% من مجموع الماء المتساقط على الأرض الذي يجري على السطح ، وعلى سفوح التلال تصبح مجاري تجمعات المياه خنادقاً اكبر واكبر[5] .

---

(1) فتحي عبد العزيز أبو راضي ، مصدر سابق ، ص 250 .

(2)علي عنانزة ، مصدر سابق ، ص 88 .

(3) محمد صفي الدين أبو العز ، مصدر سابق ، ص 147 .

(4) حسن أبو سمور ، حامد الخطيب ، جغرافية الموارد المائية ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، 1999 ، ص 23 .

(3) D.J.Easterbrook , Op.Cit, p. 113 .

الشكل(60) التعرية المائية في الوديان

وتعمل الانهار جلال جريانها على نقل وارساب المواد والتي تظهر بنوعين هما : المـــواد الذائبة ، والمواد غير الذائبة .

1- مواد ذائبة :

هي الصخور التي تقبل الذوبان في الماء العادي كالملح الصخري ، او في الماء الحامضي كالحجر الجيري ، فالأمطار التي تغذي الأنهار تذيب أثناء سقوطها بعضاً من ثاني اوكســـيد الكربون الموجود في الجو ، ومن ثم تستطيع مياه النهر ان تذيب كثيراً من الصخور الجيرية خصوصاً اذا كان النهر يجري على جميع طوله فوق ارض جيرية كنهر شـــانون Shannon في ايرلندا. كما ان المياه الأرضية التي تخرج من جوانب النهر ومن قاعه وتساهم في مائيـــة النهر تحوي الكثير من هذه المواد الذائبة . وتحمل الى مصباتها مقداراً هائلاً من تلك المواد ، فقد قدر ما يحمله نهر المسيسبي منها كل عام بنحو 126 مليون طن .

2- مواد غير ذائبة :

تتركب من الحطام الصخري المختلف الأحجام ، ويستطيع النهر نقل هذه المواد على اختلاف أحجامها بعدد من الطرق . فهو يحمل حبيبات الرواسب الدقيقة كمادة عالقة في مياهه، وهذه تسمى بالحمولة العالقة suspension . في حين تتحرك الحبيبيات الكبيرة على قاع المجرى بقوة دفع التيار عن طريق القفز Saltation فهي تلمس قاع النهر على فترات اما الحصى فيتدحرج على القاع بقوة الجاذبية ودفع المياه. ولا يستطيع تيار النهر في العادة ان يدفع بالكتل الصخرية الكبيرة إلا في زمن الفيضان حين تكثر مياهه وتسمى حمولة النهر من المواد التي تتحرك على امتداد القاع سواء بالقفز او بالتدحرج او الجر بحمولة القاع او حمولة الجر Traction Load . وقد أحصيت كميات الرواسب التي يحملها نهر النيل وتمر عند وادي حلفا بنحو 100 مليون طن كل سنة، منها نحو 30 مليون طن من الرمال الدقيقة وحوالي نفس القدر من الصلصال، والباقي (40 مليون طن) من الغرين، وهذه المواد اشتقت معظمها من تعرية الصخور البركانية في هضبة الحبشة ، وهي غنية بالمعادن التي عملت على تخصيب الأراضي الزراعية المصرية وتجديد خصوبتها كل عام[1] .لاحظ الشكل(61).

الشكل(61) التعرية النهرية

(1) جودة حسنين جودة ، معالم سطح الأرض ، مصدر سابق ، ص ص 311-312 .

وتعمل المواد الغير ذائبة على تكوين الدالات وهي في نمو مستمر ويتوغل بعضها في مياه النهر بسعة كبيرة ويتقدم فيها تقدماً مطرداً ، كما حدث في دلتا نهر المسسبي فقد تقدم في خليج المكسيك نحو 250 قدماً في العام وتتقدم دلتا نهر البو في البحر الادرياتي بهذه السرعة نفسها ، وتتقدم دلتا نهر الرون في البحر المتوسط بمعدل 36 قدماً في السنة ، في حين تتقدم دلتا الدانوب ودلتا النيل بدرجة واحدة في مياه البحر الأسود والمتوسط بسرعة يبلغ معدلها 12 قدماً في العام[1] ، وقد استطاع نهر النيل بفعل هذه السرعة على مدى عصور طويلة ان يكون لنفسه سهلاً مثلث الشكل عند مصباته ، اقتطعه من مياه البحر المتوسط وفرشه بطبقات من طميه ، أطلق عليه الإغريق اسم دلتا ، نظراً لتشابه الشكل العام لهذا الشكل مع الحرف الإغريقي دلتا ، الذي أصبح يطلق على جميع الحالات المشابهة ، أي ان الدلتا المثالية عبارة عن سهل مثلث الشكل ، قاعدته نحو مياه البحر او البحيرة ، ورأسه صاعد عكس تيار النهر[2] .

ومع جريان الأنهار ظهرت الترب السهلية والدالات التي شكلت أرضية خصبة لظهور أقدم الحضارات متمثلةً بحضارتي وادي الرافدين ووادي النيل اللتين نشأتا على مجاري الأنهار[3] ، وتعتمد الحياة في وقتنا الحاضر على الزراعة التي تستند على وجود الترب الخصبة الموجودة في ترسبات الأنهار.

