الباب الرابع:

الموارد المائية Wateriness resources

الفصل الأول: دورة الماء في الطبيعة والعوامل المؤثرة فيها.

الفصل الثاني: المياه العذبة.

الفصل الثالث: البحار والمحيطات.

الفصل الرابع: استعمالات الموارد المائية.

الفصل الخامس: مشاكل الموارد المائية.

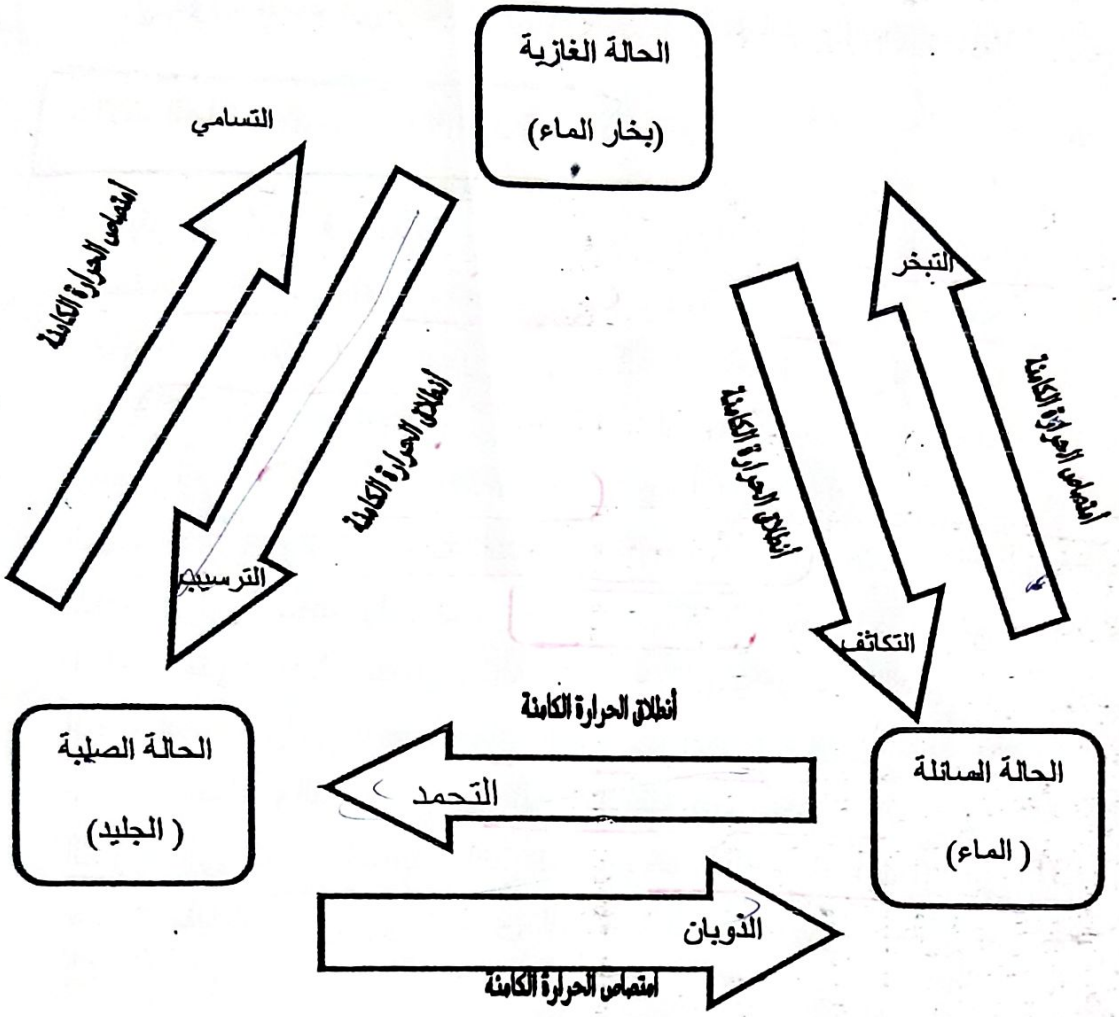
الفصل الأول:

دورة الماء في الطبيعة والعوامل المؤثرة فيها Water cycle

حالات الماء States of Water :

