

علم المياه

سحرامين كاتوت

سحرامين كاتوت

علم المياه

مع تحيات د. سلام حسين الهلالي salamhelali@yahoo.com



علم المياه

I

علم المياه

سحر أمين كاتوت

2008
دار دجلة

مع تحيات د. سلام حسين عويد الهلالي

<https://scholar.google.com/citations?>

[user=t1aAacgAAAAJ&hl=en](https://scholar.google.com/citations?user=t1aAacgAAAAJ&hl=en)

salamalhelali@yahoo.com

<https://www.facebook.com/salam.alhelali>

[https://www.facebook.com/groups/
/Biothesis](https://www.facebook.com/groups/Biothesis)

[https://www.researchgate.net/profile/
/Salam_Ewaid](https://www.researchgate.net/profile/Salam_Ewaid)

07807137614



تايوت حمل

1.....	علم المياه
3.....	تركيب الماء:
4.....	كيف يمكن للماء التماسك كمادة
6.....	عمر المياه
7.....	صفات الماء
10.....	الخاصية الشعرية
11.....	الماء في حياتنا
12.....	المياه ودورة الماء
13.....	دورة الماء
13.....	Hydrologic Cycle
15.....	مواصفات المياه الصالحة للاستعمال البشري ومعاييرها
15.....	أ - الخصائص الفيزيائية:
15.....	أسباب تلوث الماء:
16.....	كيفية قياس طعم الماء:
16.....	مسببات الرائحة والطعم في الماء
16.....	المواد الصلبة:
16.....	تقسم المواد الصلبة في الماء إلى:
17.....	درجة الملوحة
18.....	العكورة:
18.....	العوامل التي تعتمد عليها عكورة الماء:
18.....	ب- الخصائص الكيميائية:
18.....	1- الحموضة:
18.....	2- القلوية:
19.....	3- العسرة:
19.....	يصنف عسر الماء إلى نوعين:
19.....	تركيز الأملاح في الماء وحالة الماء فيها:
20.....	ج- الخصائص البيولوجية:
21.....	أ. المياه النقية الصالحة للاستعمال (Safe Water):
22.....	مياه الأمطار:
22.....	المياه السطحية:
23.....	المياه الجوفية:
23.....	المواد الملوثة الذائبة في الماء:
24.....	أولا: المكونات الأساسية
24.....	مجموعة البايكربونات (HCO_3^-):
25.....	كبريتات الكالسيوم والمغنسيوم:
25.....	أملاح الصوديوم (Sodium Salts):
25.....	ثانيا: المواد الثانوية:

26.....	الفلوريدات (Florides) :
26.....	الحديد (Fe^{-3} & Iron Fe^{-2})
27.....	أنواع المياه ومصادرها
27.....	Water Resources
27.....	المياه السطحية :
27.....	ملوثات المياه السطحية:
28.....	المياه الجوفية:
29.....	الإشعاع والمياه الجوفية:
31.....	مياه البحر :
32.....	المياه المخزنة في المحيطات
32.....	المحيطات في حالة حركة
33.....	التبخر
34.....	التكاثف
34.....	التكاثف في الهواء
34.....	التساقط
35.....	كيف تتشكل قطرات المطر
35.....	معدلات الأمطار تتفاوت جغرافياً على مدى الزمن
35.....	الارتشاح (تبخر الماء من أوراق النبات إلى الغلاف الجوي)
37.....	العوامل الجوية التي تؤثر على الارتشاح
37.....	وتوجد عدة عوامل تحدد معدلات الارتشاح:
38.....	تخزين الماء في الأنهار
38.....	والكتل الجليدية والثلجية
38.....	الثلوج والأنهار الجليدية تأتي ثم تذهب
38.....	مياه الجليد المذابة الجارية على سطح الأرض
39.....	المياه الجارية على سطح الأرض
39.....	حركة الماء في النهر:
40.....	أحواض الصرف المائي والأنهار:
41.....	مجرى الماء دائماً متغير
42.....	الماء العذب
42.....	على سطح الأرض
42.....	المياه تحت السطحية (تحت السطح)
44.....	الينبوع
45.....	ماء الينبوع ليس دائماً نقياً
45.....	الينابيع الحرارية
46.....	تحلية المياه
46.....	عوامل اختيار الطريقة المناسبة للتحلية:
46.....	أولاً: نوعية مياه البحر (تركيز الأملاح الذائبة الكلية) :
46.....	ثانياً : درجة حرارة مياه البحر والعوامل الطبيعية المؤثرة فيه:
46.....	ثالثاً : تكلفة وحدة المنتج من ماء وكهرباء:

46.....	وصف مبسط لمحطة تحلية:
47.....	طرق تحلية المياه المالحة
47.....	أولاً : تحلية المياه بطرق التقطير
47.....	أولاً: تحلية المياه بطرق التقطير
47.....	طرق التقطير، نذكر منها بعض الطرق المهمة:
48.....	2. التقطير الومضي متعدد المراحل:
48.....	3. (التقطير متعدد المراحل) متعدد التأثير:
48.....	4.التقطير باستخدام الطاقة الشمسية:
48.....	5.التقطير بطريقة البخار المضغوط:
50.....	الماء اليسر والماء العسر
50.....	الماء اليسر (S oft water) :
50.....	أما الماء العسر (Hard Water) :
51.....	الحديد في المياه:
51.....	يتواجد الحديد في المياه على شكلين و هما:
52.....	أهم طرق معالجة الحديد في المياه:
52.....	أحد التقديرات للتوزيع العالمي للمياه
54.....	الماء
54.....	وظاهرتي البرق والرعد
56.....	المياه المعدنية
56.....	الفرق بين مياه العيون والمياه المعدنية
58.....	أهمية استعمال المياه المعدنية :
59.....	فوائد العناصر الموجودة في المياه المعدنية:
60.....	البحث عن المياه المعدنية
62.....	تصنيف المياه المعدنية
62.....	1. مياه الكالسيوم (Calci Water) :
62.....	2. مياه المغنيسيوم (Magvesian Water) :
62.....	3.المياه الكبريتية (Suiphated Water):
63.....	التركيب الكيميائي للمياه المعدنية والعيون المائية
63.....	الأيونات السالبة:
66.....	المواصفات العالمية لمياه الشرب
66.....	لمواصفات الهيئات العالمية (مغم / لتر)
71.....	الماء
71.....	مورد ثمين قابل للنفاذ
72.....	الزراعة: المستهلك الأول للمياه
73.....	أدوات للنهوض بالإنتاج المروي والبعل
75.....	سياسات اليوم لضمان مياه الغد
76.....	المضخات المدارة بالقدم من آسيا لأفريقيا:
78.....	أبراج المياه وخزانات المياه
78.....	البرج (خزان ومضخة) :

80.....	الوظيفة والشكل:
80.....	تتعدد أشكال وأحجام أبراج المياه
80.....	ونأخذ هنا هذا البرج الضخم كمثال على تنوع أشكال أبراج المياه
80.....	حقيقة غريبة حول أبراج المياه:
82.....	قلة أو ندرة المياه
82.....	أسباب مشكلة قلة أو ندرة المياه:
82.....	حلول مشكلة قلة أو ندرة المياه:
82.....	يظن العلماء أن الحلول تكمن في عدة نقاط:
82.....	المحافظة على الماء
82.....	جميعنا يستخدم الماء بطرق مختلفة:
83.....	طرق توفير الماء في الداخل:
83.....	طرق توفير الماء في الخارج:
85.....	المستجمعات المائية الكبيرة
85.....	ونظم مياه
87.....	الماء حقائق ودراسات
89.....	متوسط مايفقده الإنسان من ماء يومياً
89.....	متوسط معدل الماء الذي يحصل عليه الإنسان من:
90.....	التعامل مع أنواع المياه المعبأة:
91.....	مصادر المياه والاستهلاك
92.....	تلوث المياه العذبة
92.....	ويمكن حصر العوامل التي تتسبب في حدوث مثل هذا التدهور في:
92.....	آثار تلوث المياه العذبة على صحة الإنسان:
93.....	المصادر الرئيسية لتلوث المياه:
94.....	المصادر الصناعية
94.....	مصادر الصرف الصحي
95.....	مكونات مياه الصرف الصحي
95.....	وهذه المركبات هي:
96.....	طرق معالجة مياه الصرف الصحي:
96.....	المصادر الزراعية
97.....	أضرار تلوث الماء على صحة الإنسان:
97.....	تلوث الماء ميكروبياً:
97.....	تلوث الماء كيميائياً:
98.....	ويمكن تلخيص أهم المواد الكيميائية التي تلوث المياه:
100.....	مؤشرات تلوث الماء
100.....	بالبكتيريا والفيروسات
100.....	أ) المؤشرات البكتيرية:
100.....	أهم المؤشرات البكتيرية:
101.....	ب) المؤشرات الفيروسية:
102.....	ومن هذا النوع من المؤشرات:

102.....	American Water Work Association & Water
103.....	الطحالب
103.....	الطحالب الحقيقية Euophycophyta
103.....	الطحالب الخضراء (Chlorophyta) The green algae
103.....	تصنيف الطحالب الخضراء :
103.....	يمكن تصنيف الطحالب الخضراء حسب التركيب الخضري إلى :
103.....	1- طحالب وحيدة الخلية متحركة أو غير متحركة :
104.....	2- مستعمرة طحلبية غير راقية:
104.....	3- مستعمرة طحلبية راقية:
104.....	5- الطحالب الثالوسية :
104.....	أماكن معيشتها :
105.....	الطحالب الخضراء وحيدة الخلية
105.....	كلاميدوموناس (Chlamydomonas)
105.....	هو طحلب بدائي وحيد الخلية
105.....	أماكن معيسته :
105.....	تركيب الطحلب :
106.....	التكاثر :
106.....	يتكاثر الطحلب :
107.....	الطور البالميلي Palmella stage :
107.....	أماكن وجودها:
107.....	التركيب:
107.....	الحركة :
107.....	تتحرك المستعمرة حركة جماعية نتيجة تحرك أهداب الخلية.
108.....	التكاثر:
108.....	التكاثر الجنسي Sexual reproduction :
108.....	مستعمرة فولفوكس (Volvox)
108.....	أماكن وجودها:
109.....	التركيب :
109.....	الخلايا المتخصصة في مستعمرة فولفوكس:
109.....	هناك أربعة أنواع من الخلايا المتخصصة.
109.....	1- الخلايا الجسدية (somatic cells) :
109.....	2- الجونيدات (gonidia) :
110.....	3- الأنثريدات (antheridia) :
110.....	4- الأوجونات (oogonia) :
110.....	التكاثر:
110.....	التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction :
110.....	التكاثر الجنسي Sexual reproduction :
111.....	ملحوظة

111.....	الطحالب ذات الشكل الخيطي (غير متفرع)
111.....	طحلب سبيروجيرا (Spirogyra)
111.....	وجوده:
111.....	التكاثر
112.....	التكاثر الجنسي sexual reproduction :
112.....	التزاوج السلمي (Scalariform conjugation) :
112.....	خطوات التكاثر الجنسي السلمي :
113.....	ملحوظة
113.....	التزاوج الجانبي (Lateral conjugation) :
114.....	المياه وما تنقله من أمراض
114.....	أهم الأمراض:
115.....	طرق تطهير المياه:
115.....	1.التطهير بالكلور (Chlorination) :
115.....	2.التطهير باليود والبرومين (Iodine And Bromine) :
115.....	3.التطهير باستخدام الأوزون (Ozone) :
116.....	تنقية الماء للشرب ومعالجته للأغراض الصناعية
116.....	تتم عملية تنقية الماء للشرب على مراحل كالآتي:
116.....	1.الترسيب (Sedimentation) ويشمل:
116.....	أهم المواد المستخدمة لهذا الغرض هي :
118.....	الأمطار الحمضية
119.....	البحيرات تموت...
124.....	الترسيب الحمضي الجاف:
124.....	حلول مقترحة لمشكلة المطر الحمضي:
126.....	الكتل الهوائية
126.....	وهناك أربعة أنواع رئيسية من الكتل الهوائية :
126.....	الكتل الهوائية القطبية القارية :
126.....	الكتل الهوائية المدارية القارية:
127.....	الكتل الهوائية القطبية البحرية:
127.....	أما الكتل الهوائية المدارية البحرية:
128.....	الجبهات الهوائية
128.....	وهناك نوعان رئيسيان من الجبهات:
128.....	جبهات باردة وجبهات دافئة.
129.....	جبهات باردة منتهية و جبهات دافئة منتهية:
129.....	العواصف
129.....	العواصف هي فترات من الجو القاسي ومن أنواعها:
129.....	1.العواصف الرعدية
129.....	العواصف الرعدية:
131.....	العواصف الشتوية:
131.....	العواصف الجليدية:

131.....	العواصف الثلجية:
131.....	الأعاصير اللولبية (التورناد):
132.....	الأعاصير الممطرة (أعاصير الهاركن):
132.....	العواصف الرملية:
132.....	تحدث في المناطق الصحراوية عندما تهب رياح قوية.
133.....	العواصف الرعدية:
133.....	وتتم السحب الرعدية بمراحل ثلاث خلال تكونها :
133.....	ويوجد هناك ثلاثة أنواع من السحب الرعدية وهي :
134.....	أما الظواهر الشديدة المصاحبة للعواصف الرعدية فتتمثل في الآتي :
134.....	3. البرد :
134.....	4. البرق :
135.....	التيارات النفثة:
136.....	الأعاصير:
137.....	مواصفات الأعاصير:
137.....	درجات الأعاصير:
137.....	تصنف الأعاصير إلى خمس درجات:
138.....	أسماء الأعاصير:
139.....	الآثار التدميرية للأعاصير:
139.....	حجم الإعصار وضد الإعصار:
140.....	اتجاه الإعصار وحركته:
140.....	أنواع الأعاصير:
141.....	الهاريكين- التيفون -الترنادو:
141.....	الهاريكين والتيفون:
141.....	يمكن تمييز ثلاثة أجزاء في الإعصار بها مطر:
142.....	درجات الحرارة أثناء مرور الإعصار:
142.....	درجات الحرارة أثناء مرور ضد الإعصار:
143.....	الاختلاف بين الأعاصير المدارية والانخفاضات الجوية:
143.....	المناطق المعرضة لدمار الأعاصير:
143.....	تحليل فيزيائي لولادة الأعاصير:
144.....	مواعيد الأعاصير:
145.....	موت الأعاصير:
145.....	تموت الأعاصير في الحالات الآتية:
146.....	الإعصار الحلزوني:
148.....	السحب:
149.....	للسحب أنواع كثيرة منها :
149.....	الأولى تسمى (سحب سمحاقية) :
149.....	والزمرة الثانية تسمى (سحب ركامية):
149.....	كيفية تكون السحب :
151.....	أما السحاب الاصطناعي فيمكن تكوينه بطرق مختلفة منها:

152.....	أشكال السحب كثيرة ومتنوعة
153.....	وهناك أشكال خاصة من السحب:
154.....	الرياح
155.....	أنواع الرياح :
156.....	1. الرياح التجارية :
156.....	2. الرياح العكسية :
156.....	ب - الرياح الأخرى :
156.....	1. الرياح الموسمية :
157.....	2. الرياح المحلية :
157.....	3 . نسيم البر ونسيم البحر :
158.....	انحراف الرياح :
158.....	اتجاهات الرياح :
158.....	الرياح الحرجة :
160.....	الغيوم
160.....	1- كمية الغيوم :
160.....	2- ارتفاع الغيوم :
160.....	و تقاس بالآتي:
160.....	3.حركة الغيوم :
160.....	أنواع الغيوم:
161.....	1.غيوم عالية (متوسط الارتفاع 5-12 كم):
161.....	2. غيوم متوسطة (متوسط الارتفاع 2-5 كم):
161.....	4. غيوم ذات نمو رأسي (متوسط الارتفاع التريوز - 5):
161.....	أجناس الغيوم :
164.....	الرطوبة
164.....	نسبة الخلط:
164.....	ضغط البخار:
164.....	محتوى الرطوبة (الرطوبة النوعية):
164.....	الرطوبة النسبية:
165.....	الرطوبة النسبية
165.....	العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية:
166.....	تأثير الرطوبة على الإنسان:
166.....	طرق قياس الرطوبة:
166.....	الطريقة الحرارية الديناميكية:
166.....	أ. طريقة التهوية الطبيعية أو الحرة (التبليد الدائم) :
166.....	ب. طريقة التهوية القصورية أو الإجبارية:
168.....	طرق تعتمد على تغير أبعاد المادة المسترطبة مثل (الشعر) :
168.....	أجهزة قياس نسبة الرطوبة:
169.....	المفاهيم المهمة أيضا في الرطوبة :
171.....	أ- ضغط بخار الماء الفعلي Actual Vapor Pressure :