(2)اثر المياه السطحية في وجود الحياة فوق سطح الأرض :

هناك عدة آثار للمياه السطحية في وجود الحياة فوق سطح الأرض والتي يمكن فرزها في ثلاثة موضوعات أساسية وهي كالآتي :

أ.اثر المياه السطحية على توفير الماء الضروري للحياة فوق سطح الأرض:

أكد العلم الحديث ان التساقط ودرجات الحرارة يعدان من العناصر المناخية المهمة المؤثرة في الحياة[4] ، ولا تظهر الحياة مباشرة مع نزول الماء من السماء ، وذلك لأن هذه

---

(1) محمد متولي ، مصدر سابق ، ص 196 .

(2) فتحي عبد العزيز ابو راضي ، مصدر سابق ، ص 263 .

(3) اندريه ايمار ، وجانين اوبويه ، مصدر سابق ، ص 36 .

(4) عبد خليل فضيل،علوان جاسم الوائلي ، علم البيئة ، مطابع جامعة الموصل ، بغداد ، 1985 ، ص 30 .

المياه المتساقطة من السماء الى الأرض تجري على سطح الأرض وبجريانها تغذي التربة بالماء الذي يصل الى البذور والنباتات لتحيا ، اذ وجد ان وفرة المياه وشحتها على نطاق محلي ضيق يتوقف قبل كل شيء على درجة الانحدار وحالة الصرف في ذلك المكان ، ففي الجهات الشديدة الانحدار وفي الأقاليم الغزيرة المطر تبقى كمية قليلة من المياه لتستعملها النباتات في الجهات الأقل انحداراً ، فضلاً عن ان الأمطار الغزيرة تزيل معظم المفتتات الصخرية بالتعرية المائية من السفوح الشديدة الانحدار .

وبذلك تقل كمية المياه المخزونة في التربة لدرجة قد لا تكفي لسد حاجة الأشجار مثلاً من المياه اللازمة لنموها . وعلى العكس من هذا كثيرة من المياه قد تتواجد في تربة المناطق المستوية البطيئة الانحدار كميات تفوق كثيراً حاجة النبات لسوء حالة الصرف ، في حين نرى ان تربا أخرى تكون سرعة تسرب المياه فيها وحركتها رأسيةً او أفقية قد ينتج عنها جفاف التربة بسرعة فائقة ومن ثم تتواجد حالة جفاف تماماً كما لو كانت الأمطار نادرة او عديمة السقوط ، ولهذه الظاهرة فأن كثيراً ما نلاحظ نباتات المناطق الصحراوية تنمو في بعض مناطق الجهات الرطبة نظراً لسرعة تصريف المياه ، اما بسبب شدة انحدار السطح او نفاذية التربة ، ولهذا فإن رداءة الصرف في منطقة ما له تأثير سيء في الغطاء النباتي[1] .

ب. اثر الجيران السطحي على نقل بذور النباتات فوق سطح الأرض :

وجد العلماء ان المسطحات المائية والمياه كان لها منذ ان ظهرت الحياة النباتية قبل (400) او (500) مليون سنة اثر مهم جداً في نقل النباتات الطبيعية ونشرها وبخاصة لتلك التي تعيش في المياه او بالقرب من شواطئها وسواحلها وقد لوحظ ان أجزاء النباتات التي تنقل بالمياه لا يشترط ان تكون معدنية ومجهزة بوسائل خاصة او مالحة تساعدها على الانتقال ، فالمياه سواء كانت عذبة أم مالحة تنقل أي جزء او عضو من أعضاء النباتات الخفيفة الوزن الى مدى تحدده قدرة ذلك الجزء المنقول من النباتات على الطوفان فوق سطح الماء ، وقابليته على استعادة قوته على الإنبات في بيئته الجديدة .

والحقيقة ان الانتقال مع التيارات المائية والأمواج البحرية او قطع الأخشاب العائمة تعّد أهم الوسائل التي تنتشر بها الأعشاب البحرية وتوزع (sea-weeds) ، فضلاً عن ان

---

(1) علي حسين الشلش ، عبد علي الخفاف ، مصدر سابق ، ص ص 72–73 .

هناك بذوراً وثماراً تنقل بمياه الأمطار السريعة التدفق والاندفاع او بالمياه الناتجة عن ذوبان الثلوج او بمياه الفيضانات العارمة والكتل الثلجية العائمة في البحار والمحيطات[1] ، وعليه يمكن القول ان للمياه السطحية أثراً كبيراً في نقل بذور النباتات من مناطق وجودها الى مناطق أخرى حيث تبدأ بالنمو لتشكل بيئة حياتية جديدة في المنطقة الوافدة اليها .

وللوقوف على الأثر البارز للمياه السطحية في نقل بذور النباتات من مكان الى آخر واثر ذلك في انتشار الحياة النباتية سنتناول طريقتين تنتقل النباتات الطبيعية فوق سطح الأرض وتنشر وهما : الأمطار والفيضانات ، الجداول والأنهار .