يتواجد الماء في ثلاثِ حالات هي: الحالة الصلبة ويمثلها الجليد ice، والحالة السائلة ويمثلها الماء Water، والحالة الغازية ويمثلها بخار الماء Water Vapor، وإن التغير من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة يسمى بعملية الذوبان Melting، والتغير من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية فيسمى بعملية التبخر Evaporation، بينما التغير من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية فيسمى بعملية التسامي Sublimation، وتتطلب تلك العمليات طاقة حرارية لحدوثها تسمى بالحرارة الكامنة، التي تخزن في جزيئات الماء. ومتى يحدث التغير بحالة معاكسة كأن يكون من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة والتي تسمى بعملية التجمد Freezing، ومن الحالة الغازية إلى الحالة السائلة والتي تمسى بعملية التكاثف Condensation، ومن الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة والتي تسمى بعملية الترسيب Deposition، فإن هذه العمليات تؤدي إلى انطلاق الحرارة الكامنة إلى المحيط العام. يلاحظ شكل (١٩).

شكل (١٩) حالات الماء وامتصاص الطاقة الحرارية، أو انطلاقها اعتماداً على التغير من حالةٍ إلى حالة.



المصدر : **Alan Strahler and Arthur Strahler, Physical geography, Second edition, John Wiley and sons, inc, 2002, P.134.**

دورة الماء في الطبيعة Water cycle:

يقدر حجم المياه بأشكالها الثلاث الغازية والسائلة والصلبة في الكرة الأرضية، والغلاف الغازي بنحو ١,٣٨٦,٠٠٠,٠٠٠ كيلو متر مكعب[1]. تكون مياه البحار والمحيطات نحو ٩٧%، والثلج والجليد نحو ٢%، بينما تمثل المياه الجوفية، ومياه الأنهار، والبحيرات، وبخار الماء نحو ١%

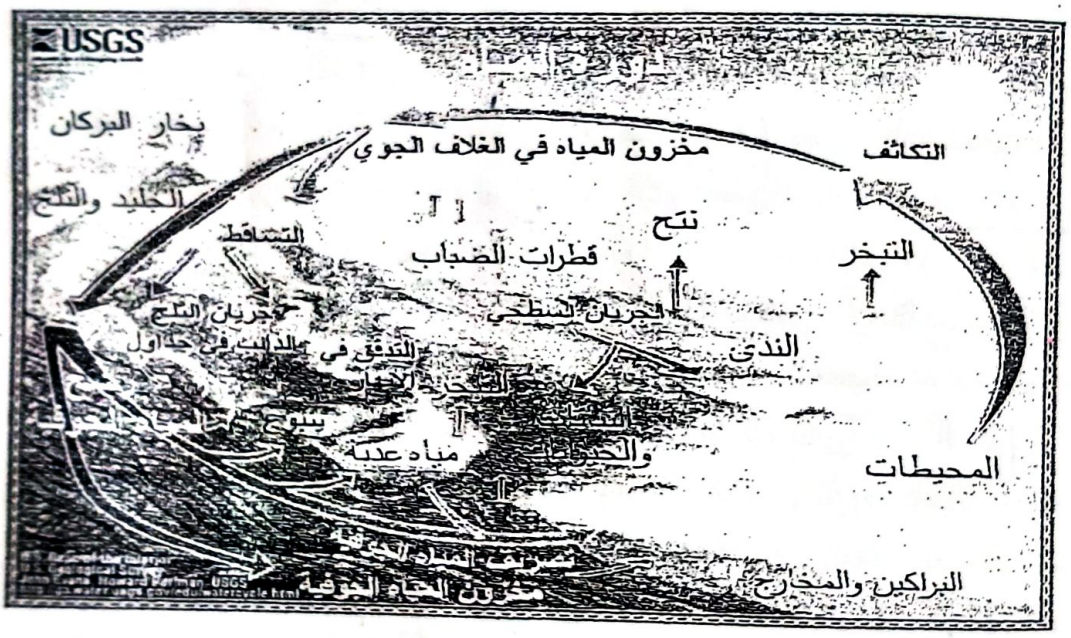
---

[1] http://ga.water.usgs.gov/edu/earthhowmuch.html.

فقط[1]. وأثبتت الدراسات الحديثة إن ما يدخل من المياه المذكورة في الدورة المائية تصل كميته إلى ٥٢٠ ألف كم٣، وهي كمية محدودة من مجموع الماء على كوكب الأرض، إلا أن هذه الكمية هي التي تبقي الحياة على سطح الأرض[2].