171.....	ب- ضغط بخار الماء الإشباعي Saturation Vapor pressure :
173.....	السدود.....
174.....	أكثر الأسباب شيوعاً لبناء السدود هي:
174.....	أهم أجزاء السد :
176.....	السدود القديمة.....
177.....	السدود في العصور الإسلامية :
180.....	السدود الحديثة.....
180.....	أنواع الرئيسية للسدود هي:
182.....	كما تستخدم السدود المنشأة على الأنهار لأغراض أخرى، مثل:
182.....	السدود الكبيرة:
182.....	السدود تضر البيئة والبشر
183.....	السدود "تسبب" الاحتباس الحراري
183.....	تكنولوجيا نظيفة.....
186.....	أسرار المياه في القرآن.....
186.....	الماء الطهور والماء الفرات والماء الأجاج.....
186.....	القرآن يتحدث عن الماء المقطر.....
187.....	مواصفات ماء المطر:
189.....	الماء الأجاج:
190.....	وجه الإعجاز.....
192.....	التحديد القرآني لدور المياه في الحياة.....
194.....	الماء والأكسجين، وتنص على التالي:
194.....	1 . الإعجاز البياني.....
196.....	وعلى هذا فالخلاصة:
196.....	وهذا يعني:
196.....	ب- معنى حرف (من) في الآية الكريمة:
197.....	الإعجاز العلمي في الآية الكريمة:
197.....	أولاً: الماء العامل الأول الهام في إيجاد الحياة.
198.....	ثانياً: الأكسجين العامل الثاني الهام في إيجاد الحياة.
201.....	من آيات الله ...
201.....	الرعد يسبح بحمد الله.....
204.....	مصدر المياه على الأرض.....
204.....	الأعاصير في القرآن الكريم.....
206.....	المصادر والمراجع.....
207.....	مواقع انترنت:

علم المياه

Hydrology

المقدمة:

يتناول المياه وتوزيعها فوق الأرض وصفاتها وخصائصها الطبيعية والكيميائية وتفاعلها مع البيئة والكائنات الحية.

وقد أعلنت الأمم المتحدة أن العقد ما بين سنتي 2005 – 2015 هو عقد الماء لأجل الحياة "Water for Life" و أشار تقرير للأمم المتحدة إن خمس سكان كوكب الأرض يفتقدون المياه الصالحة للشرب بسبب سوء إدارة الموارد حيث يعيش فقراء العالم على أقل من جالونين ونصف من المياه في اليوم وهو ما يعادل واحد من ثلاثين من الاستهلاك اليومي للدول الغنية ، لأن 70 بالمائة من سطح الأرض ماء و97,5 بالمائة منها مياه مالحة في المحيطات والبحار و1 بالمائة مياه عذبة في الأنهار والبحيرات وباطن الأرض صالحة للاستخدام الأدمي و68,9 بالمائة من المياه العذبة فوق كوكبنا في شكل جليد . وجميع الحضارات القديمة قد نشأت حول ضفاف الأنهار بالقرب من مصادر المياه كما في الفرات بالعراق والنيل بمصر .

و حاليا أصبحت مشكلة المياه تنصدر هموم سكان العالم .

ف نجد أكثر من خمس سكانه يعانون من أزمة توفر المياه العذبة والنقية ، مما سيجعل الصراع القادم في العالم حول السيطرة على مصادر المياه ، و19 بالمائة من الكهرباء في العلم من قوة المياه (hydro-power)

الماء: اسم يطلق علي الحالة السائلة لمركب الهيدروجين والأكسجين .

وكان الفلاسفة الأقدمون يعتبرون الماء كعنصر أساسي لكل المواد السائلة وظل هذا الاعتقاد سائدا حتي القرن 18 .

ففي عام 1781 استطاع العالم الكيميائي البريطاني هنري كافنديش Henry Cavendish تخليق الماء بحرق الهيدروجين في الهواء محدثا

فرقة ولم تكن هذه التجربة معروفة حتى أتى الكيمائي الفرنسي أنطوان لافوازييه (Antoine Lavoisier) .

وأثبت أن الماء ليس عنصراً بل مركباً من الهيدروجين والأكسجين ثم اكتشف لعالمان الفرنسي جوزيف لويس والألماني الكسندر فون همبولدت أن الماء يتكون من حجمين من الهيدروجين وحجم من الأكسجين كما هما في التركيبة (H_2O) السائدة حالياً.

أي أن الماء يتكون من "جزيئات"، ويحتوي كل جزيء على ثلاثة ذرات عبارة عن 2 ذرة هيدروجين وذرة أكسجين .

وقطرة الماء الواحدة تحتوي على الملايين من هذه الجزيئات وكل الهيدروجين في الماء وزنه الجزيئي 1.

لقد وجد بالماء نسبة متدنية جداً من الماء الثقيل heavy water أو ما يسمى بأكسيد الديتيريم (D_2O) والديتيريم هو نظير الهيدروجين الذي وزنه الجزيئي 2 .

كما به آثار قليلة من أكسيد التريتيوم (T_2O) والتريتيوم نظير للهيدروجين وزنه الجزيئي 3.

فالهيدروجين هو أخف عناصر الكون، وأكثرها وجوداً به، حيث تصل نسبته إلى أكثر من 90 بالمائة، وهو غاز قابل للاشتعال.

والأكسجين غاز نشط يساعد على الاشتعال، ويكوّن حوالي 20 بالمائة من الهواء الجوي، وهو ضروري لتنفس الكائنات الحية، ويدخل في التركيب العضوي لجميع الأحياء، مع الهيدروجين والكربون.

وعلى الرغم من أن الهيدروجين غاز مشتعل، والأكسجين غاز يساعد على الاشتعال، إلا أنه عند اتحاد ذرتي هيدروجين مع ذرة أكسجين ينتج الماء الذي يطفئ النار.

ورغم أن الماء مكون من ذرات أكسجين إلا أنه ليس الأكسجين الذي تحتاجه الكائنات المائية الحية كالسمك والنباتات البحرية ، لأنها تعيش على الأكسجين الذائب كغاز في الماء.

والمياه الجارية في الأنهار والمحيطات والمجاري المائية بها نسبة أعلى من الأكسجين عما في المياه الراكدة بالبرك والمستنقعات التي تعيض بها أحياء مائية تستهلك الأكسجين بها.

وليس صحيحاً أن مياه الأمطار هي أنقى أنواع المياه العذبة.

فهي تحتوي على مـعدن مذابة من الرياح الملوثة وجسيمات من التراب وغازات مذابة كثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت كما في الأمطار الحمضية (acid rain) والجليد أثناء تكوينه يمتص من الجو غاز ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات الموجودة به ومواد عضوية وغير عضوية .

والمياه في انسيابها فوق قشرة الأرض تتفاعل مع المعادن في التربة والصخور وتذوب بالمياه السطحية والجوفية كبريتات وكلوريدات وبيكربونات الصوديوم والبوتاسيوم وأكاسيد الكالسيوم والمغنيسيوم .

والمياه السطحية قد تتلوث بمياه المجاري والنفايات الصناعية .

وقد تتسرب مياه النفايات والمجاري للمياه الجوفية أو الآبار الضحلة بما فيها فضلات الإنسان والحيوانات مكونة مواداً نيتروجينية وكلوريداتية .

ومعظم المياه الطبيعية للشرب من الآبار العميقة بها مادة الفلورايد بكميات متفاوتة والتي تقلل تسوس الأسنان .

ومياه البحار والمحيطات يتركز بها ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) .

تركيب الماء:

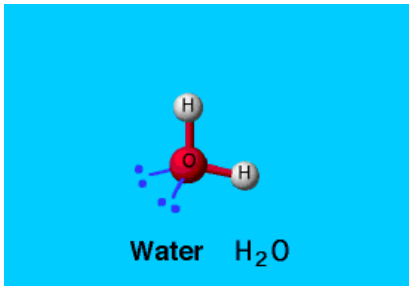
يتكون الماء من أجسام متناهية الصغر، تسمى "جزيئات"، وقطرة الماء الواحدة تحتوي على الملايين من هذه الجزيئات.

وكل جزيء من هذه الجزيئات يتكون من أجسام أصغر تسمى "ذرات" ويحتوي جزيء الماء الواحد على ثلاثة ذرات ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين مرتبطة ببعضها.

وقد توصل إلى هذا التركيب الكيميائي للماء عام 1860، العالم الإيطالي ستنزالو كانزارو (Stanisalo Cannizzarro)

والهيدروجين هو أخف عناصر الكون وأكثرها وجوداً به، حيث تصل نسبته إلى أكثر من 90 بالمائة، وهو غاز قابل للاشتعال.

والرقم الذري للهيدروجين هو (1) ووزنه الذري (1.008).



كما يوجد الهيدروجين كذلك في الفراغ الفسيح بين المجرات والنجوم بنسبة ضئيلة .

أما عنصر الأكسجين فهو ثالث أكثر العناصر وجوداً في الكون، حيث يوجد بنسبة 0.05 بالمائة، وهو غاز نشط يساعد على الاشتعال، ورقمه الذري (8) ووزنه (16) .

والماء النقي لا يحتوي على الأكسجين والهيدروجين فقط، بل يحتوي على مواد أخرى ذائبة ولكن بنسب صغيرة جداً. لذا فإنه يمكن القول بأن الماء يحتوي على العديد من العناصر الذائبة، إلا أن أغلب عنصرين فيه هما الهيدروجين والأكسجين .

كيف يمكن للماء التماسك كمادة

يرتبط الهيدروجين بالأكسجين داخل جزيء الماء، برابطة تساهمية (Covalent Bond) فكل ذرة هيدروجين، تحتاج إلى إلكترون إضافي في مدارها الخارجي، لتصبح ثابتة كيميائياً.

وكل ذرة أكسجين تحتاج إلى إلكترونين إضافيين في مدارها الخارجي، لتصبح ثابتة كيميائياً.

لذا فإننا نجد في جزيء الماء ذرتين من الهيدروجين تشارك كل واحدة بإلكترونها مع ذرة الأكسجين ليصبح في المدار الخارجي لذرة الأكسجين 8 إلكترونات، وبذلك يكون مكتملاً وفي حالة ثبات كيميائي.

وفي الوقت نفسه، تشارك ذرة الأكسجين بالإلكترون من مدارها الخارجي مع كل ذرة هيدروجين لإكمال المدار الخارجي لذرة الهيدروجين ليصبح إلكترونين وفي حالة ثبات كيميائي، ويسمى هذا النوع من الروابط " بالرابطة التساهمية (Covalent Bond) "، حيث تشارك فيه كل ذرة بجزء منها مع ذرة أخرى لتكون جزيئاً قوياً للغاية يصعب تحلله.

ويتجاذب كل جزيء ماء بالجزيئات المجاورة له من خلال تجاذب كهربائي ناتج عن اختلاف الشحنات الكهربائية .

فذرتا الهيدروجين تلتقيان مع ذرة الأكسجين في نقطتين بزوايا مقدارها 105 درجة في شكل هندسي غريب بما ينتج عنه توزيع الشحنات الكهربائية، بشكل يشبه قطبي المغناطيس.

فطرف ذرة الأكسجين يمثل شحنة سالبة، وطرفا ذرتي الهيدروجين يمثلان شحنة موجبة، ونتيجة لهذا الاختلاف في الشحنات الكهربائية تتجاذب كل ذرة هيدروجين في جزيء الماء مع ذرة أكسجين في الجزيء المجاور بنوع من التجاذب الكهربائي يطلق عليه الروابط الهيدروجينية (Hydrogen Bond) ، وتُعد الروابط التساهمية والهيدروجينية بين جزيئات الماء مسؤولة عن الخواص الفريدة للماء مثل: ارتفاع درجة الحرارة النوعية، والحرارة الكامنة للانصهار، والتبخر.

كما أنها مسؤولة عن صفات التوتر السطحي واللزوجة. وجزيئات الماء في حركة دائمة، وتعتمد الحالة التي يكون عليها الماء (غازية أو سائلة أو صلبة) على سرعة حركة هذه الجزيئات. فعند انخفاض درجة الحرارة إلى درجة تساوى أو تقل عن الصفر المئوي تفقد جزيئات الماء طاقتها وتقل حركتها ويزيد ترابطها بالروابط الهيدروجينية، بما يزيد من الفراغات بين جزيئات الماء. ويرتبط كل جزيء مادة في هذه الحالة بأربعة جزيئات مجاورة بروابط هيدروجينية في شكل ثلاثي الأبعاد كما في حالة الجليد.

ومعظم المواد تنكمش بالبرودة، إلا أن الماء حينما يبرد، ينكمش حتى يصل إلى 4 درجات مئوية، ثم يبدأ بعدها في التمدد بزيادة انخفاض درجة الحرارة، ويُعد الماء مثالا للخروج على القاعدة العامة في العلاقة بين درجة الحرارة والكثافة .

فعند انخفاض درجة الحرارة إلى ما تحت الصفر المئوي يتحول الماء إلى ثلج، ويقل عدد جزيئات الماء المترابطة، ويزيد الفراغ بينها مقارنة بمثيلتها الموجودة في الحجم نفسه من الماء فتتمدد في الحجم وتقل كثافتها، وتطفو على هيئة قشرة الجليد فوق سطح الماء.

وتُعد هذه الخاصية نعمة عظيمة من نعم البارئ على الكون.

فلو خضع الماء للقاعدة العامة للعلاقة بين الكثافة ودرجة الحرارة، لازدادت كثافة الثلج المتكون على السطح عن بقية الماء وهبط إلى القاع معرضاً سطح الماء الذي تحته إلى درجة حرارة منخفضة فتتجمد هي الأخرى وتهبط إلى القاع.

وهكذا حتى تتجمد كل طبقات الماء، وتستحيل معها الحياة في مياه المناطق القطبية أو شديدة البرودة والمتجمدة.

إلا أنه في الحقيقة، ومع انخفاض درجة حرارة الجو تتجمد طبقات الماء العليا فقط وتقل كثافتها وتتمدد، فتطفو على سطح الماء وتعزل بقية الماء تحتها، عن برودة الجو فيبقى سائلاً ويسمح باستمرار الحياة.

عمر المياه

حين تتم معرفة مصدر إعادة اختزان إحدى الطبقات الصخرية المائية يمكننا تحديد عمر المياه بها أي آخر مرة كانت تلك المياه قد لامست الغلاف الجوي، وعلى هذا يمكننا معرفة المدة التي استغرقتها المياه لتصل من مصدرها ليعاد اختزانها في تلك الطبقة الصخرية المائية، وبالتالي يمكننا حساب الكميات الآمنة للسحب من تلك الطبقة.

ففي حالة المياه حديثة العهد بالغلاف الجوي يمكننا استخدام التريتيوم. فالتريتيوم هو نظير مشع للهيدروجين يتفكك إلى الهيليوم ويعتبر عمره النصفى 12.4 سنة.

وبالتالي يتم حساب كمية التريتيوم وكمية الهيليوم 3 الناتجة عن تفكك التريتيوم ليعتبر مجموع الكميتين هو كمية التريتيوم الأصلية عند بداية إعادة الإختزان.

وباستخدام تلك الطريقة يمكننا حساب عمر المياه التي تكون أقل من 40 ألف سنة بدقة في حدود العام الواحد أو أقل.