1- الأمطار والفيضانات :

تؤدي الأمطار المزنية ذات القطرات الكبيرة القوية الى فصل البذور من الثمار المفتوحة ثم تحملها ، اذ تتجمع وتندفع على شكل جريان سطحي (Run-off) ، فوق مساحة كبيرة من السطح ثم انها تنقل البذور لمسافات طويلة وتنشرها على مساحات واسعة من الأرض قد تكون بعيدة جداً عن أماكن تواجدها الأصلية ، وفي هذه الحالة تنقل مياه الأمطار في الواقع وتنشر ما تحمله من الأجزاء المنفصلة من النباتات (بذور ، وثمار ، وجذور ، .....الخ) في آن واحد ، اما مياه الفيضانات العارمة فتنقل وتحمل وتنشر أي جزء من الأجزاء المنفصلة عن النباتات وحتى الأشجار بكامل جذورها وجذوعها وأعضائها وأوراقها لمسافات بعيدة وربما لمناطق السهول الفيضية والدلتاوات للأنهار حيث ترسب هناك كغيرها من حمولة مياه الفيضانات فنجد البيئة الملائمة لنجاح نموها واستقرارها وتصبح بذلك نباتات مهاجرة هجرة فعلية[2] .

2- الجداول والأنهار:

تنقل الجداول والأنهار ثماراً وبذوراً وأجزاءً من النباتات التي تنمو على ضفافها مسافة قد يصل طولها أحياناً بطول مجرى الجداول والأنهار نفسها ، أي من مناطق منابعها حتى مصباتها في البحار والمحيطات ثم ان التيارات البحرية تنقلها الى مسافات ابعد بكثير من مصبات انهار ومن ثم يكون احتمال نجاح نموها في المناطق الساحلية ضعيفاً جداً ،

(1) علي حسين الشلش ، عبد علي الخفاف ، مصدر سابق ، ص ص 83-84 .
(2) المصدر السابق ، ص 86 .

وانتشارها محدوداً للغاية ومقتصراً فقط على المناطق الفيضية والدلتاوات النهرية وباتجاه واحد وهو اتجاه التيار نحو المصب في البحار والمحيطات[1] .

ج.اثر الجريان السطحي على نقل المواد المعدنية المهمة للحياة النباتية:

أظهرت الأبحاث العلمية الحديثة ان للأملاح والأحماض والمواد الكيميائية الأخرى التي يحملها ماء المطر والمياه الجارية لها أثراً في تحديد الخصب الفعلي لطبقات التربة التي تحدد نوع النبات الذي سوف ينمو فوقها[2] .

ثانيا: المياه الجوفية :

يعرف بوير H.Bouwer في كتابه "Ground Water Hydrology 1978" المياه الجوفية بأنها ذلك الجزء من الماء تحت سطح الأرض ، والذي يمكن ان يتجمع في الآبار والقنوات وتجمعات التصريف ، او ذلك الذي ينبع طبيعياً على سطح الأرض عن طريق الينابيع ، كما أوضح خزانات المياه الجوفية ، بأنها تشكيلات تحتوي المياه الجوفية ، وتكون مساحة الطبقة كافية لخزن الماء بكميات هائلة للاستهلاك ، وتتمثل المواد التي تشكل سطح الطبقة الخازنة للماء من رمال وطمى ، وتكون الصخور الرملية مادة جيدة للطبقة الخازنة للماء الجوفي . ويكون المصدر الأساسي للمياه الجوفية التساقط الجوي الذي من الممكن ان يكون قد تسرب بصورة مباشرة إلى باطن القشرة الأرضية بعد سقوطه وقد يكون تجمع اولاً في ينابيع وبحيرات عن طريق الجريان السطحي ومن ثم يترشح إلى باطن القشرة الأرضية وقد استخدم بوير لذلك المعادلة الرياضية الآتية:

$$K = \frac{Ku}{Pg}$$

K = قابلية التوصيل الهيدروليكية (الطول على الزمن)

u = القيمة المطلقة للزوجة السائل (P)

P = كثافة السائل ، g = التسارع بسبب الجاذبية

---

(1) علي حسين الشلش ، عبد علي الخفاف ، مصدر سابق ، ص 85 .

(2) خالص حسني الاشعب ، أنور مهدي صالح ، الموارد الطبيعية وصيانتها ، دار الكتب للطباعة والنشر ، بغداد ، 1988، ص ص 53-54 .

كما يرى بوير الينابيع من ابرز الأشكال الطبيعية لعودة الميـــاه الجوفيـــة إلى الســـطح وتكون بجميع الأحجام من مجرى قليل الماء إلى جداول كبيرة[1]. وللمياه الجوفيـــة أهميـــة كبيرة على الأرض ويمكن إيضاح ذلك في ضوء الآتي :

أ. مصادر المياه الجوفية :

تمثل المياه الجوفية بمعناها المألوف نسبة صغيرة من المياه التي توجـــد في كـــل القشـــرة الأرضية ، وتشكل في مجموعها حوالي 4.2% من الغلاف المائي الكلي لـــلأرض ، وتمثـــل المياه الجوفية وحدها حوالي 6.5% من هذه النسبة و 27% فقط من الغلاف المـــائي[2] ، وتعد المياه الجوفية جزءاً مهماً جداً من الموارد المائية لمناطق كثيرة ، ولهذا فإن للدراســـات المائية مظاهر قانونية واجتماعية واقتصادية مهمة فضلاً النواحي العلمية[3] .