تتكون دورة الماء في الطبيعة أو الدورة الهيدرولوجية من عدة أجزاء، حددتها دائرة المساحة الجيولوجية الأمريكية بنحو ١٥ جزء، والتي يمكن توضيحها على النحو الآتي، يلاحظ شكل (٢٠):

شكل (٢٠) دورة الماء في الطبيعة.



المصدر:
http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclearabic.html

---

(١) عبد الرحمن الطيب عبد الحفيظ، المقننات المائية لبعض المحاصيل البستانية وأشجار الفاكهة في السودان، مجلة الاحتياجات المائية للمحاصيل والأشجار في المناطق البيئية العربية المختلفة، مطبعة اتحاد مجالس البحث العلمي العربية، بغداد، ١٩٨٨، ص١٤٢.

(٢) حسن أبو سمور وحامد الخطيب، جغرافية الموارد المائية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ١٩٩٩، ص١٤.

مع تعارف

١: المياه المخزنة في المحيطات Water storage in oceans:

تتعرض كمية الماء الموجودة في المحيطات لتغييرات على مدى فترات طويلة من الزمن. وتتشكل خلال الفترات المناخية الباردة مزيدا من الأنهار والمجاري الجليدية، مما يؤدي إلى انخفاض مستوى الماء في المحيطات والعكس صحيح خلال الفترات المناخية الدافئة. وكان مستوى الماء في المحيطات خلال العصر الجليدي الماضي أقل بنحو ١٢٢ متراً (٤٠٠ قدم) عن معدل اليوم. وقبل حوالي ٣ مليون سنة، عندما ارتفعت درجة حرارة جوف الأرض، ارتفع مستوى الماء في المحيطات إلى أعلى بمعدل بلغ ٥٠ متراً (١٦٥ قدم). وتساهم المحيطات بما نسبته نحو ٩٠% من المياه المتبخرة التي تذهب إلى الدورة الهيدرولوجية[1].

٢: التبخر Evaporation: تعد عملية التبخر التي تحدث في المحيطات الطريقة الرئيسة لانتقال الماء إلى الغلاف الجوي. وتتيح المساحات الشاسعة التي تغطيها المحيطات المجال لحدوث تبخر على نطاق واسع. وتعتبر كمية الماء المتبخرة هي تقريباً نفس كمية الماء التي تعود إلى الأرض كأمطار، حسب القياس العالمي، برغم أن هذه الكميات تختلف من الناحية الجغرافية. وتعد عملية التبخر الأكثر شيوعاً على نطاق المحيطات بالمقارنة مع الأمطار، في حين أن الأمطار هي التي تسود بشكل أكبر على اليابس. وتسقط معظم المياه التي تتبخر من المحيطات مرة أخرى إليها كأمطار. وحوالي ١٠% فقط من الماء المتبخر من المحيطات ينتقل إلى اليابس لتسقط كأمطار. وبمجرد تبخرها فإن جزيء الماء الواحد يمضي نحو ١٠ أيام في الجو[2]. ويحدث التبخر بعد سقوط الاشعاع الشمسي على سطح الارض من يابس وماء، فان سطح الارض يمتص الاشعاع الشمسي القصير الموجه، ويحوله الى اشعاع حراري طويل الموجه، يشعه في اتجاهات مختلفة، وان عملية الامتصاص ترفع درجة حرارة ذلك الجسم، فتؤدي الى تبخر ما فيه من رطوبة. وتختلف كمية المياه المفقودة بالتبخر من مكان الى آخر، وفقا لعدة عوامل:

---

(1) http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclearabic.html.
(2) I bid.