أما لحساب عمر المياه التي يزيد عمرها عن 40.000 سنة فيمكننا حساب كميات الكربون 14 والذي يتفكك بمعدل نصف عمري 5730 سنة، كما يمكننا استخدام النظير هـ 4 والذي ينتج بصفة مستمرة داخل باطن الأرض نتيجة تفكك اليورانيوم والثوريوم.

كما نستخدم الراديونوكليدات المشعة radionuclides طويلة العمر الكلور 36 واليود 129 من أجل دراسة مجاري المياه الجوفية الأقدم عمراً.

ومن خلال معرفة مصدر إعادة اختزان إحدى الطبقات الصخرية المائية ومعرفة مدى سرعة وصول المياه من المصدر إلى الطبقة يمكننا أيضاً معرفة خطورة تعرض تلك المياه للتلوث بسبب وجود مصانع مثلاً أو أنظمة مجاري بنفس تلك المناطق، وبالتالي رسم سياسات للمحافظة على تلك المياه..

كما يمكننا رصد وتحديد نظائر النيتروجين بالمياه من أجل تحديد مصدر التلوث.

وقد لجأت العديد من الدول العربية إلى استخدام تلك التقنية في رسم سياساتها المائية، نذكر منها مصر والأردن واليمن والسودان والمملكة العربية السعودية.

صفات الماء

الماء النقي سائل شفاف عديم اللون لا رائحة له، يستوي في ذلك الماء المالح والماء العذب.

إلا أن الماء العذب عديم الطعم ، بينما الماء المالح له طعم مالحة؛ نتيجة ذوبان أملاح به.

و الماء له زرقة خفيفة تتدرج حسب عمق المياه في البحار والمحيطات و المياه النقية تغلي عند درجة 100 مئوية والصفر المئوي في مستوى سطح البحر حيث يكون الضغط الجوي العادي 76سم زئبقي .

أما فوق المرتفعات حيث يقل الضغط الجوي نجد أن الماء يغلي عند درجة أقل من 100 درجة مئوية .

وهذا ما يجعل بيضة مسلوقة تأخذ وقتاً طويلاً تسوي فوق جبل، ولو أذيت مادة في الماء ، فإن درجة التجمد تنخفض.

ولهذا يرش الملح أثناء فصل الشتاء فوق الشوارع لمنع تكون الجليد.

عسر الماء الطبيعي Hardness of natural water سببه أملاح الكالسيوم والمغنسيوم .

ولو كان العسر للمياه سببه بايكربونات وكربونات الكالسيوم والمغنسيوم فيعتبر عسراً مؤقتاً temporary hardness ويمكن إزالته بالغليان . أما عسر المياه الدائم فيمكن إزالته بطرق كيميائية .

والماء كأى سائل يأخذ شكل الإناء الذي يوضع فيه، ويمكن تحويله إلى الحالة الغازية عندما يتبخر بتأثير الحرارة كما يمكن تحويله إلى حالة صلبة عندما يصبح ثلجاً عند درجة الصفر المئوي.

ويرتبط الهيدروجين الموجب الشحنة الكهربائية بالأكسجين السالب الشحنة الكهربائية داخل جزيء الماء برابطة تساهمية (Covalent Bond) تشترك فيها كل ذرة بجزء منها مع ذرة أخرى، لتكون جزيئاً قوياً للغاية يصعب تحلله.

و كل جزيء ماء يتجاذب بالجزيئات المجاورة له، من خلال تجاذب كهربائي بشكل يشبه قطبي المغناطيس.

فطرف ذرة الأكسجين يمثل شحنة سالبة وطرفا ذرتي الهيدروجين يمثلان شحنة موجبة.

ونتيجة لهذا الاختلاف في الشحنات الكهربائيّة، تتجاذب كل ذرة هيدروجين في جزيء الماء مع ذرة أكسجين في الجزيء المجاور بنوع من التجاذب الكهربائي يطلق عليه "الروابط الهيدروجينية (Hydrogen Bond)" وتُعد الروابط التساهمية والهيدروجينية بين جزيئات الماء، مسؤولة عن الخواص الفريدة للماء، لأن الجزيئات في حركة دائمة، فسرعة حركة هذه الجزيئات تولد الحالة التي يكون عليها الماء سواء أكانت غازية (بخار) أو سائلة (ماء) أو صلبة (جليد).

و كل جزيئات الماء تجذب بعضها البعض وهذا ما جعلها تتجمع معا وهذا ما يجعل نقطة الماء كروية الشكل.

والماء النقي ليس حامضيا ولا قلويا بل متعادل ($pH=7$) ويذيب معظم المواد ولاسيما في التربة أو في النبات أوفي أجسامنا.

وعندما تنخفض درجة حرارة الماء إلى درجة الصفر المئوي، تفقد جزيئات الماء طاقتها، وتقل حركتها، ويزيد ترابطها بالروابط الهيدروجينية، بما يزيد من الفراغات بين جزيئات الماء كما في حالة الجليد.

حقيقة المواد تنكمش بالبرودة، والماء حينما يبرد ينكمش أيضا حتى يصل إلى 4 درجات مئوية، ثم يبدأ بعدها في التمدد بزيادة انخفاض درجة الحرارة.

فالماء عندما يتجمد يتمدد في الحجم وتقل كثافته، ويطفو كقشرة من الجليد فوق سطح الماء.

و لولا هذه الخاصية الشاذة والعلاقة بين انخفاض الكثافة وانخفاض درجة الحرارة للماء، لازدادت كثافة الثلج المتكون على السطح عن بقية الماء، وهبط إلى القاع، معرضاً سطح الماء، الذي تحته، إلى درجة حرارة منخفضة. فتتجمد كل طبقات الماء، في مياه المناطق القطبية، أو المتجمدة بسبب شدة البرودة، ويستحيل معها الحياة .

لكن الحقيقة نجدها مع انخفاض درجة حرارة الجو، تتجمد طبقات الماء
العليا فقط، وتقل كثافتها وتمدد، فتطفو على سطح الماء، وتعزل بقية الماء
تحتها، عن برودة الجو، فيبقى الماء سائلاً ويسمح باستمرار الحياة.
والماء فوق الأرض ينظم حرارتها.

الخاصية الشعرية

يتميز الماء بالخاصية الشعرية Capillary action التي لها أهميتها حيث ينتقل الماء والمواد المذابة فيه خلال فراغات المواد المسامية بفعل قوة الشد السطحي surface tension و التصاق وتماسك الماء .

فلو وضعت ورقة تواليت (نشاف) في كوب ماء، فلإنها مسامية سوف تتبلل من أسفل لأعلى .

وهذه الخاصية الشعرية نجدها في جذور النباتات حيث يمتص الماء من التربة مذابا فيه المواد المغذية ، لينتقل بفعلها من أسفل لأعلى ضد الجاذبية ويظل يرتفع حتى تتغلب الجاذبية عليه وتوقف صعوده.

ولنتصور هذا لو وضعنا أنبوبة شعرية زجاجية في كوب ماء سنجد أن مستوى الماء بها أعلى من مستوى الماء في الكوب .

و الشد السطحي (Surface Tension) للماء:

خاصية ثانية تمكن بعض الحشرات المائية بالسير أو الإنزلاق فوق سطحه، والماء له خاصية شد سطحي أعلى من السوائل العادية ولا يفوقه سوى الزئبق mercury في هذه الخاصية.

لهذا تكون قطرات الماء متماسكة .

وهذا الشد يفيد في الخاصية الشعرية في النباتات لتغذيتها.

الماء في حياتنا

للماء أهمية حيوية لعيش الكائنات الحية بما فيها الإنسان .
لأن له وظائف متعددة بالجسم ، حيث الماء أهم مكونات الكائن الحي
فنجد أن من 50 – 90 بالمائة من وزن الكائن الحي ماء.
والبروتوبلازم هو المادة الأساسية في الخلايا الحية، وتتكون من محلول
دهون وبروتينات وكربوهيدرات وأملاح ذائبة في ماء .
والدم في الحيوانات، والعصير في النباتات يتكونان من الماء ويعملان
على انتقال الغذاء والتخلص من النفايات .
كما يلعب الماء دوراً أساسياً في تلخيص جزيئات الكربوهيدرات و
البروتينات، وهذه العملية مستمرة في الخلايا الحية .
والماء يساعد في خلط الطعام ومروره بسهولة من الفم إلى المعدة .
كما يجعل الطعام المهضوم في الجهاز الهضمي مواداً مائعة قابلة
للإمتصاص ، و يعمل على تقليل صلابة البراز وتليينه ، ليساعد الجهاز
الإخراجي في طرد السموم من الجسم على هيئة بول عن طريق الكليتين.
كما يجعل أنسجة الجسم مرنة ليتمكنها أداء وظيفتها.
و يعوّض الجسم عما يفقده من ماء أثناء عملية التنفس والعرق والبول.
والدم يحتوي على 90 بالمائة من وزنه ماء، والماء يجرّعه سائلاً حيث
يصل إلى جميع أجزاء الجسم حاملاً له الغذاء والأكسجين .
والبلازما التي تشكل 55 بالمائة من الدم بالإنسان تتكون من 90 بالمائة
ماء. والإنسان يحتاج إلى (2-3) ليتر ماء يومياً .
ويمكن له أن يعيش شهراً بلا طعام لكنه لا يعيش أكثر من أسبوع بدون ماء.

المياه ودورة الماء

يعتبر الماء من العوامل الأساسية في بقاء الكائن الحي على هذه الأرض وهو من النعم العظيمة التي وهبها الله للإنسان , لأنه من خلال الماء دبت الحياة وذلك تحقيقاً لقوله تعالى في سورة الأنبياء آية 29 ﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ﴾ .

ويعود سبب أفضلية الماء دون غيره من المذيبات، توافره في الطبيعة حيث يغطي الماء ثلاثة أرباع الكرة الأرضية ويتغلغل في اليابسة على هيئة مياه سطحية ومياه جوفية ويعتبر مذيباً مستقطباً مثالياً للعديد من المواد العضوية ويعتبر الماء أرخص المذيبات على الإطلاق وتتوافر فيه كافة شروط الأمان وله خواص فيزيائية فريدة .

ويتواجد الماء بالنسب التالية في الكرة الأرضية ، فالمحيطات تمثل (97.3 بالمائة) , الماء العذب يمثل (2.7 بالمائة) .

نجد الجليد بالمناطق القطبية يمثل 77.2 بالمائة والماء الجوفي 22.4 بالمائة وماء البحيرات والمستنقعات 0.34 بالمائة وفي الغلاف المائي 0.04 بالمائة وفي الأنهار المجاري المائية 0.01 بالمائة.

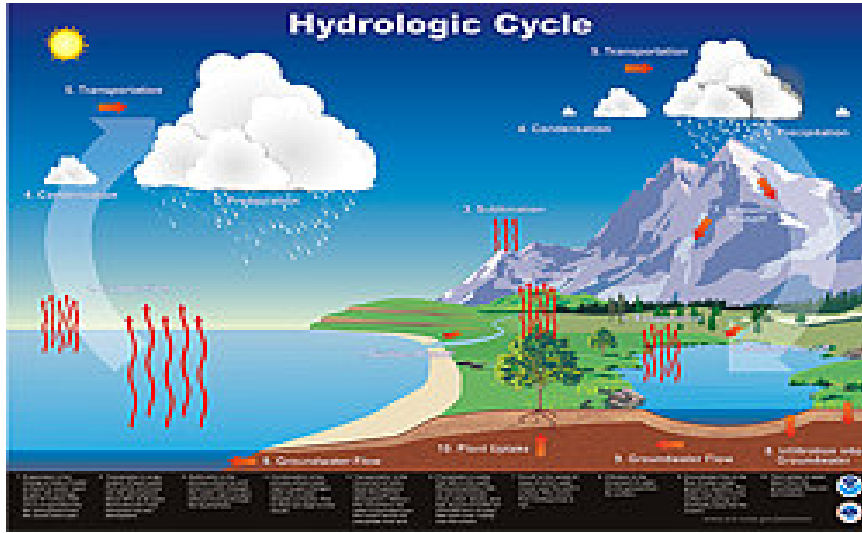
ومن هنا حرص الباحثون في مجال المياه على إجراء الدراسات على الماء وأهم الملوثات التي يتعرض لها بفعل الأنشطة البشرية المتنوعة سواء كانت زراعية أو صناعية أو خاصة .

دورة الماء

Hydrologic Cycle

قال تعالى ﴿وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّاهُ فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَىٰ ذَٰلِكَ بِهَ لِقَادِرُونَ﴾ [سورة المؤمنون: الآية 18].

يتميز الماء الموجود فوق الأرض، بالحركة الدائمة والدوران المستمر.



فماء المحيطات والبحار يصعد إلى الهواء عن طريق عملية التبخر (Evaporation)، حيث يُكوّن السحاب الذي تدفعه الرياح إلى مناطق الأرض المختلفة، ثم يتكثف ويهطل أمطاراً على الأرض ومنها يرجع إلى المحيطات مرة أخرى .

وتبلغ كمية المياه المتبخرة من الأرض بفعل حرارة الشمس لتكوّن السحاب، حوالي 500 ألف كيلو متر مكعب.

ومعظم هذا السحاب المتكوّن ينشأ من المحيطات عن طريق عملية التبخر، كما أن هناك كمية قليلة من السحاب الذي يتكوّن من خلال عملية التبخر من الرطوبة الموجودة في سطح التربة وعملية النتح

(Transpiration) من أوراق النبات، حيث تعرف هاتان العمليتان معاً باسم "التبخر - النتح (Evapotranspiration)"، ثم يتكثف هذا السحاب ليسقط أمطاراً على الأرض.

وتسقط معظم هذه الأمطار مرة أخرى في المحيطات و البحار، ويتبقى جزء قليل يسقط على اليابسة.

وبمقارنة كمية ماء الأمطار المتساقطة على اليابسة، بالماء الذي تبخر منها عن طريق التبخر والنتح، تعد كمية الأمطار أكثر بكثير من تلك التي تصاعدت من اليابسة.

إلا أن هذه الزيادة ترجع مرة أخرى إلى المحيطات والبحار، عن طريق ظاهرة الجريان السطحي لمياه الأمطار (Runoff)، من خلال المياه الجوفية والأنهار الجارية .

ثم تبدأ دورة جديدة للمياه من المحيطات إلى الهواء إلى الأرض ثم إلى المحيط، وهذه الدورة الدائمة لمياه الأرض تُسمى دورة الماء (Hydrologic Cycle)، ونتيجة لهذه الدورة، فإن كمية الماء العذب الموجود على سطح الأرض هي الكمية نفسها منذ قديم الأزل، وهي الكمية نفسها التي سوف تظل فوق سطح الأرض.

وهذه الكمية يعاد استخدامها مرة بعد مرة (Recycled) .

مواصفات المياه الصالحة للاستعمال البشري ومعاييرها

أ - الخصائص الفيزيائية :

اللون: حيث يعزى كون الماء لا لون له إلى درجة صفائه وشفافيته فالماء النقي لا لون له وشفاف ، وسبب تلوث الماء هو وجود المواد العضوية وغير العضوية على شكل مذاب أو معلق ، إضافة الى ذلك العمليات الصناعية التي تنتج مخلفات ومواد ذائبة أو معلقة تؤثر في لون الماء .

إن اللون الناتج من المواد العالقة أو من انعكاس القاع أو السماء مثلا يسمى اللون الظاهري أما اللون الحقيقي فيكون ناتج من المواد المذابة فيه .

مما سبق نلاحظ أن :

أسباب تلوث الماء :

1. وجود مواد عضوية وغير عضوية مذابة أو معلقة في الماء .

2. مخلفات المصانع التي تذوب فيه أو تبقى معلقة فيه .

الفرق مابين اللون الظاهري واللون الحقيقي للمياه

اللون الظاهري : هو لون الماء الناتج من المواد العالقة أو انعكاس القاع أو السماء .

اللون الحقيقي : هو لون الماء الناتج من المواد العضوية وغير العضوية المذابة فيه .