ويكون مصدر المياه الجوفية بصورة أساسية الجو على شكل مطر او ثلج[4] ، وتلعـــب الدورة الهيدرولوجية بين المياه السطحية والجوفية أهمية كبيرة في تغذية المياه الجوفيـــة ، اذ يكون ذلك بفعل سقوط الماء من الجو مطراً او جليداً او ثلج يبدأ بالتجمع فوق الأرض ، ثم ينحدر قسم منه الى باطن الأرض حيث يصل إلى سطح الميـــاه الجوفيـــة ممـــا يزيـــد في خزينها[5]. وقد أظهرت الدراسات التي أجراها الباحثون حديثاً وجود مياه قديمة التكـــوين في باطن الأرض وهي مياه باطنية عذبة او ملحة اختزنت في الصخور الرســـوبية في أثنـــاء عمليات ترسيبها ولا زالت هذه الصخور تحتويها حتى وقتنا الحاضر وتعرف بالمياه الحفرية(Fossilo Connate Water)[6] .

وترجح إحدى النظريات الحديثة ان منشأ الماء هو باطن الأرض وتتلخص هذه النظرية بأن الصخور المكونة للطبقة الواقعة بين نواة الأرض والقشرة الأرضية (طبقـــة الســـيما) كانت تنصهر في عدد من المواقع تحت تأثير الحرارة الناشئة عن التفكك الإشعاعي للنظائر

---

(1) H.Bouwer , Ground Water Hydrology , Mc Graw-Hill , Tokyo , 1978 , PP.1-7, 45 , 46 , 293.

(2) عبد العزيز طريح شرف ، الجغرافيا الطبيعية ، مصدر سابق ، ص 356 .

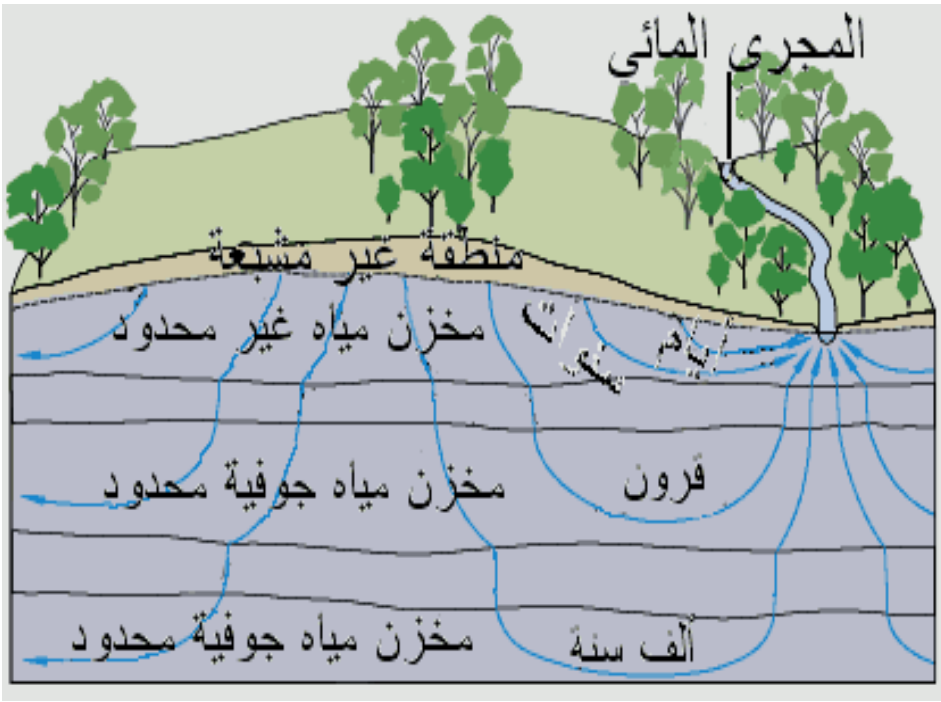
(3) روبرت .ج. فوستر ، مصدر سابق ، ص 360 .

(5) D.J.Easter brook, O.P.Cit, P.249.

(6) L.Haisman, Ground water Recovery ,Macmillang ,London ,1972, PP. 2-3 .

(6) محمد صفي الدين ابو العز ، مصدر سابق ، ص 236 .

المشعة ، اذ تنطلق منها مكونات طيارة كالاوزون والكلور ، وأكثرهـــا بخـــار المـــاء[1] ، ويضاف الى المياه التي تكونت من باطن الأرض مياه عذبة ترتبط بعمليات النشاط الناري ، او تحرك كتل من الصهير فوق قشرة الأرض او صوب سطحها ، يصاحب ذلك ما يـــنجم عن هذه الحركة من انطلاق مياه ساخنة تحتوي على عدد من العناصر المعدنية ، ثم اختزانها في الفراغات البينية التي توجد بين جزئيات الصخر وتعرف بميـــاه الصـــهير Magmatic Water ، او المياه الحديثة التكوين Juvenile [2] ، لاحظ الشكل (62) .