أ: عناصر الطقس: وتتمثل اولا بالاشعاع الشمسي، إذ يزداد التبخر بزيادة كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض، كما تزداد مع كبر زاوية السقوط، وطول النهار، والعكس صحيح ويعد الإشعاع الشمسي العامل الأساس المحرك لدورة الماء في الطبيعة، وبدونه لايمكن لدورة الماء في الطبيعة أن تحدث فهو العامل الديناميكي لها، (إذ أن دورة الماء في الطبيعة تتطلب كمية هائلة من الطاقة تبلغ نحو ٤٠٠ ألف طن / واط من اجل تبخر الماء على سطح الكرة الأرضية، ويبلغ ما يحتاجه اليابس لوحده في عملية التبخير نحو ٥٠ ألف طن / واط، وهذا يمثل ٥٠ ألف ضعفا للطاقة الكهربائية المستغلة فعلا في العالم سنة ١٩٨٦ [١]). لذا ان التبخر يزداد مع ارتفاع درجات الحرارة، ويقل بانخفاضها. اما مع الضغط الجوي فبزيادة الضغط الجوي يقل التبخر، وذلك لثقل الهواء فوق السطح، إذ أن جزيئاته تكون متقاربة مع ارتفاع الضغط الجوي لانضغاطه والذي يقلل من الفراغ الموجود بين الجزيئات، في حين بانخفاض الضغط الجوي يزداد تخلل الغازات فيه لتمدد الهواء فيكون المجال مفسوحا لمزيد من بخار الماء، لذا يزداد التبخر وفقاً لذلك. بينما يزداد التبخر مع زيادة سرعة الرياح، ويقل التبخر بانخفاض سرعتها، لأن الرياح تعمل على إزاحة الهواء الرطب وجلب هواء اجف يحل محله، كما إن لجهة هبوب الرياح دورا مهما في زيادة التبخر أو نقصانه، فالرياح القادمة من جهات رطبة تقلل من عملية التبخر، بينما تزيد الرياح من التبخر إذا كانت قادمة من جهات جافة لايقتصر الأمر على هذه العناصر فللرطوبة النسبية دورها، إذ انه مع ارتفاع الرطوبة النسبية يقل التبخر، لاسيما إذا وصلت حد الإشباع، إذ أن الهواء لا يستقبل جزيئات أخرى من بخار الماء لتشبعه. (وإذا لم يكن الهواء مشبعاً فأن جزيئات الماء تنتشر حتى يصبح حجم الهواء مشبعاً. وهذه العملية تستمر ما دام ضغط البخار في الهواء الحر أقل من ضغط الحجم المشبع على السطح [٢])، كذلك يزداد التبخر إذا كان ضغط بخار الماء منخفضاً فأنه يؤدي إلى زيادة انتقال جزيئات بخار الماء إلى الهواء بينما

---

[١] خالص حسني الاشعب وأنور مهدي صالح، مصدر سابق، ص١٦٦.

[2] Albert Miller, Elements of Meteorology, Fourth edition, Published by Charles E. Merrill Publishing Company and Howell Company, USA, 1983, P.98.

يقل التبخر مع زيادة ضغط بخار الماء لأنه يؤدي إلى قلة عملية انتقال جزيئات الماء على شكل بخار إلى الهواء المحيط.

ب: صفات المياه: ويقصد بها نوعية المياه ودرجة ملوحتها، وعمق المسطحات المائية ومساحتها. إذ تسبب زيادة تركيز الأملاح في المياه بمقدار ١% إلى قلة عملية التبخر بمقدار ١%، لذلك فان تبخر مياه المحيطات تكون اقل من تبخر المياه العذبة بنسبة تتراوح بين ٢% - ٣%، كما تؤثر كمية المواد المعلقة في المياه على معدل التبخر فيها. إذ يقل التبخر بزيادة كمية المواد المعلقة، لان مايتعرض من الإشعاع إلى الانعكاس يكون على حساب الممتص، فتقل درجة الحرارة تبعا لذلك. أما من حيث عمق المسطحات المائية، فله تأثيره على توزيع درجات الحرارة على أعماق مختلفة من كتلة الماء، لذا إن المسطحات المائية الضحلة يتطابق توزيع درجات الحرارة في قطاعها العمودي بين السطح والأعماق، ومن ثم فان ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة يتطابق مع ارتفاع وانخفاض درجات حرارة الهواء خلال فصول السنة، لذا يكون التبخر على أشده في فصل الصيف، ويكون في حده الأدنى في فصل الشتاء. أما المسطحات المائية العميقة التي تتصف بسمك كتلتها المائية، فان هذا يسبب اختلاف توزيع درجات الحرارة المكتسبة من الإشعاع الشمسي خلال قطاعها العمودي، إذ تستلم الطبقات العليا من المياه كمية اكبر من الإشعاع مقارنة بالطبقات السفلى، فتكون درجة حرارتها أكثر لاسيما صيفا، فتتكون تيارات حمل تعمل على تسخين الطبقات السفلى من المياه، وبسبب ازدياد كتلة الماء يكون هناك بطيء في عملية التسخين، فينخفض معدل التبخر من المياه[1]. أما من حيث اختلاف معدلات التبخر وفقا لاتساع المسطحات المائية، فهناك تناسب طردي بينهما، إذ يزداد التبخر مع زيادة اتساع المسطحات المائية ويقل التبخر مع قلة اتساع المسطحات المائية.