الطعم والرائحة : هناك علاقة وثيقة بين جانبي الذوق والشم ، حيث أن المادة التي تسبب رائحة معينة في الماء غالبا ما تؤدي إلى طعم معين ولكن هناك مواد معدنية تسبب طعما دون رائحة.

تكون المياه النقية (غير الملوثة) عديمة الطعم والرائحة، فمن مسببات الرائحة والطعم في الماء وجود بعض المواد العضوية وغير العضوية أو الكائنات الحية الدقيقة مثل الطحالب والبكتيريا، وإذا احتوت المياه على كبريتيد الهيدروجين يصبح لها رائحة البيض الفاسد .

كيفية قياس طعم الماء:

يتم التعرف على طعم الماء عن طريق قيام ستة أشخاص بتذوقه، فإذا حدد ثلاثة أشخاص منهم طعما غير مستساغا فيه، يؤخذ هذا معيارا على وجود طعم فيه .

ويستخدم نفس الأسلوب فيه لتعرف رائحة الماء وعادة يتم فحص الماء عند درجة حرارة تتراوح بين 8-12 س° وتعرف رائحته بعد تسخينه بواسطة حمام مائي تحت درجة حرارة 60 س° .
مما سبق نلاحظ أن :

مسببات الرائحة والطعم في الماء

1. المواد العضوية (بقايا النباتات) وغير العضوية (الفلزات والمعادن)
2. الكائنات الحية الدقيقة مثل الطحالب والبكتيريا .
3. كبريتيد الهيدروجين الذي يسبب رائحة البيض الفاسد .

المواد الصلبة :

هي إحدى ملوثات الماء الرئيسية عند زيادة درجة تركيزها في الماء فيصبح غير صالح للاستعمال المنزلي وقد تكون المواد سامة أو مسرطنة وهذه المواد ليس لها تركيز كيميائي معين لأنها تعتمد على طبيعة الفضلات المنزلية والصناعية .

تقسم المواد الصلبة في الماء إلى :

1- مواد عضوية : مثل المركبات العضوية الناتجة من تحلل النباتات .

2- مواد غير عضوية: مثل الفلزات و المعادن .

كذلك تقسم المواد الصلبة في الماء أيضا إلى :

1- مواد صلبة ذائبة .

2- مواد صلبة عالقة .

- يقاس مجموع المواد الصلبة (TSS) عن طريق ترشيح المياه من خلال فلز خاص لا يسمح بمرور المواد الصلبة ومن ثم تجفيف الفلتر في فرن خاص عند درجة حرارة 150 سْ وبعد ذلك يتم إيجاد كتلة المواد الصلبة .

- كذلك يمكن قياس مجموع المواد الصلبة الذائبة في الماء (TDS) بطريقتين هما :

1. تبخير كمية محددة من المياه و إيجاد كتلة المواد الصلبة الباقية منها بوحدة ملغم /لتر .

2. الموصلية الكهربائية : وتعتمد على قابلية الماء على نقل التيار الكهربائي و تقاس بوحدة تدعى ميكرو سيمنز / سم .

درجة الملوحة

عامل هام لذوبان المواد الصلبة والغازات في الماء خصوصاً غازي الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون .

إن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى نقصان ذوبان غاز الأكسجين ومن ثم استنزافه من الماء والذي يؤدي إلى موت الكائنات الحية المائية حيث تزيد من عملية أكسدة المواد العضوية وتحللها .

التلوث الحراري : هو عبارة عن نقصان نسبة ذوبان غاز الأكسجين في الماء نتيجة زيادة درجة الحرارة واستنزافه في الماء وموت الكائنات الحية المائية.

تجدر الإشارة إلى أن درجة حرارة عينات الماء تقاس مباشرة في الموقع .

العكورة :

خاصية ضوئية للماء ناتجة من تشتت الضوء وامتصاصه بواسطة المواد العالقة كالطين والكائنات الحية الدقيقة .

العوامل التي تعتمد عليها عكورة الماء :

1. حجم الحبيبات .

2. تركيز الحبيبات .

3. طبيعة سطح الحبيبات

عكورة الماء لا تعتمد على تركيز المواد العالقة فقط بسبب اختلاف طبيعة المواد العالقة من حيث شفافيتها ومعامل انكسارها، ومن الأمثلة التي تثبت ذلك أنه لو تم وضع قطع من الزجاج كبير ة نسبيا في الماء فإن هذا لا يؤدي إلى العكورة لكن لو طحنت هذه القطع إلى أجزاء صغيرة فلن ذلك يحدث عكورة في الماء .

ب- الخصائص الكيميائية :

تكمُن أهمية هذه الخصائص في علاقتها في إذابة مواد أخرى وتحدد هذه الخصائص بإجراء فحوصات للمياه ومنها:

1- الحموضة :

الحموضة : وتعرف الحموضة للمياه بقدرتها على أن تبطل الطعم القلوي فيها أو هي التي تطلق أيونات هيدروجينية أثناء التفاعلات الكيم يائية وتدخل الحموضة للمياه عن طريق الأحماض الصناعية بالدرجة الأولى .

غير أن بعض المياه الجوفية قد تكتسب حموضتها عن طريق ثاني أكسيد الكربون ومن أضرار الحموضة في الماء أنها سبب في تكون الصدأ أو تآكل الأنابيب .

2- القلوية :

القلوية عكس الحموضة في الماء وتعرف بأنها ت ستقبل أيونات الهيدروجين في التفاعلات الكيميائية وهي على ثلاث أنواع :

• بايكربونات (Bicarbonate)

• كربونات (Carbonate)

• هيدروكسيدات (Hydroxide)

وتقاس كلا من الحموضة والقلوية للمحاليل عن طريق المعايرة و وحدة التركيز المستعملة هي كما في المحاليل وهي ملغم / لتر .

3- العسرة :

يعرف الماء العسر بأنه الماء الذي لا يرغب فيه الصابون ولا ينضج فيه البقوليات ويولد العسر رواسب معدنية على أنابيب الماء الساخن وفي المراجل .

يختلف عسر الماء من مكان لآخر نتيجة اختلاف التربة وتركيب الصخور التي يمر بها وتكون المياه التي تمر بطبقات جيرية أكثر عسرا من غيرها وإجمالا فلين المياه السطحية هي أقل عسرا من المياه الجوفية .

يصنف عسر الماء إلى نوعين :

1- عسر ماء مؤقت : سببه وجود الكربونات وبيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم ويعرف عادة بعسر الكربونات ويزول عادة بتسخين الماء أو إضافة الجير.

2- عسر ماء دائم : سببه وجود كلوريدات وسلفات الكالسيوم والمغنيسيوم وهذا العسر لا يزول بالتسخين وإنما يتطلب عمليات كيميائية خاصة به .

تركيز الأملاح في الماء وحالة الماء فيها:

تركيز الأملاح	حالة الماء
50- 55 ملغم / لتر	لا يوجد عسر
56- 100 ملغم / لتر	عسر نوعا ما

عسر معتدل	102- 200 ملغم / لتر
عسر شديد	201- 500 ملغم / لتر

يمكن التعرض للكلوريدات والكبريتات في مياه الشرب ما دام تركيزها دون (500) ملغم في اللتر الواحد ، ولكن نترات الصوديوم والبوتاسيوم لا يمكن التعرض لها في مياه الشرب .
وتساعد هذه الأملاح في نمو النباتات إذا ما كان تركيزها في حدود معينة .

ج- الخصائص البيولوجية :

يعد الماء وسطا ملائما لنمو الكائنات الحية وتكاثرها بأنواعها المختلفة من الكائنات الحية الدقيقة إلى الأسماك الكبيرة وهذه الأنواع جميعها تؤثر في مواصفات المياه وخصائصها إذ أن وجودها في الماء أو عدمه يمكن أن يكون مؤشرا عاما على خصائص المياه من حيث تلوثها أو صلاحيتها ومن الأمثلة على ذلك:-

1. وجود القلونيات الغائطية في الماء لا يسبب مرضا ولكن وجودها في مياه الشرب يعد دليلا على وجود كائنات أخرى مسببة للأمراض .

أو دليلا على تلوث المياه بفضلات الإنسان بفعل المياه العادمة ورصد أعدادها أمر ضروري لتحديد نوعية المياه الجوفية والمياه السطحية المستخدمة لغايات الشرب والإستعمال الشخصي .

2. **العوادم المنزلية :** وتتمثل بأوساخ المجاري ومياه الصرف المتولدة عن النظافة المنزلية وغسيل السيارات والأرصفة وبرك السباحة ويبلغ حجمها في بعض البلدان حوالي (600) لتر يوميا للفرد الواحد ومع أن هذه المياه يبلغ حجمها أضعاف مياه المجاري (40- 50) لترا في اليوم إلا أنها ليست كما هو في مياه المجاري حيث أن مياه المجاري تحمل الكثير من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات والتي تتسبب بوفاة ما يزيد عن 5 ملايين شخص سنويا بأمراض عديدة مثل

الكوليرا والتيفويد وأكثر ما يكون ذلك في الدول النامية التي تفتقر إلى طرق التصريف الصحي السليم .

اعتقد خبراء الصحة قبل حوالي عشرون عاما على أنه تم القضاء على الأمراض المعدية والناجمة عن تلوث المياه بالكائنات الحية الدقيقة أو الميكروبات مثل الكوليرا والتيفويد لكن تبين فيما بعد خلال مطلع التسعينات أن هذه الأوبئة أخذت بالظهور مرة أخرى لذلك يجب أن لا يحتوي الماء الصالح للشرب على أية كائنات حية حيث أنه هناك حدود مسموح بها لوجود بعض الكائنات الحية في مياه الشرب .

تقسيم المياه بالنسبة لصلاحيتها للاستخدام:

أ . المياه النقية الصالحة للاستعمال (Safe Water) :

وهو الماء الخالي من أية جراثيم ومن المواد المعدنية الذائبة التي تكسبه لونا أو تجعله غير صالح للاستعمال أو غير مستساغ الطعم والرائحة .

ب . المياه غير النقية (Polluted Water) أو الملوثة تلوثاً طبيعياً:

وهي المياه التي تعرضت لعوامل طبيعية أكسبتها تغير في اللون والطعم أو الرائحة أو العكارة نظراً لوجود مواد غريبة عضوية أو عالقة في الماء.

ج . مياه غير صالحة للاستعمال (Contaminated Water) أو الملوثة:

وهي المياه التي تحتوي على بكتيريا أو مواد كيميائية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة نظراً لما تسببه من أمراض مما يؤكد عدم صلاحيتها كمياه للشرب أو ري المزروعات.

والجدول الآتي يبين المواد التي تتواجد في المياه الطبيعية من مصادر مختلفة:

مياه الأمطار :

مواد عالقة : بعض الشوائب التي تتواجد في الجو عند نزول المطر

مواد ذائبة : CO_2 ، O_2 ، وبعض الأملاح الذائبة.

المياه السطحية :

مواد عالقة : الطين والطيني والكائنات الحية الدقيقة مثل الطحالب والبروتوزوا والبكتيريا وكذلك المواد العضوية .

مواد ذائبة : CO_2 ، N_2 ، O_2 وأحماض عضوية، الأمونيا، وأملاح الكلوريدات والكبريتات .

مواد عالقة غروية : مواد ملونه وأحماض ومواد عضوية.

المياه الجوفية:

مواد عالقة : بعض الكائنات الحية الدقيقة (نادرا) .

مواد ذائبة: أملاح البايكربونات والكربونات, الكبريتات ،والكلويدات , وهيدروكسيد (المنغنيز والحديد والكالسيوم) والغازان مثل (O₂ , N₂) .

مواد عالقة غروية : السيلكا وأكسيد الحديد.

المواد الملوثة الذائبة في الماء :

تعتمد نوعية المواد الملوثة للماء على ما ء الأمطار والطبيعة الجيولوجية لسطح الأرض أو باطنه , وكذلك على تعداد السكان ونشاطهم وتنقسم ملوثات الماء إلى نوعين:

- ملوثات الماء الذائبة

- ملوثات الماء غير الذائبة .

وملوثات الماء غير الذائبة يتم التخلص منها عادة بطرق الترسيب والترشيح وأما ملوثات الماء الذائبة ,فهي التي توجد في الماء على صورة أيونات " سالبة أو موجبة".

Cations		Anions	
Ca ++	الكالسيوم	HCO ₃ ⁻	بيكربونات
Mg ++	المغنيسيوم	CO ₃ ⁻⁻	كربونات
Na ++	الصوديوم	SO ₄ ⁻⁻	كبريتات
K ++	البوتاسيوم	CL ⁻⁻	كلوريد
Fe ++	الحديد الثنائي	NP ₃ ⁻	نيتريك
Fe +++	الحديد الثلاثي	PO ₄ ⁻⁻⁻	فوسفات
H +	الهيدروجين	OH ⁻	هيدروكسيد

ولقد تم تقسيم الأملاح الذائبة والتي تسبب عسر الماء إلى خمس مجموعات وهي كالتالي:

أولا : المكونات الأساسية

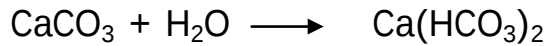
وهذه تشمل المواد الصلبة الذائبة والتي يتعدى تركيزها 5 ملغرام / لتر وقد يتجاوز هذا التركيز بكثير .

مجموعة البايكربونات (HCO_3^-) :

- أيون البايكربونات : يعتبر هو المكون القلوي لمعظم مصادر المياه ويوجد عادة من 5 - 500 ملغرام/ لتر في صورة بايكربونات البوتاسيوم ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) ويوجد في الماء عن طريق فعل الإذابة للبكتيريا المولدة لغاز (CO_2) من المعادن المحتوية على الكربونات، وكذلك النشاط الصناعي والسكاني .

- كربونات وبايكربونات الكالسيوم:

الكالسيوم هو العنصر الأساسي المسبب للعسر وعادة يكون من (5 - 500) ملغرام / لتر لكربونات الكالسيوم و يوجد في كثير من المعادن وأساسا في الحجر الجيري (Lime Stone) والجبس (Gypsum) ويحتوى الماء غالبا على (CO_2) أو حمض الكربونيك وعند مرور الماء المحتوي على الحجر الجيري فإنه يعمل كحامض تجاه كربونات الكالسيوم مكونا بايكربونات الكالسيوم كما في المعادلة :



- كربونات وبايكربونات المغنسيوم :

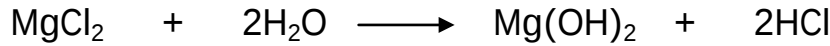
يتشابه المغنسيوم مع الكالسيوم في أسلوب تكوين البايكربونات من الكربونات.

فالماء الذي يحتوى على (CO_2) يذيب كربونات المغنسيوم بنفس الأسلوب مكونا بايكربونات المغنسيوم إلا أن كربونات المغنسيوم أكثر إذابة بكثير من كربونات الكالسيوم والتي تتكون تحت نفس الظروف ، وتكون نسبة المغنسيوم في الماء في حدود (10 - 50) ملغرام / لتر .

كبريتات الكالسيوم والمغنسيوم :

مجموعات الكبريتات تذوب في الماء من بعض المعادن خاصة الجبس ومعدلها عادة من 5 - 200 ملغرام /لتر , وكبريتات المغنسيوم $(MgSO_4)$ (تعتبر ملح شديد الذوبان بينما كبريتات الكالسيوم شحيحة الذوبان في الماء.

كلوريد المغنسيوم : يذوب مع أملاح الكلوريد بشدة في الماء وأملاح الكلوريد توجد عادة في مياه الشرب من 10 - 100 ملغرام /لتر أما في ماء البحر فأنها تصل إلى حوالي 30000 ملغرام / لتر كملح كلوريد الصوديوم $(NaCl)$ وكلوريد المغنسيوم $(MgCl_2)$ وهو ملح شديد الإذابة في الماء ويتفاعل معه مكونا هيدروكسيد المغنسيوم كما في المعادلة التالية:



أملاح الصوديوم (Sodium Salts) :

كلوريد الصوديوم (Sodium Chloride) : يعتبر ملح كلوريد الصوديوم المكون الأساسي لملوحة ماء البحر وهو ملح شديد الإذابة في الماء ورمزه الكيميائي $(NaCl)$ ويعرف ملح كلوريد الصوديوم بملح الطعام .