الشكل (62)وجود المياه الجوفية قديمة التكوين في باطن الأرض

وتعد مياه الينابيع الحارة المتكونة بفعل مياه اللافة او مياه الصهير مثالاً للمياه الحـــارة المتكونة من باطن الأرض ، اذ تنشأ هذه المياه في طبقات اللافا نفسها ، وقد تحتوي علـــى عدد من المعادن النادرة مثل الارسنيك Arsenic والبورون Boron ، وتعد نافورة كاتماى

(1) لونا ، ب ، ليبولد ، الماء هو الأساس ، ترجمة رياض حامد الدباغ ، محمد شامل دحام ، دار الكتب للطباعـــة والنشر ، الموصل ، 1977 ، ص 124 .

(2) محمد صفي الدين ابو العز ، مصدر سابق ، ص 236 .

في الاسكا Kutmai of Alaska من النافورات الحارة التي تستمد مياهها من مياه الصهير المخزونة في طبقات اللافا وتبلغ درجة حراة مياهها نحو 160^5 ف ، ويتبع هذه المجموعة من النافورات الحارة كذلك ، تلك النافورات التي تظهر في جنوب ولاية ايداهو Idaho بالولايات المتحدة الأمريكية[1].

ب- تكوين المياه الجوفية :

أكدت الدراسات الحديث ان حركة المياه الجوفية تعتمد اعتماداً كلياً على نوع الصخور ، اذ تتدرج الصخور في مقدرتها على السماح للماء بالحركة من صخور شديدة النفاذية تسمح فراغاتها بتكوين خوزانات مائية تتحرك فيها المياه بسهولة مثل الصخور الرملية ويطلق عليها تعبير Aquifers الى صخور ضعيفة النفاذية يمكنها ان تخزن الماء لكنها لا تسمح بحركته الا بصعوبة شديدة مثل الصخور الطينية ويطلق عليها تعبير Aquicludes، وأخيراً الى صخور عديمة النفاذية لا يمكنها ان تختزن الماء او تسمح بحركته مثل الصخور النارية والمتمولة ، والتي يطلق عليها تعبير Aquifage [2] .

وتتباين سرعة حركة المياه الجوفية في مسام الصخور بحسب درجة نفاذيتها ، واتصال بعض مسامها وفراغاتها ببعض ، ودرجة ميل الطبقة الحاوية لها . اذ كلما كان نسيج الصخر دقيقاً قلت سرعة حركة الماء خلاله حتى انها قد لا تزيد على جزء صغير من المليمتر في اليوم ، في حين نرى العكس من ذلك في عدد من الصخور ذات الفراغات الكبيرة والمتصلة ببعضها مثل فراغات الصخور الطباشرية ، اذ تصل سرعة الماء الى عدة آلاف من الأمتار في اليوم ، إلا ان السرعة قد تتغير كثيراً من مكان الى آخر تبعاً لتغير التركيب الصخري وكمية المياه المتحركة ، وكما هي الحال بالنسبة للمياه السطحية فإن المياه الجوفية تميل الى إتباع خطوط الضعف في التركيب الصخري اذ تقل المقاومة ، ولهذا فعند حركتها تتجه عادة الى الفراغات الكبيرة المتصلة ببعضها[3] . وقد وجدت الدراسات الحديثة ان المياه السطحية تتسرب الى باطن القشرة الأرضية بصورة مباشرة حيث تسقط ،

---

(1) حسن سيد احمد ابو العينين ، كوكب الأرض ، مصدر سابق ، ص 299 .

(2) عبد العزيز طريح شرف ، الجغرافية الطبيعية ، مصدر سابق ، ص 264 .

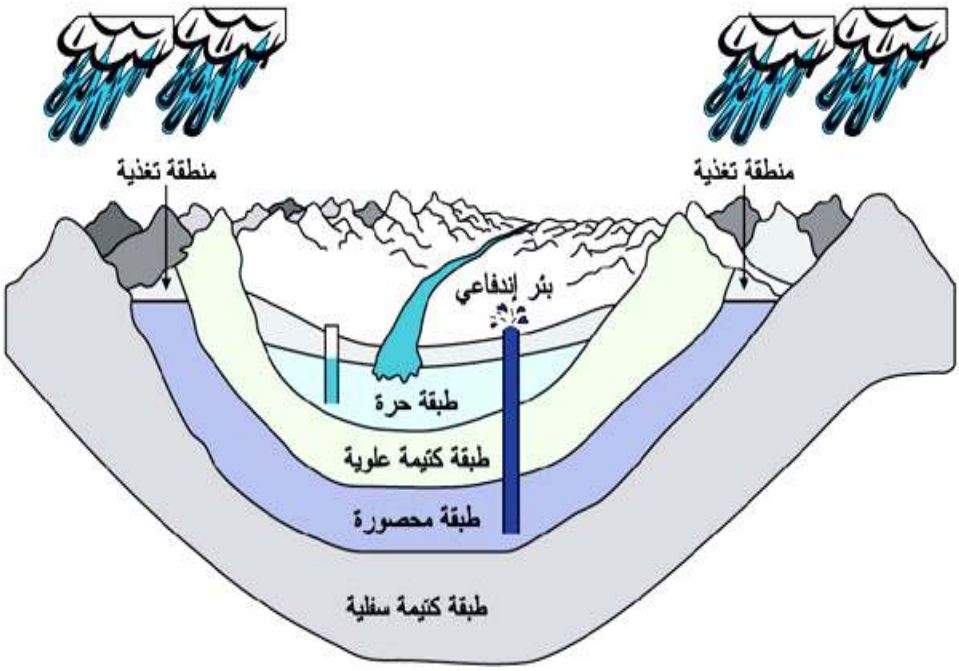
(3) المصدر السابق ، ص 264 .