ج: خواص التربة: تختلف كمية المياه المتبخرة من مكان إلى آخر وفقا للمحتوى الرطوبي للتربة، فمعدل التبخر من التربة المشبعة بالماء يساوي معدلات التبخر من المسطحات المائية، بينما يفوق معدل التبخر من التربة الجافة. كذلك يؤثر عمق الماء الجوفي على معدل التبخر من التربة، فالتبخر يكون عاليا إذا كان منسوب الماء الجوفي ليس عميقا، بينما يقل التبخر مع

(١) آزاد محمد امين النقشبندي وتغلب جرجيس داود، مصدر سابق، ص٢٣٨، ٢٣٩.

زيادة عمق الماء الجوفي[1]. كما إن لخصائص التربة الفيزيائية دورا مؤثرا على التبخر من حيث نسجتها، وبنيتها، ومساميتها، ونفاذيتها، ولونها، وأحسن مثال لذلك هو التربة الرملية والتربة الطينية اللتان تختلفان في خصائصهما، فالترب الرملية وبسبب صفاتها التي تمتاز بها من نسجة خشنة ومسامية قليلة ونفاذية كبيرة، فأن ذلك يؤدي إلى أن يكون التبخر منها أكثر مما في التربة ذات النسجة الناعمة والمسامية الكثيرة والنفاذية الأقل كالترب الطينية. كما أن للون التربة تأثير مهم في مقدار المعكوس والممتص من الإشعاع الشمسي وحصول الطاقة الحرارية، إذ أن الترب الفاتحة اللون تعكس من الإشعاع أكثر من الترب الغامقة، بينما الترب الغامقة تمتص من الإشعاع أكثر من الترب الفاتحة اللون، ولهذا دور في ارتفاع حرارة الترب الغامقة بأكثر من الترب الفاتحة وهذا يؤدي إلى زيادة التبخر من الترب الغامقة، وانخفاضه في الترب الفاتحة اللون[2].

٣. المياه الموجودة في الغلاف الجوي Water in the atmosphere:

رغم أن الغلاف الجوي لا يشكل مستودعاً كبيراً للماء، إلا أنه يعد "مساراً كبيراً" يستخدم لنقل الماء حول العالم. وعادة ما توجد هنالك مياه بصفة دائمة داخل الغلاف الجوي. وتعد السحب شكلاً من أشكال الرطوبة الجوية التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة، ومع ذلك فإن الهواء النقي يحتوي على مياهاً على هيئة ذرات صغيرة يتعذر رؤيتها. ويصل حجم الماء الموجود في الغلاف الجوي في أي وقت إلى ما مقداره نحو ١٢٩٠٠ كيلومترا مكعبا. وإذا سقطت كل المياه الموجودة في الغلاف الجوي مرة واحدة كأمطار فإنها ستغطي الأرض بعمق يصل إلى ٢,٥ سم نحو ١ بوصة[3].

٤. التكاثف Condensation: بعد ارتفاع بخار الماء في الهواء يصل الى ارتفاعات معينة، تنخفض فيها درجة حرارته، فيتكاثف مشكلا الغيوم، التي تتكون من قطرات ماء ميكروسكوبية صغيرة جدا. وربما يحصل التكاثف بالقرب من سطح الارض نتيجة انخفاض درجة الحرارة الى نقطة الندى التي

---

(١) نفس المصدر، ص٢٣٩، ٢٤٠.

(٢) سلام هاتف احمد الجبوري، مصدرسابق، ص١٣٣.

(3) http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclearabic.html. op. cit.

يحصل عندها التكاثف الى الاشكال المعروفة من الندى والضباب والصقيع والتي تساهم بشكل او بآخر في الدورة الهيدرولوجية.

٥: **التساقط Precipitation:** يحدث التساقط بعد حصول التكاثف على ارتفاعات معينة في الغلاف الغازي، ويكون في اشكاله الثلاثة وهي الامطار والثلوج والبرد، ويحدث التساقط بعد عجز التيارات الهوائية عن حمل الجزيئات الصلبة والقطرات المائية الثقيلة.