السيلكا (SiO_2) : السيلكا هي مادة غير معدنية (non metal) وتوجد عادة في معظم المعادن وتوجد في ماء الشرب من 1 - 100 ملغرام / لتر, وتزداد نسبة السيلكا عند التكاثف الموسمي للدياتوم (Diatom) وهو طحلب من خليه واحدة جذرانه مشبعة بالسيلكا وكذلك هيكله.

ثانيا : المواد الثانوية:

الأمونيا (Ammonia) :

غاز شديد الإذابة في الماء , ويتفاعل مع الماء ليتكون هيدروكسيد الأمونيوم , وهذا الأخير يتحلل في الماء مكونا أيون الأمونيا (NH_4^+) وأيون الهيدروكسيد (OH^-) .

الأمونيا إحدى المكونات المؤقتة في الماء حيث أنه جزء من دورة النيتروجين والتي تتأثر بالنشاط البيولوجي، والأمونيا منتج طبيعي من تفكك المركبات العضوية النيتروجينية .

وتستخدم أملاح الأمونيا لخصوبة الأرض (Fertilizer) والأمونيا تتأكسد بتأثير البكتيريا أولا لتكوين النيتريت ثم بعد ذلك إلى النترات .

ويمكن إزالة الأموني بواسطة عملية التخلص من الغازات (Degasification) والتبادل الكاتيوني (Cation - exchange) على دورة الهيدروجين، وكذلك بواسطة الامتصاص لبعض أنواع الطمي (Clays) أو عن طريق النشاط البيولوجي .

الفلوريدات (Florides) :

أملاح الفلوريد مكون أساسي لكثير من المعادن ويشمل الأباتيت (Apatite) والميكا (Mica) وتضاف بعض أملاح الفلورايد إلى ماء الشرب بنسبة من (1.5 -- 2.5) ملغرام / لتر لحماية الأسنان من التسوس وزيادة النسبة على ذلك تكون ضارة .

وتوجد أملاح الفلورايد بنسبة عالية في صرف مصانع الزجاج وكذلك صناعة الحديد .

وتستخدم طرق الترسيب بالحير لخفض التركيز إلى (10 – 20) ملغرام/ لتر كما يمكن خفض التركيز عن طريق التبادل الأيوني .

الحديد (Fe⁻³ & Iron Fe⁻²)

ويوجد الحديد في كثير من الصخور البركانية ومعادن الطمي (Clay Mineral) في غياب الأكسجين , يذوب الحديد بسهولة في الحالة المختزلة، وعندما يتأكسد في وسط هيدروجيني من 7 إلى 8.5 .

فإن الحديد في هذه الحالة عادة ما يكون عديم الإذابة , وقد يصل تركيز إلى 3. ملغرام / لتر وهو الحد الأقصى حسب معدلات مياه الشرب.

أنواع المياه ومصادرها

Water Resources

المياه السطحية :

مصطلح يشير نموذجيا إلى الغير ملحية والمفتوحة على تقلبات المناخ, وهي النوع الأدنى وفرة من المياه العذبة والصالحة للشرب ، يُؤلف هذا النوع من المياه



2بالمائة من
المياه المتوفرة
للاستعمال
الإنساني
وتعتبر
الأمطار هي
المصدر
الأساسي
للمياه
السطحية التي

تشمل أنواع مختلفة مثل السيول، الأنهار، البحيرات والبرك. المياه السطحية متوفرة وسهلة المنال للاستعمال الإنساني و في مساحات واسعة أكثر من مصادر أخرى ولكنها ليس النوع المثالي للاستعمال نظراً لاحتوائها في كثير من الأحيان على ملوثات وشوائب جرثومية وكيميائية تحتاج إلى أنظمة معالجة متكاملة ومتطورة.

ملوثات المياه السطحية:

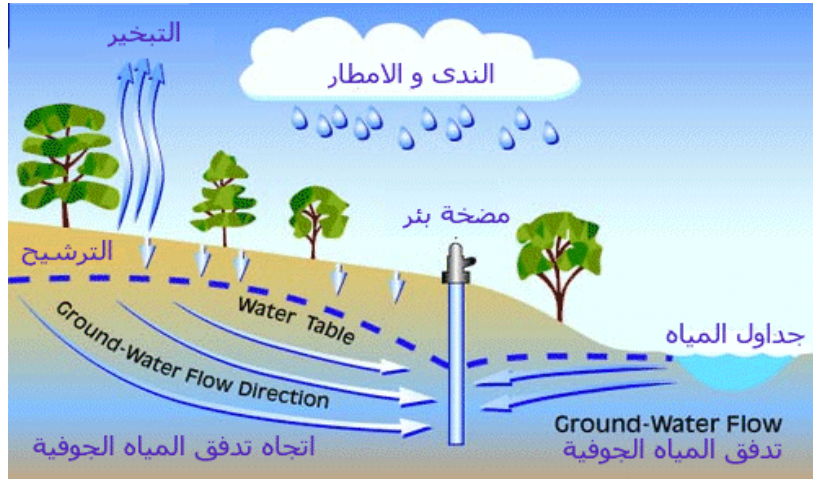
- مبدئياً تتأتى أولاً من النشاط الإنساني والزراعي والنفايات الصناعية إضافة إلى فضلات الحيوانات والناقل منها.
- الملوثات الجرثومية: تترافق غالباً مع مخزون المياه السطحية حيث تتغذى وتنمو في مستعمرات وبأعداد هائلة تعمل المؤسسات الحكومية المختصة على حل هذه المسألة عبر الاعتماد على عدة طرق للمعالجة مثل الكلورة Chlorination، التخثير Cogulation، الترسيب Sedimentation ، والتصفية أو الترشيح Filtration .

المياه الجوفية والمياه السطحية: تتميزان بعاملَي الوقت والمكان وتلعب عملية التبادل بينهما دوراً هاماً في وفرة المياه العذبة .

على سبيل المثال: السيل السطحي المتدفق هو أحد مصادر تغذية المياه الجوفية وبالتالي فلين المياه الجوفية المتفجرة بشكل ينابيع وعيون هي مصدر رئيسي لمياه الأنهار و الجداول السطحية .

المياه الجوفية:

المياه الجوفية هي المصدر الأوسع للمياه العذبة والغير متجمدة على كوكبنا وتقدر بحوالي 21 بالمائة من مخزون المياه وتعتمد نسبة عالية من التجمعات السكانية في العالم على المياه الجوفية كمصدر صالح للمياه .



المياه الجوفية هي المياه التي تقع تحت سطح التربة وتختزن نفسها في مسامات الأرض وبين صخر الأديم، الرمل، الحصى، وأخرى من مكونات التربة الأرضية .

تنشأ معظم المياه الجوفية من تسرب عبر طبقات الأرض لتتطلق بعدها بالجاذبية نحو البحار والمحيطات أو تتدفق لتتضم إلى مجاري الجداول والأنهار. وهذا ما سبق وذكرناه من عملية التبادل الدائمة بين جوف الأرض وباطنها وبالعكس.

تحدث حركة المياه الجوفية عمودياً وأفقياً في استجابة لجاذبية الأرض والضغط الهيدروليكي وخلال مناطق مشبعة بالكامل.

تتألف هذه المناطق من طبقات صخرية أو رسوبية تسمح بنفاذ المياه بطريقة الترشيح وبمقادير صالحة للاستعمال وبسرعة يحكمها درجة الانحدار. وعموما فإن الصخور الرسوبية تملك مسامية عالية وممتازة مثل الحجارة الرملية والحجارة الكلسية.

أكثر الوسائل الشائعة للحصول على إمدادات المياه الجوفية هو الينابيع والآبار تنشأ الينابيع في المناطق حيث تشهد تغييرا هاما في نفاذية التربة وانفتاح مساماتها أفقيا ويؤدي إلى ظهور المياه إلى سطح الأرض لتصبح مياهها سطحية.

إن حفر الآبار للحصول على المياه الجوفية هو من أكثر العمليات تعقيدا حيث يعتمد المخططون والمختصون في هذا المجال إلى استخدام وسائل مختلفة لتحديد المصدر المائي الذي يمكن الاعتماد عليه والوثوق به.

تعتبر مسألة تخزين المياه الجوفية أساسية عند الحديث عن بئر ماء.

لتحديد أفضل المناطق لحفر بئر يلزم الأخذ بالاعتبار مجموعة من العوامل أهمها :

- 1 - سرعة سيلان المياه عبر مسامات الأرض وتجمعها في البئر.
- 2 - حجم المنطقة التي تتجمع فيها المياه وإعادة ملئها عند سحب الكميات إلى سطح الأرض.

الإشعاع والمياه الجوفية:

معظم النشاط الإشعاعي في المياه الجوفية تسبب فيه عناصر اليورانيوم 238 والثوريوم 232 واليورانيوم 232 وإلى مدى أقل البوتاسيوم 40 والروبيديوم 87 وهذه العناصر ذات نصف عمر (الفترة الزمنية اللازمة لتحلل نصف كمية مادة مشعة) طويل جداً، فمثلاً يبلغ نصف عمر اليورانيوم 238 حوالي 450 مليون سنة، ولأن هذه العناصر ذات نصف عمر طويل جداً فإنه يعتقد أن هذه العناصر كانت موجودة في المواد الأولية التي تكونت منها الأرض.

يوجد كذلك في المياه الجوفية مجموعة أخرى مهمة من العناصر ذات الأنوية المشعة والتي تكونت أصلاً في الغلاف الجوي نتيجة تأثير الأشعة الكونية على بعض العناصر مثل النيتروجين 14 والأكسجين 16

والأرجون 40 وينتج عن هذا التأثير عناصر مشعة مثل الهيدروجين 3 (المعروف بالترينيوم) والكربون 14 .

وهناك مصدر ثالث للعناصر المشعة ناتج عن التفجيرات النووية والتي تنتج الكثير من العناصر المشعة أخطرها الإسترانشيوم- 90 والسيزيوم- 137، ولحسن الحظ أن معظم هذه العناصر يتم امتصاصها في التربة بواسطة الطين والمواد العضوية، وغالباً ما يحدث تلوث للمياه الجوفية بالعناصر المشعة عندما يكون الخزان المائي الحاوي لها مكوناً من مواد خشنة (رمل وحصى) ومكشوفة على السطح في مساحة واسعة وقد يحدث تلوث للمياه الجوفية خلال الصخور المشققة والمتكهفة.

كما قد تجد بعض العناصر المشعة الناتجة من عملية معالجة الخامات المعدنية طريقها إلى المياه الجوفية، وعلى وجه العموم يتواجد النشاط الإشعاعي الطبيعي في المياه الجوفية في العديد من مناطق العالم وخاصة تلك التي تتميز بوجود نشاط حراري أرضي وفي المناطق البركانية وكذلك في الصخور التي تتكون من صخور تحتوي على معادن يدخل في تركيبها الكيمياء عناصر مشعة مثل الصخور النارية الجرانيتية.

يعتبر اليورانيوم أكثر العناصر المشعة التي توجد في المياه الجوفية والذي يتواجد على هيئة أثر أو كمية ضئيلة في أنواع المياه الجوفية حيث تتراوح تركيزاته في العادة ما بين (5-10) جزء من البليون.

أما بالنسبة للمياه الجوفية التي تمر خلال صخور غنية باليورانيوم فعادة ما تحتوي على تركيزات تفوق 200 جزء من البليون.

ولكن سجلت في بعض مناطق العالم تركيزات وصلت إلى 18 جزء من المليون (وهي نسبة عالية جداً) كم أن أكثر العناصر المشعة التي تتواجد في المياه الجوفية الرادون.

والرادون ه و عبارة عن غاز عديم اللون والطعم والرائحة وله نصف عمر قصيراً جداً يبلغ حوالي (3.8 يوم) كما أنه سهل الذوبان في الماء ومع ذلك يعتقد أن لا يسبب مشاكل صحية إلا أنه يتصاعد على هيئة غاز عندما يتم تحريك المياه التي يكون مذاباً فيها وذلك أثناء ضخ هذه المياه.

وفي ظل ما أثير مؤخراً حول وجود تلوث إشعاعي للمياه الجوفية في بعض الخزانات الجوفية في بعض البلدان العربية فإنه يجب علينا أن

نولي هذا الموضوع الإهتمام الكافي والحرص الشديد لما قد يسببه من آثار جسيمة عل صحة المجتمع و ذلك بالدعم السخي للأبحاث العلمية التي تقود إلى تشخيص هذا التلوث ومعالجة أسبابه ومخاطره.

كما يجب إتاحة المعلومات المتوفرة حول هذا الموضوع للباحثين والمتخصصين في سبيل تسليحهم بالعلم النافع ليشاركوا في حل المشكلة و رداء الخطر إذا هناك فعلاً مشكلة أو هناك خطر، والله خير حافظ وهو أرحم الراحمين.

مياه البحر :

تشكل مياه البحر 97 بالمائة من احتياط الماء العالمي وجزء كبير منه يشكل المحيطات المتجمدة حيث تجدر الإشارة إلى أن مياه البحر المتجمدة لا يمكن الاستفادة منها في الاستعمال البشري.

أن مياه البحار المتجمدة تتميز بقدرتها على عكس أشعة الشمس وبالتالي اكتساب خاصية المحافظة الدائمة على التجمد الذي يحصر نسبة الأملاح العالية ويركزها داخل الكتل الجليدية.

تختلف مياه البحر بشكل كبير عن المياه العذبة وتتسم بخاصيتين مهمتين هما الحرارة والملوحة واللتين تقترنان معاً للتحكم بكثافة المياه Density of water .

المياه المخزنة في المحيطات

تعد كمية المياه المخزنة في المحيطات لفترات طويلة أكثر بكثير من تلك التي تتحرك من خلال دورة الماء.

يصل إجمالي إمدادات المياه على مستوى العالم إلى 1.386.000.000 كيلومتر مكعب (321.000.000 ميل مكعب)، منها 1.338.000.000 كيلومتر مكعب (332.500.000 ميل مكعب) مخزنة في المحيطات بنسبة تصل إلى 95 بالمائة إذ توفر المحيطات حوالي 90 بالمائة من المياه المتبخرة التي تذهب إلى دورة الماء.

تتعرض كمية الماء الموجودة في المحيطات لتغيرات على مدى فترات طويلة من الزمن.

وتتشكل خلال الفترات المناخية الباردة مزيد من الأنهار والمجاري الجليدية، مما يؤدي إلى تدني مستوى الماء في المحيطات والعكس صحيح خلال الفترات المناخية الحارة .

وكان مستوى الماء في المحيطات خلال العصر الجليدي الماضي أقل بحوالي 122 متراً (400 قدم) عن معدل اليوم، وقبل حوالي 3 مليون سنة عندما ارتفعت درجة حرارة جوف الأرض، ارتفع مستوى الماء في المحيطات إلى أعلى بمعدل بلغ 50 متراً (165 قدم).

المحيطات في حالة حركة

توجد تيارات في المحيطات تقوم بتحريك كميات هائلة من الماء حول العالم، وتكون هذه التحركات على قدر كبير من التأثير على دورة الماء والأحوال الجوية.

ويشتهر التيار الدافئ الموجود بشمال الأطلسي بالماء الدافئ وقيامه بتحريك الماء من خليج المكسيك عبر الأطلسي نحو بريطانيا بسرعة تصل إلى 97 كيلومتر في اليوم، ناقلاً كميات من الماء أكثر بحوالي 100 مرة من تلك التي تنقلها الأنهار الأرضية.

ويؤدي هذا التيار إلى تلطيف الأحوال الجوية في بريطانيا بشكل أكثر من بلدان أخرى تقع على خط العرض نفسه.

التبخر

التبخر هو العملية التي يتحول بموجبها الماء من سائل إلى غاز أو بخار، ويعد الطريقة الرئيسية لانتقال المياه مرة أخرى إلى دورة الماء، لتصبح بخار ماء داخل الغلاف الجوي.