او قد تتجمع أولاً في ينابيع وبحيرات بالجريان السطحي ومـــن ثم ترشـــح الى الأرض[1] ، وتبعاً لذلك تظهر ثلاثة نطاقات مائية أسفل السطح وهي[2] :

1- نطاق عدم التشبع Zone of non - saturation : يقع أسفل السطح مباشرة ، ويمر الماء خلاله ، ولا يبقى منه في المسام بعد امتصاص النبات سوى الترر اليسير .

2- نطاق التشبع المتوسط Zone of intermittent saturation : تحتوي مسام صخور هذا النطاق مياهاً عقب سقوط الأمطار وتحتفظ بها مدة طويلة ، ولكنها تجف اذا طالت مدة الجفاف .

3- نطاق التشبع الدائم Zone of permanent saturation : يمتد هذا النطاق في العمق الى الطبقة الصماء التي تكون حدود التسرب ، وتكون مسام صخوره دائماً مملوءة بالماء ويعرف السطح العلوي لنطاق التشبع إما بمستوى الماء الباطني او بمستوى التشبع. وهو المستوى الذي يستقر فيه الماء ويسكن ،لاحظ الشكل(63).



الشكل(63) طبقات المياه الجوفية

(1) H.Bouwer, , O.P.Cit, pp.6-7.

(2) جودة حسنين جودة ، معالم سطح الأرض ، مصدر سابق ، ص ص 456-457 .

جـ. اثر المياه الجوفية في تشكيل سطح الأرض :

للمياه الجوفية أثر كبيرا في تشكيل سطح الأرض ويرتبط تكوين هذه الأشكال ارتباطاً وثيقاً بما ينشأ من عمليات الإذابة من توسيع الشقوق والفواصل والكسور ، ولابد ان يكون مستوى الماء الباطني أسفل السطح على عمق يسمح للمياه ان تتسرب باستمرار في العمق خلال الصخور[1] ، وبمعنى أدق ان تغور في باطن الأرض.

وتظهر الأشكال الناتجة من غور الماء الى أعماق الأرض في مناطق خاصة من العالم أشهرها : منطقة الكارست Karst في غرب يوغسلافيا ، وإقليم الكورس Causses في جنوب شرق الهضبة الوسطى بفرنسا ، وهضبة كنتاكي في الولايات المتحدة ، وشبه جزيرة يوكاتا بأمريكا الوسطى ، ومنطقة البنين بانكلترا [2] . وهناك عدة أشكال تضاريسية تنتج من فعل الإذابة للمياه الجوفية من أمثلتها الأشكال التالية[3] :

1- السطوح الجيرية المشرشرة pagaz او Lapies :

تتكون هذه السطوح نتيجة تسرب مياه الأمطار خلال الصخور التي لا ينمو فيها غطاء نباتي وهي تخلو من الترب الحمراء ، فتذهب قدراً من المواد الجيرية مما يساعد على توسيع الشقوق والفواصل في هذه الصخور ، وتستمر هذه العملية بسرعة واطراد حتى لا يبقى من التكوينات الجيرية إلا كتل منفصلة مشرشرة ، ذات سطوح كثيرة التدبب .

2- البالوعات او الحفر الغائرة Sink holes :

هي من أكثر الظاهرات المميزة لمناطق التكوينات الجيرية شيوعاً وانتشاراً ، وتتصف البالوعات بالشكل القمعي (المخروطي) بحيث تصل الى أقصى اتساع لها فوق سطح الأرض وتزداد ضيقاً كلما غارت وتعمقت فيها ، وتتفاوت البالوعات تفاوتاً كبيراً في مساحتها وعمقها ، فقد لا تزيد مساحتها على بضعة أمتار سريعة ، وقد يصل بعضها الآخر الى بضعة آلاف من الأمتار المربعة من الأرض ، أما أعماقها فتتراوح ما بين 3 ، 10 أمتار وقد يغور عدد منها في داخل التكوينات الجيرية الى 30 متراً او أكثر .

---

(1) جودة حسنين جودة ، معالم سطح الأرض ، مصدر سابق ، ص 467 .

(2) جودة حسنين جودة ، معالم سطح الأرض ، مصدر سابق ، ص 467 .

(3) فتحي عبد العزيز ابو راضي ، مصدر سابق ، ص ص 274-277 .