٦: **المياه المخزنة على هيئة جليد وثلج Water storage in ice and snow:** يعد الماء المخزن منذ فترات طويلة في الكتل والأنهار الجليدية والثلجية جزءاً لا يتجزأ من دورة الماء. وتستحوذ أنتاركتيكا على حوالي ٩٠% من الكتلة الجليدية الموجودة في العالم، بينما تحتوي الغطاءات الجليدية في جرين لاند على ١٠% من إجمالي الكتلة الجليدية العالمية. ويصل سمك الغطاء الجليدي في جرين لاند إلى حوالي ١٥٠٠ متر (٥٠٠٠ قدم)، وربما يصل سمكه إلى ٤٣٠٠ متر (١٤٠٠٠ قدم)[1].

٧: **ماء الثلوج الذائب في مجاري الأنهار Snowmelt runoff to streams:** يعد ذوبان الثلوج احد مصادر مياه الانهار، اذ ان كثيرا من الانهار يزداد تصريفها مع ذوبان الثلوج في فصل الربيع، وينخفض تصريفها مع حلول فصل الجفاف. لذا ان ماء الثلوج المذابة والتي تزود الانهار بمياهها يعد احد اجزاء دورة الماء في الطبيعة.

٨: **ماء المطر الجاري فوق سطح الأرض Surface runoff:** كثير من ماء المطر الجاري على سطح الارض ينتهي الى مجاري الانهار، ومنه ما يتسرب الى داخل التربة على شكل اخوار ليجد طريقه الى المحيطات.

٩: **مجاري الأنهار Streamflow:** ان مياه الانهار ينتهي بها المطاف الى ان تصب في البحار والمحيطات، لذا فهي تعد احد مصادر مياه هذه المسطحات الواسعة، واحد اجزاء دورة الماء في الطبيعة.

---

[1] I bid.

ان تدفق المجاري المائية متنير دائما من يوم إلى يوم وحتى من لحظة إلى لحظة. وبطبيعة الحال فإن أهم عامل يؤثر على تدفق المجاري المائية هو سقوط الأمطار. وتتفاعل الأنهار وفقا لحجمها بشكل مختلف مع العواصف والأمطار. فالأنهار الكبيرة يكون صعود وهبوط المياه فيها بمعدل أبطأ من الأنهار الصغيرة. إذ يمكن أن تسبب عاصفة تدفق نحو ١٠٠ مرة من الماء الكثير، لذا فان النهر الصغير سترتفع وتنخفض فيه المياه ربما في غضون دقائق أو ساعات.لكن قد يستغرق عدة أيام في الأنهار الكبيرة في الارتفاع والانخفاض، والفيضانات يمكن أن تستمر لعدة أيام، لان عملية جمع المياه التي سقطت على بعد مئات الأميال من المنبع تستغرق عدة أيام[1].

١٠: **المياه العذبة المخزنة Freshwater storage:** تشمل المياه العذبة المخزنة كلا من المجاري المائية، والاهوار والمستنقعات، والبحيرات، والأراضي المنخفضة الرطبة المحتوية على ماء عذب.

١١: **التسرب Infilteration:** تتسرب بعض المياه التي تسقط كأمطار أو جليد إلى داخل التربة والصخور تحت السطح، وتتوقف الكمية المتسربة على عدة عوامل، ويمكن أن تكون كمية الماء المتسربة، جراء الأمطار التي تسقط على الغطاءات الجليدية في جرين لاند، ضئيلة للغاية. كما يمكن ان يحدث التسرب من نوع آخر كما في اختفاء أحد المجاري المائية داخل أحد الكهوف في ولاية جورجيا بالولايات المتحدة الأمريكية، وهذا يعني أن أي مجرى مائي يمكن أن يتلاشى داخل المياه الجوفية. وبعض المياه التي تتسرب تبقى داخل طبقة التربة الضحلة، حيث يمكن أن تصبح مجرى مائي من خلال التسرب إلى داخل حوض المجرى. ويمكن أن يتسرب بعض من هذه المياه إلى مسافات أعمق لتغذية مستودعات المياه الجوفية. وإذا كانت هذه المستودعات المائية ضحلة أو مسامية بما فيه الكفاية لتسمح للماء بالتحرك بسهولة من خلالها فإنه يمكن للناس حفر الآبار داخل المستودعات المائية الأرضية، واستخدام الماء في أغراضهم الخاصة. ويمكن أن تنتقل المياه إلى مسافات طويلة، أو البقاء في مستودع المياه الجوفية لفترات

[1] http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclestreamflow.html.

طويلة من الزمن قبل، أن تعود إلى سطح الأرض، أو التسرب إلى داخل الأجسام المائية الأخرى، مثل المجاري المائية والمحيطات[١].