وتوفر المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار حوالي 90 بالمائة من الرطوبة الموجودة في الغلاف الجوي عن طريق التبخر، في حين أن نسبة الـ 10 بالمائة المتبقية تأتي من ارتشاح النباتات.

تعتبر الحرارة (الطاقة) التي توفرها الشمس ضرورية لحدوث التبخر. وتستخدم هذه الطاقة في كسر جزيئات الماء المتماسكة، لذا يتبخر الماء عند درجة الغليان (212 درجة فهرنهايت، 100 درجة مئوية) بسهولة، ولكن ذلك يحدث ببطء شديد للغاية عند درجة التجمد.

ويتعذر حدوث التبخر عندما تصل الرطوبة النسبية في الجو إلى معدل 100 بالمائة (درجة التشبع).

وكما أن التبخر يزيل الحرارة من البيئة، فإن الماء الذي يتبخر من جسمك هو الذي يجعلك تشعر بالبرودة.

حيث تعتبر عملية التبخر التي تحدث في المحيطات الطريقة الرئيسية لانتقال الماء إلى الغلاف الجوي.

وتتيح المساحات الشاسعة التي تغطيها المحيطات (تغطي المحيطات 70 بالمائة من سطح الأرض) المجال لحدوث تبخر على نطاق واسع.

وتعتبر كمية الماء المتبخر 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 سطح الأرض. وتسقط معظم المياه التي تتبخر من المحيطات مرة أخرى إليها كأمطار.

حوالي 10 بالمائة فقط من الماء المتبخر من المحيطات تنتقل إلى الأرض لتسقط كأمطار، وبمجرد تبخرها فإن جزيء الماء الواحد يمضي حوالي 10 أيام في الجو.

التكاثف

التكاثف هو عملية تحول الماء من حالته الغازية (بخار) إلى سائل.

والتكاثف مهم بالنسبة لدورة الماء لأنه يشكل السحب التي تتسبب بدورها في تكاثف البخار ليصبح مطراً أو ندى، وهو الوسيلة الرئيسية لعودة الماء إلى الأرض، ولذلك فإن التكثف هو عكس التبخر تماماً.

والتكاثف أيضاً هو السبب في حدوث الضباب الذي يظهر على نظارتك عند خروجك من غرفة باردة إلى الخارج حيث الجو الحار، ويتسبب أيضاً في حدوث رطوبة الجو وفي تساقط قطرات الندى من كوب ماء الشرب، وكذلك في تجمع المياه على نوافذ منزلك أثناء الجو البارد.

التكاثف في الهواء

حتى لو كانت السماء زرقاء صافية فلا يزال الماء موجوداً على هيئة بخار ورذاذ متناهي الصغر وبالتالي يتعذر رؤيته بالعين المجردة.

وتتوحد ذرات الماء مع ذرات صغيرة من الغبار والدخان في الجو لتشكل رذاذ السحب الذي يتوحد مع بعضه ليكون السحب.

وعندما يتوحد رذاذ الماء مع بعضه وينمو في الحجم، يمكن أن يحصل التساقط.

تتشكل السحب في الغلاف الجوي لأن الجو يحتوي على بخار الماء، الذي يتصاعد بدوره ثم يبرد.

وتقوم الشمس بتسخين الجو بالقرب من سطح الأرض الذي يصبح بالتالي خفيفاً ويتصاعد إلى أعلى حيث تكون درجات الحرارة أبرد.

وعندما تكون درجات الحرارة بمعدلات أبرد يحدث مزيد من التكاثف وتشكل السحب.

التساقط

التساقط هو خروج الماء من السحب على شكل أمطار، أو ثلج، أو جليد، أو برد، وهو الوسيلة الرئيسية لعودة الماء الموجود في الغلاف الجوي إلى الأرض.

ومعظم الماء المتساقط من الغلاف الجوي يهطل كأمتار.

كيف تتشكل قطرات المطر

تحتوي السحب العائمة في الغلاف الجوي على بخار ماء وقطرات من السحب، وهي تعتبر صغيرة للغاية لتسقط كأمطار، إلا أنها كبيرة بقدر كاف لتشكل سحباً يمكن رؤيتها بالعين المجردة.

ويتبخّر الماء ويتكاثف باستمرار في السماء، ومعظم الماء المتكاثف في السحب لا يسقط كأمطار بسبب التيارات الهوائية الصاعدة التي تعتبر بمثابة دعامة للسحب.

وبالنسبة لحدوث الأمطار فإنه لا بد في بادئ الأمر من أن تتكاثف قطرات الماء، ثم تتوحد لإنتاج قطرة ماء كبيرة وثقيلة بما فيه الكفاية لتخرج من السحب، وتسقط كأمطار، مع العلم بأن إنتاج قطرة مطر واحدة يحتاج إلى ملايين قطرات السحب.

معدلات الأمطار تتفاوت جغرافياً على مدى الزمن

لا تسقط الأمطار بالكميات نفسها على نطاق العالم في أي بلد، أو حتى في أية مدينة.

وعلى سبيل المثال، في مدينة أطلانتا بولاية جورجيا بالولايات المتحدة الأمريكية، يمكن أن تؤدي العواصف الرعدية الصيفية إلى هطول أمطار بمعدل بوصة أو أكثر في منطقة واحدة، تاركة منطقة أخرى على بعد كيلومترات قليلة جافة من دون أمطار.

ومع ذلك فإن كمية الأمطار التي تهطل في ولاية جورجيا، خلال شهر واحد غالباً ما تكون أكثر من تلك التي تسقط في لاس فيجاس ونيفادا على مدار السنة.

وينسب السجل العالمي متوسط هطول الأمطار السنوي إلى جبل ويليل في هاواي حيث يبلغ متوسط سقوط الأمطار حوالي 1.140 سم (450 بوصة) في السنة عكس ما يحدث في أريكا وشيلي حيث لم تهطل أمطار منذ 14 سنة..

الارتشاح (تبخر الماء من أوراق النبات إلى الغلاف الجوي)

الارتشاح هو العملية التي تنتقل بموجبها الرطوبة من منطقة الجذور، عن طريق النبات، إلى مسامات صغيرة في الجانب السفلي لأوراق النبات، حيث تتحول إلى بخار يخرج إلى الغلاف الجوي.

إذن، الارتشاح هو تبخر الماء من أوراق النبات.

وأشارت التقديرات إلى أن حوالي 10 بالمائة من الرطوبة الموجودة في الغلاف الجوي تخرج من النباتات عن طريق الارتشاح.

إن الارتشاح عملية تتعذر رؤيتها بالعين المجردة ، وطالما أن الماء يتبخر من سطح أوراق النبات فإنه لا يمكنك أن تخرج بكل بساطة وتشاهد أوراق النبات وهي ترتشح.

ويمكن لورقة النبات خلال موسم النمو أن ترتشح عدة مرات بمعدل يفوق وزنها.

ويمكن أن يرتشح فدان من محصول القمح حوالي (11.400 - 15.100) لتر من الماء (حوالي 3.000 - 40.000 جالون) في اليوم.

وتستطيع شجرة البلوط الكبيرة أن ترتشح 151.000 لتر (40.000 جالون) في السنة.

العوامل الجوية التي تؤثر على الارتشاح

تختلف كمية المياه التي ترتشحها النباتات بشكل كبير من الناحية الجغرافية وعلى مدى الزمن.

وتوجد عدة عوامل تحدد معدلات الارتشاح:

1. درجة الحرارة: ترتفع معدلات الارتشاح مع ارتفاع درجات الحرارة، خصوصاً خلال موسم نمو النباتات، وهو الوقت الذي تكون فيه حرارة الجو أدفأ.
2. الرطوبة النسبية: عندما ترتفع الرطوبة النسبية في الجو المحيط بالنبات ينخفض معدل الارتشاح، ومن السهل أن يتبخر الماء في جو جاف أكثر من تبخره في جو مشبع.
3. حركة الرياح والهواء: حركة الهواء المتزايدة حول النبات تؤدي إلى ارتفاع الارتشاح بمعدلات أعلى.
4. نوع النبات: يرتشح الماء من النباتات بمعدلات مختلفة، بعض النباتات التي تنمو في المناطق الجافة، مثل نبات الصبار، تحافظ على كميات ثمينة من الماء، من خلال ارتشاح ماء أقل من النباتات الأخرى.

تخزين الماء في الأنهار والكتل الجليدية والثلجية

يعتبر الماء المخزن منذ فترات طويلة في الكتل والأنهار الجليدية والثلجية جزءاً لا يتجزأ من دورة الماء.

وتستحوذ أنتاركتيكا على حوالي 90 بالمائة من الكتلة الجليدية الموجودة في العالم، بينما تحتوي الغطاءات الجليدية في جرين لاند على 10 بالمائة من إجمالي الكتلة الجليدية العالمية .

و يصل سمك الغطاء الجليدي في جرين لاند إلى حوالي 1500 متر (5000 قدم) ومع ذلك يمكن أن يصل سمكه إلى 4300 متر (14000 قدم).

الثلوج والأنهار الجليدية تأتي ثم تذهب

يتعرض المناخ الجوي العالمي إلى تغييرات دائمة مع أنها عادة ما تكون تغييرات غير سريعة بما فيه الكفاية حتى يتمكن الناس من ملاحظتها.

وقد شهد العالم الكثير من الفترات الزمنية الحارة، مثل تلك التي عاش فيها الديناصور قبل حوالي 100 مليون سنة، وكذلك فترات زمنية باردة مثل العصر الجليدي الأخير قبل حوالي 20000 سنة مضت.

وخلال العصر الجليدي الأخير كان معظم نصف الكرة الأرضية الشمالي مغطى بالثلج والأنهار الجليدية.

مياه الجليد المذابة الجارية على سطح الأرض

تعد مياه الجليد المذابة الجارية على سطح الأرض جزءاً لا يتجزأ من حركة الماء على نطاق العالم.

وتأتي معظم مياه الجليد، التي تذوب أثناء فصل الربيع في المناطق المناخية الباردة، من الكتل الثلجية والجليدية المذابة.

وإلى جانب الفيضانات التي تسببها هذه المياه فإن الجليد المذاب يمكن أن يؤدي إلى حدوث الإنزلاقات الأرضية وجريان مخلفات الأنهار الجليدية المتمثلة في الكتل الصخرية والحجرية.

المياه الجارية على سطح الأرض

من المرجح أن كثيراً من الناس يعتقدون أن مياه الأمطار تسقط على الأرض وتجري نحو الأنهار التي تصب في المحيطات. وفي واقع الأمر، فإن هذه المسألة تعتبر عملية معقدة إلى حد بعيد، ذلك لأن الأنهار تحصل على الماء من الأرض وتفقدها في الأرض. ولا زالت معظم مياه الأنهار تأتي مباشرة من مياه الأمطار الجارية على سطح الأرض، والتي تم تعريفها على أساس المياه السطحية الجارية. إن بعضاً من مياه الأمطار عادة ما يتسرب إلى داخل الأرض، إلا أنه عندما يسقط على أرض متشعبة، أو غير نافذة، مثل الطرق الأسفلتية، ومواقف السيارات فإنه يبدأ في الجريان على نحو منحدر. ويمكنك خلال هطول الأمطار الغزيرة مشاهدة جداول صغيرة تجري بشكل منحدر على طول مجاري وقنوات موجودة على الأرض متجهة نحو الأنهار.

وفيما يتعلق بكل أجزاء الدورة المائية، فإن التفاعل بين التساقط وجريان المياه السطحية يكون متفاوتاً طبقاً للوقت والعوامل الجغرافية، وبنفس القدر فإن العواصف التي تحدث في كل من أذغال الأمازون، والصحراء الواقعة جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية، سترتب عليها ظهور أنماط مختلفة من المياه السطحية الجارية.

وتتأثر المياه السطحية الجارية بالعوامل الأرصادية والجيولوجيا الطبيعية وطبوغرافية الأرض.

ويعود تقريباً ثلث مياه الأمطار التي تسقط على الأرض، وتتدفق في المجاري والأنهار مرة أخرى إلى المحيطات، أما الثلثين الآخرين فإنهما يتعرضان إما للتبخر أو الارتشاح أو التسرب إلى داخل الأرض. ويمكن أيضاً للناس الاستفادة من المياه السطحية الجارية في استعمالاتهم الخاصة بهم.

حركة الماء في النهر:

لا تعتبر الأنهار مهمة بالنسبة للناس فحسب، بل أيضاً لكل أنواع الحياة في كل مكان، كما أنها ليست المكان الرئيسي للناس (وكلابهم) لممارسة اللعب واللهو، بل يستخدمها الناس لتوفير مياه الشرب، والري، وتوليد الكهرباء،

والتخلص من النفايات (النفايات المعالجة)، ونقل الآليات، والحصول على الغذاء.

وتشكل أيضاً الأنهار أهمية بالغة بالنسبة لكل أنواع الحيوانات والنباتات. كما تساعد الأنهار على إبقاء الطبقات الخازنة للماء مليئة بالمياه الجوفية من خلال تسرب الماء إلى باطن الأرض عن طريق مجاريها في القاع. وتظل المحيطات بطبيعة الحال مليئة بالماء، وذلك لأن الأنهار تصب فيها بصورة دائمة.

أحواض الصرف المائي والأنهار:

عند التفكير في الأنهار فمن الأهمية التفكير في حوض التصريف المائي للنهر، إذن، ما هو حوض التصريف المائي؟ إذا وقفت على الأرض الآن انظر إلى أسفل، فإنك تقف وكل واحد منا يقف على حوض صرف مائي.

ولهذا فإن حوض التصريف المائي هو ببساطة مساحة من الأرض تجري عليها مياه الأمطار الداخلة والخارجة نحو نقطة واحدة .

ويمكن أن تكون أحواض التصريف المائي صغيرة في حجم بصمة اليد على الطين، أو كبيرة إلى الحد الكافي لتستوعب كل الأراضي التي يسيل منها الماء نحو نهر الميسيسيبي الذي يصب في خليج المكسيك.

وتتألف أحواض التصريف المائي كبيرة الحجم من الكثير من الأحواض صغيرة الحجم.

وكل ذلك يتوقف على نقطة التدفق؛ فكل الأراضي التي تسيل منها الماء نحو نقطة التدفق تعد بمثابة حوض صرف مائي لموقع التدفق هذا.

ويعتبر حوض التصريف المائي مهماً لأن تدفق ماء النهر وجودته يتأثران بالظروف الطبيعية والأنشطة البشرية التي تحدث داخل حوض التصريف المائي.

مجرى الماء دائماً متغير

يتعرض مجرى الماء إلى تغييرات بصفة دائمة من يوم إلى يوم، وحتى من دقيقة إلى دقيقة.

وبطبيعة الحال فإن مياه التساقط الجارية هي التي تؤثر بشكل أساسي على مجرى الماء.

ويتسبب هطول الأمطار في ارتفاع منسوب مياه الأنهار، ويمكن أيضاً أن يرتفع منسوب النهر حتى لو هطلت الأمطار في مكان بعيد للغاية عن حوض الصرف المائي.

والجدير بالذكر أن الماء الذي يسقط على حوض التصريف المائي سيسيل في نهاية المطاف عن طريق موقع التدفق .

ويتوقف حجم النهر على حجم حوض التصريف المائي الخاص به.

ويكون للأنهار الكبيرة أحواض صرف مائي كبيرة، والعكس هو صحيح بالنسبة للأنهار الصغيرة، وبالمثل فإن الأنهار بأحجامها المختلفة تتفاعل بشكل مختلف مع العواصف الرعدية؛ فالأنهار الكبيرة يرتفع منسوبها وينزل بشكل أبطأ من الأنهار الصغيرة.

وفي أي حوض صرف مائي صغير يرتفع منسوب النهر ويخفض خلال دقائق أو ساعات معدودة.

أما الأنهار الكبيرة فتستغرق أياماً لارتفاع منسوبها وانخفاضه، ومن ثم يمكن أن يظل الفيضان لمدة أيام لأن كل الماء الذي هطل على بعد مئات الأميال عند منابع النهر سوف يستغرق عدة أيام ليسيل من نقطة التدفق.