3- الكهوف Caverns :

هي مجارٍ باطنية او ممرات طبيعية تكثر في التكوينات الجيرية وتتشعب فيها أسفل سطح الأرض . وتمتد الكهوف في باطن الأرض امتداداً أفقياً او رأسياً ، كما وتوجد على مناسيب عديدة وتظهر لها عدة طوابق ، ويعتقد نفر من الباحثين ان المجاري الباطنية التي تتشعب في التكوينات الجيرية وتكون الكهوف والمغارات لها كثير من خصائص الأنهار التي تجري فوق سطح الأرض ، اذ انها تؤدي بعملها في النحت والهدم بالنحت الكيميائي والنحت الميكانيكي معاً ، وأحسن مثال على هذا النوع نهر Echo الذي استطاع ان يشق مجراه في التكوينات الجيرية التي يخترقها ويحفر كهف ماموث Mammoth الضخم الذي يجتازه ، لاحظ الشكل (64) .

د. اثر المياه الجوفية على وجود الحياة فوق سطح الأرض :

ينظر إلى المياه الجوفية على أنها جزء مهم من الموارد المائية لمناطق كثيرة فوق سطح الأرض[1] ، وتعد أيضا إحدى الموارد المهمة التي تغذي الأنهار الرئيسة بالمياه إلى جانب الأمطار[2] ، وبذلك فهي تسهم بشكل كبير وفعال في توفير الماء الضروري والمهم لأشكال الحياة فوق سطح الأرض .

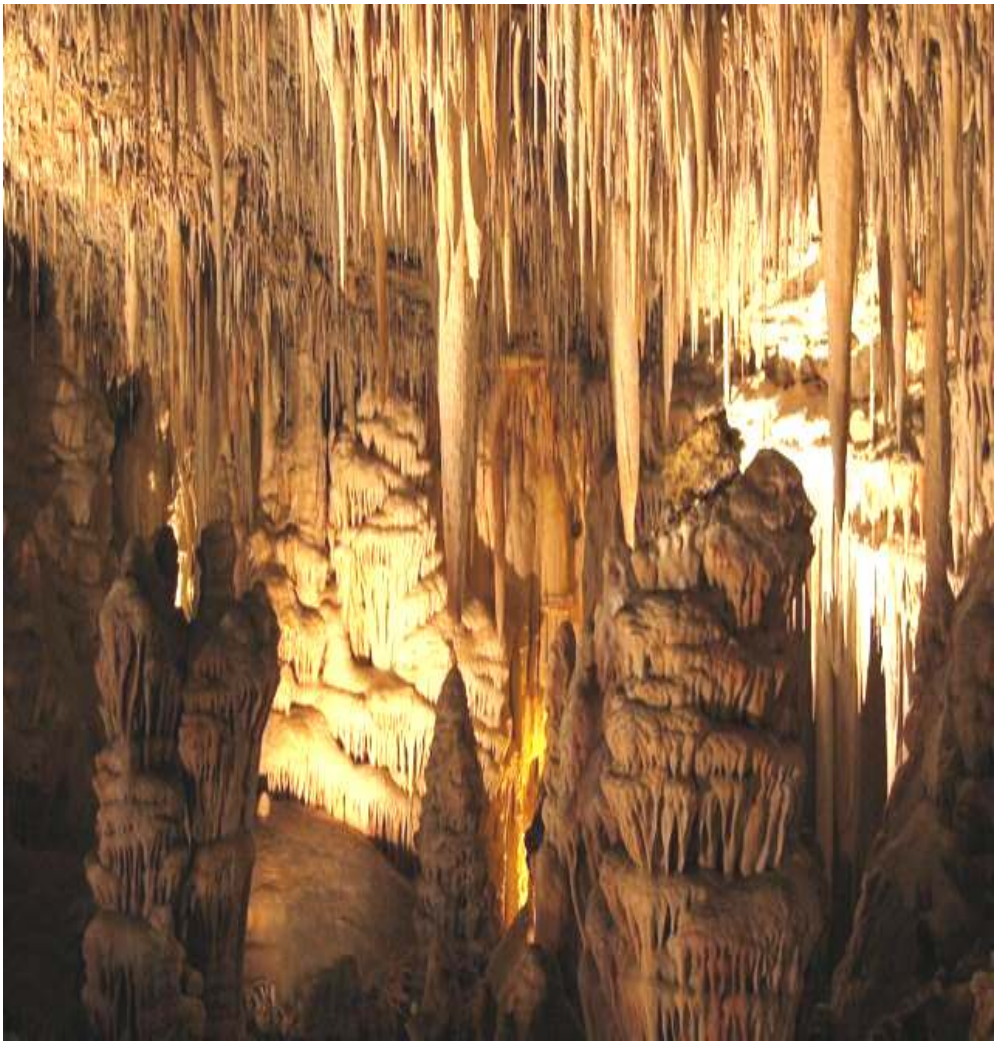
وللمياه الجوفية أثر كبير في الحياة النباتية فوق سطح الأرض وذلك بما تتركه من اثر في تزويد جذور النباتات بالمياه من باطن الأرض ، اذ تعد المكامن الجوفية مصدراً للمياه تمد الأشجار جذورها نحو الأعماق الى ان تصل الى هذه الأماكن ، وتزداد أهمية مكامن الماء الجوفي لجذور النباتات في المناطق الصحراوية التي تمتاز بمناخ جاف ، لذلك نرى ان النباتات الصحراوية على اختلاف أنواعها تمتاز بعظم تكوينها الجذري ، اذ تمتد جذورها أفقياً ورأسياً لمسافات كبيرة ، لكي تكتسب من التربة اكبر قدر من الرطوبة ، ولكي تصل الى مستوى المياه الجوفية ، ولذا تنمو متباعدة ، ويعد هذا التباعد وسيلة أخرى من وسائل التأقلم مع ظروف الجفاف ، اذ يغطي كل نبات مساحة واسعة من الأرض يستطيع ان يمتص منها الرطوبة سواء من سطح الأرض ام من جوفها من المياه الجوفية[3] .