١٢. **المياه الجوفية المتدفقة Ground water discharge:** يتسرب جزء من مياه التساقط التي تسقط على الأرض إلى جوف الأرض لتصبح مياهاً جوفية. وبمجرد وجودها في جوف الأرض ينتقل بعضها إلى المناطق القريبة من سطح الأرض، ويخرج بسرعة كتصريف إلى أحواض المجاري المائية، إلا أنه نظراً للجاذبية الأرضية فإن غالبيتها يستمر في التسرب إلى مسافات أعمق داخل جوف الأرض. وإن اتجاه وحركة المياه الجوفية وسرعتها تحددهما الخصائص المختلفة للمستودعات المائية الأرضية والطبقات الصخرية الحاجزة في الأرض. وتعتمد المياه التي تتحرك تحت الأرض على قابلية نفاذ ومسامية الصخور تحت السطحية. وإذا سمحت الصخور للمياه بالتحرك بحرية نسبياً، ففي هذه الحالة يمكن للمياه الجوفية أن تنتقل إلى مسافات طويلة خلال أيام معدودة. ومع ذلك، فإن المياه الجوفية يمكن أيضاً أن تتسرب إلى مسافات أكثر عمقاً داخل المستودعات المائية الأرضية حيث تستغرق آلاف السنين لتعود مرة أخرى إلى البيئة[٢].

١٣. **الينابيع Springs:** هي مكان يتدفق منه الماء نحو السطح بصورة طبيعية، وفي كثير من الاحيان تتواجد هذه الينابيع في وديان الانهار والاخاديد والمسيلات. وتختلف الينابيع عن بعضها اعتمادا على طبيعة الصخور الحاوية للماء من حيث المسامية والشقوق والانكسارات ومدى انكشاف ضفاف النهر وسفوحه وغير ذلك من العوامل، وقد يتدفق الينبوع بشكل هادىء على صورة انهار، واحيانا يظهر على شكل نهر منفرد واضح القوة والنشاط، وقد تظهر على شكل تيار شديد منفرد نحو الاعلى، وتعد الينابيع احدى اجزاء دورة الماء في الطبيعة[٣].

---

(1) http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclearabic.html. op. cit.

(2) I bid.

(٣) وفيق حسين الخشاب واحمد سعيد حديد ومهدي محمد علي الصحاف، علم الجيومورفولوجيا، ج١، مطبعة جامعة بغداد، بغداد، ١٩٧٨، ص٢٠٥.

١٤: النتح Transpiration: النتح هو تبخر الماء من أوراق النبات، وأشارت التقديرات إلى أن حوالي ١٠% من الرطوبة الموجودة في الغلاف الجوي مصدرها النتح من النباتات. وإن النتح عملية يتعذر رؤيتها بالعين المجردة. ويمكن لورقة النبات خلال موسم النمو أن تفقد بالنتح عدة مرات مايفوق وزنها. ويمكن أن يفقد فدان من محصول القمح حوالي ١١,٤٠٠ – ١٥,١٠٠ لتر من الماء أي نحو (٣,٠٠٠ - ٤,٠٠٠) كالون في اليوم. وتستطيع شجرة البلوط الكبيرة أن تفقد بالنتح نحو ١٥١,٠٠٠ لتر (٤٠,٠٠٠) كالون في السنة[1]. ويتأثر النتح بعدة عوامل منها مناخية وأخرى تخص التربة وثالثة تتعلق بأنواع وطبيعة النباتات ورابعة تتمثل بالعامل البشري.