الماء العذب

على سطح الأرض

يعتبر الماء العذب الموجود على سطح الأرض من أجزاء دورة الماء، الذي يعد ضرورياً لكل مناحي الحياة.

وتشمل المياه العذبة السطحية كلا من المجاري المائية، والمستنقعات، والبحيرات، ومستودعات الماء الأرضية (بحيرات من صنع الإنسان)، والأراضي المنخفضة الرطبة المحتوية على ماء عذب.

تتعرض المياه الموجودة في الأنهار والبحيرات إلى تغييرات دائمة، نتيجة لكمية المياه الداخلة والخارجة إليها من خلال التساقط، والمياه الجارية على سطح الأرض، والمياه الجوفية، وتدفقات أفرع الأنهار.

وتشمل المياه الخارجة عملية التبخر وتصريف المياه السطحية.

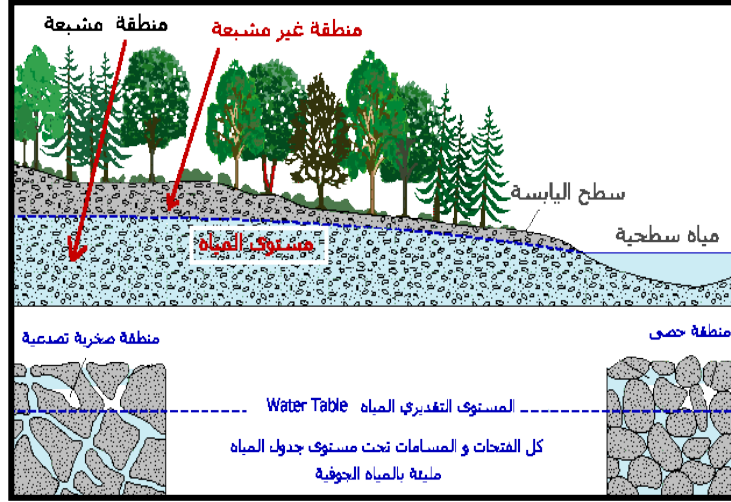
كما يستخدم الناس الماء أيضاً للوفاء باحتياجاتهم.

وتتغير كمية الماء وموقعه على مدى الزمن والمسافات، سواء من الناحية الطبيعية أو بمساعدة الإنسان.

المياه تحت السطحية (تحت السطح)

عندما تتسرب مياه الأمطار إلى داخل التربة تحت السطحية فإنها عادة ما تشكل منطقة غير مشبعة وأخرى مشبعة.

ففي المنطقة غير المشبعة توجد بعض المياه في فتحات الصخور تحت السطحية، إلا أن الأرض لا تكون مشبعة.



ويُعرف الجزء الأعلى من المنطقة غير المشبعة بمنطقة التربة غير المشبعة، التي توجد فيها فراغات خلقتها جذور النباتات التي تسمح بتسرب مياه الأمطار، وتقوم النباتات باستخدام المياه الموجودة في هذه التربة.

وأُسفل المنطقة غير المشبعة، توجد المنطقة المشبعة، حيث يملأ الماء بصورة كاملة الفراغات الموجودة بين الصخور وذرات التربة.

ويمكن للناس حفر الآبار داخل هذه المنطقة وضخ الماء إلى الخارج.

الينبوع

الينبوع هو الماء المتدفق نتيجة امتلاء أحد المستودعات المائية الأرضية إلى النقطة التي تتدفق فيها المياه إلى سطح الأرض.

وتتراوح الينابيع من ينابيع صغيرة الحجم، وهي التي تتدفق مباشرة بعد هطول أمطار غزيرة، إلى ينابيع كبيرة، تتدفق منها مئات الملايين من الجالونات يومياً.



يمكن أن تتكون الينابيع داخل أي نوع من أنواع الصخور، غير أنها غالباً ما توجد في الحجر الجيري، وصخور الدولوميت، التي يمكن أن تتصدع بسهولة وتتحلل بمياه الأمطار لتصبح حمضية.

وعندما تتحلل وتتصدع هذه الصخور يمكن أن تتشكل الفراغات التي تسمح بتدفق الماء.

وإذا كان تدفق الماء أفقياً، فإنه يمكن أن تصل إلى سطح الأرض وبالتالي يتشكل الينبوع.

ماء الينبوع ليس دائماً نقياً

عادة ما تكون مياه الينابيع نقية، ومع ذلك فإن بعضاً منها قد يكون بلون الشاي، ومثل هذا الينبوع موجود في ولاية كلورادو بالولايات المتحدة الأمريكية.

والسبب في اللون الأحمر لمياه الينابيع هو مرور المياه الجوفية وملامستها مواد معدنية موجودة تحت الأرض، مثل الحديد.

ويمكن أن يشير خروج المياه الملونة بشكل كبير من الينابيع إلى تدفق المياه بسرعة من خلال قنوات كبيرة داخل المستودعات المائية الأرضية دون أن تتمكن الصخور من تنقيتها لإزالة اللون.

الينابيع الحرارية

الينابيع الحرارية عبارة عن ينابيع عادية، ولكن الماء فيها عادة ما يكون دافئاً، وفي بعض الأماكن حاراً، مثل الينابيع التي تخرج فقاعات الوجل في حديقة يلوستون الوطنية، في وايومنج بالولايات المتحدة الأمريكية.

وتحدث العديد من الينابيع الحرارية في المناطق التي شهدت مؤخراً نشاطاً بركانياً، حيث تسخن المياه من خلال لاملستها الصخور الحارة الموجودة على مسافات بعيدة تحت سطح الأرض.

ومع ازدياد العمق فإن المياه تصبح أكثر دفئاً وإذا تعمقت تحت الأرض فإنها تصل إلى فجوة كبيرة تشكل مساراً إلى سطح الأرض يمكن أن يؤدي إلى حدوث ينبوع حراري.

وتحدث الينابيع الحرارية في كل أنحاء العالم، ويمكن أن تتعايش مع الكتل الجليدية.

تحلية المياه

هي تحويل المياه المالحة إلى مياه نقية صالحة للاستخدام .
ويتم ذلك عبر طرق عديدة للتحلية .

عوامل اختيار الطريقة المناسبة للتحلية:

أولاً: نوعية مياه البحر (تركيز الأملاح الذائبة الكلية) :

تصل كمية الأملاح الكلية المذابة في مياه الخليج العربي إلى حوالي 56000 جزء من المليون كما أنها تتراوح ما بين 38000 إلى 43000 جزء من المليون في مياه البحر الأحمر.

ثانياً : درجة حرارة مياه البحر والعوامل الطبيعية المؤثرة فيه :

ويجب مراعاة ذلك عند تصميم المحطات حيث أن المحطة تعطي الإنتاج المطلوب عند درجة الحرارة المختارة للتصميم بحيث لو زادت أو انخفضت درجة الحرارة عن هذا المعدل فإن ذلك يؤثر على كمية المنتج بالزيادة أو النقصان أما العوامل الطبيعية المؤثرة فتشمل المد والجزر وعمق البحر وعند مآخذ المياه وتلوث البيئة.

ثالثاً : تكلفة وحدة المنتج من ماء وكهرباء:

وذلك بمتابعة أحدث التطورات العالمية في مجال التحلية وتوليد الطاقة للوصول إلى أفضل الطرق من الناحية الاقتصادية من حيث التكلفة الرأسمالية وتكاليف التشغيل والصيانة.

وصف مبسط لمحطة تحلية:

يبدأ دخول مياه البحر إلى مأخذ مياه البحر من خلال مصافي وذلك لمنع الشوائب من الدخول إلى مضخات مياه البحر التي تقوم بدورها بضخ مياه البحر إلى المبخرات .

هذا ويتم حقن مياه البحر بمحلول هيبوكلورايد الصوديوم عند مأخذ مياه البحر أي قبل دخولها المبخرات وذلك لمعالجتها من المواد البيولوجية العالقة بها .

ويتم تجهيز هذا المحلول في خزانات ومن ثم يتم حقنه خلال مضخات بمعدلات حسب الطلب.

يوجد بمآخذ مياه البحر لوحات توزيع القوى الكهربائية التي تغذي المضخات وغيرها بالكهرباء، كما يوجد أيضا أجهزة القياس والتحكم اللازمة لهذه المعدات .

هذا ويتم انتقال مياه البحر بعد ذلك إلى المبخرات والتي تتكون من عدة مراحل يتم خلالها تبخير مياه البحر ومن ثم تكثيفها وتجميعها . وبالنظر إلى ما يحدث للعمليات المتتابعة للمياه لحظة دخولها المبخرات وحتى الحصول على المياه العذبة نجد أنه يتم إضافة بعض الكيماويات منها (البولي فوسفات) إلى مياه البحر قبل دخولها المبخرات وذلك لمنع الترسبات (القشور) داخل أنابيب المكثفات والمبادلات الحرارية كما نجد أن مياه البحر هذه تمرر على أجهزة تسمى بنوازع الهواء وذلك للتخلص من الغازات المذابة بمياه البحر كما يتم تسخين مياه البحر بواسطة مبادلات حرارية تعمل بالبخار وتسمى (مسخنات المياه المالحة) .

هذا ويلزم للمبخرات أنواع متعددة من المضخات منها ما يلزم لتدوير الماء الملحي داخل المبخرات ومنها ما يلزم لتصريف الرجيع الملحي إلى قناة الصرف ومنها ما يلزم لضخ الماء المنتج إلى محطة المعالجة الكيماوية. هذا وبعد ضخ الماء المنتج إلى المحطة الكيماوية والتي يتم فيها معالجة المياه المنتجة بالمواد المختلفة مثل الكلور وثنائي أكسيد الكربون والجير حتى يصبح حسب المواصفات المطلوبة عالمياً يتم نقله من محطة المعالجة الكيماوية إلى الخزانات الكبيرة التي تمتد الشبكة بالماء الصالح للشرب.

طرق تحلية المياه المالحة

أولاً : تحلية المياه بطرق التقطير

ثانياً :التحلية باستخدام طرق الأغشية

ثالثاً : تحلية المياه بطريقة البلورة أو التجميد.

أولاً: تحلية المياه بطرق التقطير

الفكرة الأساسية لعمليات التقطير تكمن في رفع درجة حرارة المياه المالحة إلى درجة الغليان وتكوين بخار الماء الذي يتم تكثيفه بعد ذلك إلى ماء ومن ثم معالجته ليكون ماء صالحا للشرب أو الري .

طرق التقطير، نذكر منها بعض الطرق المهمة :

1.التقطير العادي:

1. مياه العيون Spring Water تمتاز بأن كمية TDS لا تزيد عن 249 مغ /لتر من الماء وهو نوع طبيعي خفيف يتوافر على أقل كمية من المعادن والذي يتحكم في مثل تلك الينابيع مصادره (مناطق جبلية عالية أو متوسطة أو منخفضة) وعلى مكونات الطبقات الحاملة لتلك المياه، فإذا كانت مكونات الطبقات الحاملة مكونة من تربة غنية بعناصر الكالسيوم والمغنيسيوم فإن أغلب تلك الينابيع تمتاز بصلابه عالية.
2. المياه المعدنية الخفيفة هي التي يتراوح فيها قيمة TDS ما بين 250 مغ /لتر ماء.
3. المياه المعدنية المتوسطة هي التي يتراوح فيها قيمة TDS ما بين (501- 1000) مغ / لتر ماء وتمتاز بكونها ماءً ثقيلاً من حيث الطعم بسبب خصوصياتها الفيزيائية ومكوناتها الكيميائية.
4. المياه المعدنية الثقيلة هي التي تحتوي قيمة TDS على أكثر من 1000مغ / لتر ماء تمتاز بكونها ثقيلة وتستعمل غالباً لأغراض طبية وعلاجية.

تصنيف المياه المعدنية

تصنف المياه المعدنية على أساس تدفقها إلى سطح الأرض بشكل طبيعي وترتبط غالبا بالفوالق والخنائق والوديان العميقة في المناطق الجبلية كما توجد



المياه المعدنية التي يتم استخراجها عن طريق حفر الآبار في أعماق بعيدة عن مصادر التلوث، وترتبط بتكوين طبقات جيولوجية تحافظ على صفاتها الفيزيائية والكيميائية كما تصنف المياه المعدنية على أساس تركيز بعض العناصر فيها، مثل الكالسيوم، المغنيسيوم والكبريت وتعرف تلك المياه المعدنية بما يأتي:

1. مياه الكالسيوم (Calci Water) :

هي التي يحتوي كل لتر منها على (140 ملغرام من مادة الكالسيوم) الذي يساعد على نمو جسم الإنسان.

2. مياه المغنيسيوم (Magvesian Water) :

هي المياه المعدنية التي يحتوي كل لتر منها على (12 ملغرام من مادة المغنيسيوم) المركب مع الليثيوم Lithium والزنك Zinc الذي يحمي الجسم ، ويقوي الجهاز المناعي ويسيطر على ضغط الدم.

3. المياه الكبريتية (Suiphated Water) :

هي المياه المعدنية الغنية بالكبريت وتستعمل كعلاج لأمراض الروماتيزم، المفاصل، الجلد، وغيرها من الأمراض.

وتصنف المياه على أساس صلابتها إلى مياه جبلية ومتوسطة وناعمة على حسب كمية وجود عناصر الكالسيوم والمغنيسيوم في الماء وتقاس كمية المعادن المذابة بـ (GPG) Grain per Gallon أو بـ (ppm) part per million.

فالمياه الناعمة هي التي تحتوي على أقل من 1 GPG .

- المياه القليلة الصلابة تتراوح فيها نسبة GPG ما بين (1-3-5).

- المياه ذات الصلابة المتوسطة يتراوح GPG ما بين (3.5-7.0) .

- أما الصلابة فتقدر قيمة GPG (7-10.5) .

- المياه الصلبة جدا فان قيمة GPG أكثر من 10.5 .

17.1PPM= 1GPG أثناء قياس صلابة المياه .

مثلا : إذا كانت صلابة الماء 350ppm من الكالسيوم يعني أن قيمة GPG =20.46، حيث يقسم 350ppm على 17.1 = 20.46 GPG
يمكن معالجة صلابة الماء بإضافة أيونات سالبة يقلل من صلابتها أو بطريقة المعالجة الميكانيكية التي تفصل كميات من MG,CO منها عن طريق حركة الماء.

التركيب الكيميائي للمياه المعدنية والعيون المائية

يفترض وجود كمية الأيونات الموجبة والسالبة للعناصر الكيميائية في المياه المعدنية بالنسب المبنية أدناه كما هو موجود في المياه المعدنية في فرنسا.

الأيونات السالبة:

Anaion	mg/l
Chlorides	38.2 mg/l
Hydrogen carbonate	35101 mg/l
Silicates	37 mg/l
Sulphate	11.7 mg/l

الأيونات الموجبة:

Cataion	mg/l
Calcium	140.8 mg/l
Magnesium	11.4 mg/l
Potasium	1.1 mg/l
Sodium	33.5 mg/l

تحت دراسة التركيب الكيميائي للخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه المعدنية في أربعة مواقع معروفة في إيطاليا التي تتميز بما يلي:

الموقع	التصنيف	الارتفاع فوق مستوى سطح البحر (متر)	كمية TDS في درجة 180مئو ية	الحامضية	الصلابة
diggio	مياه طبيعية خفيفة	1925 م في جبال الألب	50.5 مغ/لتر	7.4	3.0
ducale	غير طبيعية	950 م في جبال الألب	54.5 م غ/لتر	7.8	4.0
Acquachi-ara	غير طبيعية خفيفة	100 م في صخور الدولومايت	143.5 مغ/لتر	7.8	14.0

الموقع	التصنيف	الارتفاع فوق مستوى سطح البحر (متر)	كمية TDS في درجة 180مئو ية	الحامضية	الصلابة
luna	مياه معدنية	600م شمال إيطاليا	228.5 مغ/لتر	7.7	22.5

يفضل أن لا تقل قيمة الحامضية في المياه المعدنية عن (pH= 7.4) وأن لا تزيد درجة الصلابة عن (30) .
يوجد بعض العناصر الأخرى أحيانا في المياه مثل النيكل، خارصين، سيلينيوم، و الألمنيوم.