---

(1) روبرت .ج. فوستر ، مصدر سابق ، ص 360 .

(2) محمد متولي ، مصدر سابق ، ص 224 .

(3) محمد صفي الدين ابو العز ، مصدر سابق ، ص 269 .



الشكل (64)الأشكال الأرضية المتكونة بفعل المياه الجوفية

ومن ناحية أخرى فإن للمياه الجوفية أثراً كبيراً على الحياة فوق سطح الأرض من خلال إسهامها بالدورة المائية العامة التي تؤدي الى حدوث التساقط المطري الذي له أهمية كبيرة في تشكيل مجاري الماء السطحي والجوفي ، وقد أوضح ذلك العلم الحديث الذي وجد ان هناك دورة مائية عامة بين الغلاف الغازي واليابس والمحيطات والتي تبدأ بسقوط الماء من الجو الى الأرض مطراً او جليداً او برداً او ثلجاً ويتجمع فوق الأرض ، ويذهب قسم منه بين الفتحات الموجودة في شقوق سطح الأرض ، في حين لا يصل القسم الآخر

من الماء يصل الى سطح الأرض مطلقاً فقد يتبخر وهو في الجو ، ويبدأ الماء الموجود على السطح في البحيرات والأنهار والمسطحات المائية بالتبخر .

ويتعرض الماء الذي يصب في التربة الباطنية الى الفقدان اذ يستهلك بعضه النباتات ، أما الباقي فإما يجري فوق السطح او مباشرة تحتها الى المسطحات المائية المفتوحة او يجري منحدراً خلال طبقة التهوية العليا حتى يصل سطح المياه الجوفية ويزيد من مخزونها ، وبجريان المياه الجوفية مع انحدار سطح الأرض تظهر المياه ثانية على السطح مرئية إما ينابيع او انها لا تكون مرئية بل مياهاً جوفية تجري في انهار وبحيرات ، ثم تتوحد الجداول الصغيرة مشكلة انهاراً كبيرة حاملة المياه الى البحر ، وهنا تعيد عملية التبخر الماء الى الجو وتبدأ الدورة المائية من جديد[1] ،لاحظ الشكل(65).

الشكل (65) دورة الماء في الطبيعة

(2) L.Huisman, o.p. cit , pp 2-3 .

إذن فللمياه الجوفية أثر واضح في تغذية مجاري المياه السطحية التي تعد من المصادر الرئيسة للمياه على سطح الأرض ، كذلك فهي تسهم ايضا في الدورة المائية العامة بما يتعرض له الماء الجاري على الأرض من تبخر يرجع بفعله الى الغلاف الغازي حيث يتزل من السماء بأشكال مختلفة من ماء وثلج وبرد.

ثالثا : الرياح :

تعمل أشعة الشمس الواصلة إلى سطح الأرض إلى اختلاف الحرارة مما يودي إلى اختلاف الضغط الجوي ونتيجة لذلك تنشأ الرياح التي تتمثل بحركة الهواء المتحرك فوق سطح الأرض[1]، وخلال حركتها تعمل على نحت وإزالة أجزاء سطح الأرض ونقلها من المناطق التي تكونت وارسابها في أماكن جديدة ، وتشمل عملية النحت أو الهدم رفع المواد ونقلها [2] ، لاحظ الشكل (66).

الشكل (66) تأثير الرياح على نقل الأتربة في المناطق الصحراوية

(1) خروموف س.ب ، الطقس والمناخ والأرصاد الجوي ، ج2 ، مصدر سابق ، ص 32 .
(2) عبد العزيز طريح شرف ، الجغرافيا الطبيعية ، مصدر سابق ، ص ص 271-272 .

وقد دلت الدراسات الحديثة على أن هذه المواد الناعمة قد تتعلق في الهواء لمدة طويلة نسبياً، وهذا يحدث عند انتقال الغبار والأتربة ، والمعتاد هو أن لا يزيد قطر الحبيبات التي تنقل بهذه الطريقة عن (0,2) مليمتر، وتستطيع الرياح أن تنقل الغبار الناعم لمسافات كبيرة، وقد يبقى بعضه عالقاً في الجو لمدّة طويلة من الزمن قد تصل لعدّة أشهر [1] ثم يبدأ هذا الغبار بالترسيب في أماكن مختلفة من سطح الأرض ليكون لنا أشكالا تضاريسية جديدة ،لاحظ الشكل (67).

الشكل(67) صخور خالية من الأتربة لتعرضها للتعرية الريحية

(1) وفيق حسين الخشاب، علم الجيومورفولوجيا، مطابع جامعة بغداد، بغداد، 1978، ص224.