١٥: المياه الجوفية المخزنة Ground-water storage: خزنت كميات كبيرة من المياه في باطن الأرض. ومن صفات الماء يكون في تحرك دائم، وربما ببطء شديد، وهذا يعد جزءاً من دورة المياه. وان معظم المياه في باطن الأرض مصدرها الأمطار التي تتسرب من سطح الأرض. وتكون الطبقة العليا من التربة هي منطقة غير مشبعة، حيث تكون المياه موجودة في كميات مختلفة تتغير مع مرور الوقت، ولكن لاتصل التربة فيها حد التشبع. وفي أدنى من هذه المنطقة توجد منطقة الطبقة المشبعة، حيث تكون كل المسام، والشقوق، والمسافات بين جزيئات الصخور مشبعة بالماء، وهنا يستخدم مصطلح المياه الجوفية لوصف هذا المجال. وبتعبير آخر عن المياه الجوفية يستخدم مصطلح "طبقة المياه الجوفية" لوصف المياه الحاملة للتشكيلات قادرة على إنتاج ما يكفي من المياه لتزويد استخدامات الشعوب. إذ أن طبقات المياه الجوفية تشكل مستودعا كبيرا لمياه الأرض واستخدامات الناس في جميع أنحاء العالم اللذين يعتمدون على المياه الجوفية في حياتهم اليومية. ويتم تجديد المياه الجوفية من تسرب الأمطار التي تسقط على الأرض، ولكن هناك العديد من العوامل منها الجيولوجية والمناخية والطبوغرافية، والبشرية تحدد مدى ومعدل مليء خزانات المياه الجوفية بالماء. فالصخور لها خصائص مختلفة من مسامية ونفاذية، مما يعني أن المياه لا تتحرك في جميع الأنحاء

---

(1) http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclearabic.html. op. cit.

بنفس الطريقة في جميع الصخور. وهكذا، فإن خصائص تغذية المياه الجوفية تختلف في جميع أنحاء العالم[1].

تباين دورة الماء بين المحيطات واليابس:

تمثل المحيطات اكبر مخزن للمياه على سطح الكرة الأرضية، إذ يتبخر من هذا المخزن يوميا ما معدله ٨٧٥ كم^3 يوميا بينما يعود منه نحو ٧٧٥ كم^3 على هيئة أمطار، وما تبقى تنقله الرياح على هي أبخرة إلى سطح اليابس. أما اليابس فيفقد يوميا من المياه على شكل بخار ماء إلى الغلاف الغازي ما مقداره ١٦٠ كم^3، بينما يستلم اليابس ما مقداره ٢٦٠كم^3 على شكل أمطار، وهذه الكمية تمثل ما فقده سطح اليابس يضاف له ما نقلته الرياح على شكل بخار ماء من المسطحات المائية[2]. وتختلف الدورة المائية على اليابس فهي ليست سواء في قارات الكرة الأرضية. فبينما تقع قارة أمريكا الجنوبية بالدرجة الأولى من كمية التساقط السنوي على حساب التبخر، إذ أن ما يتبخر يبلغ سنويا ٣/٢ كمية التساقط، في حين قارتا استراليا وأفريقيا اللتان تعدان من القارات الجافة يشكل التبخر فيهما نحو ٤/٣ التساقط. إن ذلك يختلف ما بين مناطق القارات أيضا إلا انه عموما فانه بازدياد التساقط على التبخر دليل على جريان الماء السطحي، والعكس صحيح في ارتفاع نسبة التبخر على التساقط[3].

أهمية دورة الماء في الطبيعة:

للدورة الهيدرولوجية أهمية كبيرة يمكن إيجازها بهذه النقاط:

١. لها أهميتها في جعل الماء موردا متجددا.

٢. لها دورها في تنقية الماء من الأملاح والشوائب والملوثات.

٣. إنها تشكل نظاما طبيعيا مفتوحا.

---

(1) http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclegwstorage.html.

(٢) خالص حسني الاشعب وأنور مهدي صالح، مصدر سابق، ص١٦٢.

(٣) فاضل الحسني ومهدي الصحاف، أساسيات علم المناخ التطبيقي، مصدر سابق، ص١٦١.

٤) تعد عامل تبريد ضمن عمليات التبخر والذوبان والتسامي، ولهذا أهميته في تخفيض حرارة الصيف.

٥) تؤدي إلى انطلاق الحرارة الكامنة بسبب عمليات التكاثف والتجمد والترسيب، ولهذا أهميته شتاءا، لأنها تحول من الانخفاض الشديد في درجات الحرارة.

٦) إنها عملية متوازنة على المستوى العام على الكرة الأرضية، لايشوبها خلل، بمعنى آخر أن ما يتبخر يتساقط بنفس الكمية، ولو كان غير ذلك لحصل خلل كبير في توزيع الموارد المائية على سطح الأرض ولكان التساقط غيره حاليا.

٧) من أهميتها إن ما يستهلك من المياه من قبل الكائنات الحية يعود إلى الدورة المائية بدون أن ينقص منه شيء، عن طريق العرق والزفير والإفرازات الصلبة والسائلة للإنسان والحيوان والنتح للنباتات، وكذلك عند موت هذه الكائنات الحية.

عمليات التكاثف والتجمد والترسيب