تؤكد Recommended Daily Allowance الأمريكية على ضرورة وجود عناصر أساسية في الماء المستعمل للشرب لحماية جسم الإنسان و بالنسب الآتية:

كالسيوم : 1000 ملغرام / لتر
مغنسيوم : 400 ملغرام/ لتر
فوسفات: 1000 ملغرام / لتر
اليود: 150 ملغرام/ لتر
بوتاسيوم: 18 ملغرام/ لتر
خارصين: 15 ملغرام/ لتر
النحاس: 2 ملغرام / لتر

المواصفات العالمية لمياه الشرب

الحد الأقصى المسموح به للمواد الضارة من أملاح ومعادن ثقيلة
ومركبات كيماوية وسموم في ماء الشرب طبقاً

لمواصفات الهيئات العالمية (مغم / لتر)

العنصر أو المادة	مواصفات هيئة الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية	المواصفات الكندية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الروسية
اللون TCU	15	20	15	15	-
المواد الصلبة الذائبة	1000	-	500	500	-
المواد الصلبة المعلقة	-	-	-	-	-
العكارة NTU	5	4	5	1 – 5	-
الأس الهيدروجيني	8.5 – 6.5	8.5 – 6.5	8.5 – 6.5	8.5-6.5	-

العنصر أو المادة	مواصفات هيئة الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية	المواصفات الكندية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الروسية
PH					
الأكسجين المذاب	-	-	-	-	4
عسر الماء	500	-	-	-	-
نيتروجين نشادري (أمونيا)	-	-	-	-	2
الأمونيوم	-	0.5	-	-	2
نترات معين بالنيتروجين	10	-	10	10	-
النترات	-	50	-	-	10
نترت معين بالنيتروجين	-	-	1	-	1
النترت	-	0.1	-	-	1
الفوسفور P	-	5	-	-	-
حدود الأكسجين الحيوي BOD	-	-	-	-	2
الصوديوم Na	200	175-150	-	-	-
الكلورايد CI	250	25	250	250	250

العنصر أو المادة	مواصفات هيئة الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية	المواصفات الكندية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الروسية
كبريتات	400	25	500	250	500
كبريتيد	-	-	0.05	-	-
فلورايد F	1.5	5(0.7)-1.5	1.5	2	1.5
بورون B	-	1	5	-	-
سيانيد CN	0.1	-	0.2	-	0.1
ألومنيوم AI	0.2	0.2	-	-	-
أرسنك AS	0.05	0.05	0.05	0.05	-
باريوم Ba	-	0.1	1	1	-
كادميوم Cd	0.005	0.005	0.005	0.01	0.001
كروميوم Cr	0.05	0.005	0.05	0.05	0.1 8(0.5)
كوبلت Co	-	-	-	-	0.1
نحاس Cu	1	1(0.1)	1	1	1
حديد Fe	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5
رصاص Pb	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03
منجنيز Mn	0.1	0.05	0.05	0.05	-

العنصر أو المادة	مواصفات هيئة الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية	المواصفات الكندية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الروسية
زئبق Hg	0.001	0.001	0.001	0.002	0.0005
نيكل Ni	-	0.05	-	-	-
سelenium Se	0.01	0.01	0.01	0.01	-
زنك Zn	5	0.1 – (3)	5	5	1

الملوثات العضوية	مواصفات الصحة العالمية	المواصفات الأوروبية	المواصفات الكندية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الروسية
Oil & Petroleum Products	-	0.01	-	-	0.3

المواصفات الروسية	المواصفات الأمريكية	المواصفات الكندية	المواصفات الأوروبية	مواصفات الصحة العالمية	الملوثات العضوية
-	-	0.1	0.5	-	Total Pesticides
-	-	-	0.1	-	Individual Pesticides
-	-	0.7	-	0.03	Aldrin & Dieldrin
-	-	30	-	1	DDT
-	0.4	4	-	3	Lindane
-	100	100	-	30	Methoxychlor
-	5	-	-	10	Benzene
-	-	-	-	0.01	Hexachlorobenzene
-	-	-	-	10	Pentachlorophenol
1	-	2	0.5	-	Phenols
0.5	12(0.5)	-	0.2	-	Detergents

الماء

مورد ثمين قابل للنفاذ

على الرغم من أن الماء يشكل ثلاثة أرباع الكرة الأرضية، فإن نسبة ضئيلة منه هي تلك التي يمكن الوصول إليها في شكل ماء عذب. ومن بين مجموع حجم المياه الذي يجري سحبه، ثمة حاجة إلى ما يقرب من 70 في المائة منه لإنتاج الغذاء الذي يحرك النشاط البشري. وتقدر منظمة الأغذية والزراعة، وهي ترنو بنظرها إلى الثلاثين عاما القادمة، أن تغذية سكان العالم سوف تتطلب زيادة الأغذية بنحو 60 في المائة. وسوف يأتي القسم الأكبر من هذه الزيادة من تكتيف الزراعة الذي يدعّمه الري. غير أن الماء قد أصبح بالفعل شحيحا في كثير من البلدان، وما زال التنافس يتزايد على المياه بين الاستخدامات الصناعية وتلك المنزلية. ومن ثم، أين سنجد الماء اللازم لتوفير الغذاء للعالم؟ تعتقد المنظمة أن الإجابة تكمن في تحسين الإنتاجية الزراعية وكفاءة استخدام المياه. إذ ينتج المزارعون بفضل استخدام البذور الأفضل نوعية، وزيادة خصوبة التربة وتنفيذ التقنيات الزراعية الأخرى، غلات أكبر حيث يحصلون على أعظم استفادة من امدادات المياه الثمينة. وتتحقق أقصى منافع المياه من خلال زيادة كفاءة طرق الري وتعزيز عملية تجميع المياه. وأننا نعتقد أنه من الممكن بفضل المستحدثات إنتاج الأغذية الإضافية المطلوبة بزيادة لا تتجاوز 14 في المائة من المياه. كما سيتعين بذل الجهود لإتاحة الفرصة للمستخدمين للحصول بصورة عادلة ومتساوية على المياه. ولا بد في نفس الوقت، من معالجة الاهتمامات البيئية. فالزراعة المروية تعطي من الغلات ما يزيد مرتين أو ثلاث مرات على الزراعة البعلية، إلا أنها يمكن أن تتسبب أيضا في تراكم الأملاح في التربة والمياه الجوفية.

كما أن الإفراط في استخدام المياه في إحدى المناطق يمكن أن يحرم السكان من الحصول عليها في منطقة أخرى.

الزراعة: المستهلك الأول للمياه.

لن نستطيع إنتاج الغذاء بدون توافر الماء.

فالزراعة هي أكبر مستهلك للمياه حيث تحصل على كميات كبيرة من المياه لإنتاج المحاصيل.

إذ تحصل على ما يتراوح بين متر وثلاثة أمتار مكعبة من المياه لإنتاج ما لا يتجاوز عن كيلو واحد من الأرز على سبيل المثال.

ومع تزايد أعداد السكان، ستتزايد الحاجة إلى المياه لأغراض الزراعة. غير أن الإمدادات من المياه محدودة.

إذ تشير دراسة أعدتها المنظمة عن 93 بلدا من البلدان النامية إلى أن عددا من البلدان التي تشح فيها المياه تسحب بالفعل إمدادات المياه بأسرع من الوتيرة التي يمكن أن تتجدد بها.

وثمة عشرة بلدان في حالة حرجية، أي أن تلبية احتياجات الزراعة تتطلب منها سحب أكثر من 40 في المائة من موارد المياه المتجددة لديها.

وثمة ثمانية بلدان أخرى تعاني من إجهاد مائي، أي أن تلبية احتياجات الزراعة تتطلب منها سحب أكثر من 20 في المائة من هذا المجموع.

وفي نفس الوقت، يتزايد التنافس على المياه من جانب البلديات والصناعة.

إذ تحصل الصناعة الآن على نحو 20 في المائة من مجموع المسحوبات من المياه في حين يحصل المستخدمون للأغراض البلدية على نسبة العشرة في المائة المتبقية، غير أنهم لا يستهلكون بالفعل من هذه النسبة التي يحصلون عليها سوى نحو 10 إلى 20 في المائة.

وسوف يتعين علينا أن نعيد استخدام نسبة كبيرة من 80 إلى 90 في المائة من المياه المفقدة، ولا بد قبيل إعادة استخدامها أو إعادتها إلى الأنهار أو الطبقات الحاملة للمياه من معالجتها لإزالة الملوثات منها.

ينبغي إدارة المياه المستخدمة في الزراعة بحكمة، فإحدى الكوارث البيئية التي وقعت تتمثل في الإفراط في استخدام المياه التي تغذي بحر آرال في آسيا الوسطى، فقد تم تحويل الملايين من الأمتار المكعبة من المياه لري القطن، مما أدى إلى انخفاض منسوب المياه في البحر بمقدار 16 مترا خلال ثلاثين

عاما. وانخفض صيد الأسماك الذي كان يبلغ 44 ألف طن في وقت من الأوقات إلى الصفر، وترسبت الأملاح السامة من قاع البحر الجاف على الأراضي الزراعية المجاورة مما أدى إلى ذبول المحاصيل.

وينبغي مع تكثيف الزراعة، توجيه الاهتمام إلى البيئة.

فلاستخدام غير السليم للأسمدة يمكن أن يصيب المياه السطحية والمياه الجوفية بالتلوث.

وعندما لا يتم صرف المياه بصورة سليمة من التربة المروية، تصاب الأراضي بالتعقد.

كما يمكن أن تحدث الملوحة مع تركيز الأملاح التي تتكون طبيعيا في التربة مما يفقدها خصوبتها.

ويصاب نحو 10 في المائة من الأراضي المروية في العالم بالأضرار نتيجة لتراكم الأملاح، الأمر الذي يؤدي إلى فقد أراضي زراعية كان يمكن أن تستخدم في زيادة إنتاج الأغذية.

ومن ناحية أخرى، فإن سحب المياه من الأنهار والبحيرات يمكن أن يعرض الأراضي الرطبة للخطر وهي مصدر هام للمصايد الداخلية ومصفاة طبيعية تؤدي إلى تنظيف المياه العادم.

أدوات للنهوض بالإنتاج المروي والبعلي.

على الرغم من أن البلدان النامية تعتمد على كل من المحاصيل المروية والبعلية في تغذية سكانها، فسوف يتعين الحصول على الكثير من الزيادة في الإنتاج الغذائي من الأراضي المروية.

وتتوقع المنظمة زيادة المناطق المروية في البلدان النامية بنسبة 20 في المائة في عام 2030.

وإذا ما اقترن ذلك بزيادة الكثافة المحصولية، فإن المساحة المحصولية الفعلية سوف تزيد بنحو الثلث من 250 مليون هكتار إلى مليون هكتار ، ويتطلب توفير مياه كافية لدعم، زيادة إنتاج محاصيل مقابل كل قطرة ماء.

وأكثر أشكال الري شيوعا، وهي الري السطحي الذي تغمر فيه المياه الحقول، والري بالرشاشات الذي يحاكي الأمطار، يمكن أن تتسبب في هدر المياه.

فالأشكال الأكثر كفاءة هي الطرق الموضعية مثل الري بالتنقيط، التي تضع قطرة المياه حيثما تنهض الحاجة إليها.

والزراعة البعلية، المسؤولة عن إنتاج كميات من الأغذية عموماً أكبر مما تنتجه الأراضي المروية، تستفيد من الممارسات الزراعية التي تمكن من تجميع أكبر قدر من مياه الأمطار.

ويتيح تجميع المياه ، أي جمع المياه في منشآت تتراوح بين أراضي الراحة الصغيرة والخزانات للمزارع حفظ مياه الأمطار وتوجيهها إلى المحاصيل. ويمكن أن يزيد تجميع المياه من الغلات بنحو مرتين إلى ثلاث مرات عن الزراعة البعلية.

كما تزيد الأصناف المحسنة، وأنماط الزراعة المحسنة والحد الأدنى من طرق الحراثة المحافظة على المياه، من الغلات بدرجة أكبر.

ويمكن العثور على مثال على النتائج الباهرة التي يمكن أن تتحقق من خلال تنفيذ هذه التحسينات في وادي كيتا في النيجر.

فقد نجح ما يزيد على أربع ملايين ساعة عمل للسكان، شملت حفر الآبار وإقامة بنى لتجميع المياه مثل الهدارات والحواجز ، في تحويل الوادي من صحراء جرداء إلى بساتين من المحاصيل والثروة الحيوانية والأشجار. يحظى تدريب المزارعين على إدارة المياه بالأولوية في المنظمة.

وتساعد المنظمة بالاشتراك مع شركائها في التنمية، بما في ذلك البرنامج الدولي للتكنولوجيا والبحوث في مجال الري والصرف، البلدان الأعضاء على وضع برامج للتكنولوجيا والبحوث، وتنظيم حلقات عمل ودورات تدريبية ووضع نشاطات إقامة الشبكات مثل المنتديات الإلكترونية والنشرات الإخبارية، حيث يمكن للبلدان من خلالها أن تتبادل المعلومات عن أفضل الممارسات.

وبغية ضمان استفادة النساء والرجال على قدم المساواة من السياسات والبرامج الخاصة بالمياه، تعقد مبادرة التحليل الاجتماعي والاقتصادي والمساواة بين الجنسين لدى المنظمة حلقات عمل، وتعد كتيبات تدريبية تستند إلى ثلاثة مبادئ إرشادية هي أن الأدوار المختلفة للرجال والنساء هي المفتاح، والسكان المحرومون هم الأولوية، وأن نجاح التدريب يتطلب المشاركة.

وقد يكون أحد السبل لتحسين فرص الحصول على المياه اعتبارها سلعة اقتصادية فضلاً عن كونها حقاً اجتماعياً.

فسياسة التسعير التي تجعل من إهدار المياه أمرا باهظ التكلفة تعتبر من أفضل الحوافز على المحافظة على المياه.

ويتعين معاملة صغار المزارعين الحائزين معاملة عادلة إذ لا يتعين أن يدفعوا التكاليف الكاملة للمياه كما لا يتعين عدم حصولهم عليها دون مقابل.

وينبغي توجيه اهتمام خاص للنساء اللواتي يشكلن أغلبية المزارعين في العالم النامي، وإن كن يستبعدن في كثير من الأحيان بحكم التقاليد من امتلاك الأراضي وإدارة المياه.

وتعكف المنظمة بمشاركة صندوق الأمم المتحدة للشراكة الدولية، على تنفيذ مشروع طموح مدته ثلاث سنوات لتعزيز قدرة النساء على إدارة الري وموارد المياه في كمبوديا ونيبال وزامبيا.

وتتعلم النساء في هذه البلدان، بمساعدة المنظمات غير الحكومية المحلية، كيفية زيادة مشاركتهن في القرارات والإجراءات الخاصة بإدارة المياه مما يؤدي إلى تحسين الأمن الغذائي لأسرهن ومجتمعاتهن المحلية.

سياسات اليوم لضمان مياه الغد.

ثمة حاجة إلى سياسات على المستويات الدولية والقطرية والمحلية لتوجيه عملية استخدام المياه في الأغراض الزراعية.

وتعتبر الاتفاقيات الدولية مفيدة، بصورة خاصة، عندما تعبر موارد المياه الرئيسية أكثر من بلد واحد.

فتقوم الدول العشر المطلة على نهر النيل، بمساعدة فنية من المنظمة، بتنفيذ مشروع خاص بموارد المياه في حوض النيل كجزء من مبادرة حوض النيل حيث تجري مساعدة هذه الدول على الحصول على المياه وإدارتها بصورة متساوية.

و وضعت الأمم المتحدة اتفاقية إطارية، صدقت عليها حتى الآن عشر دول، لتوجيه المفاوضات المتعلقة بإدارة المياه العذبة.

وسوف يبدأ سريان هذه الاتفاقية لدى تصديق 35 دولة عليها.

كما ينبغي النظر في التقاليد المحلية لإدارة المياه والحصول عليها للتأكد من عدم تضاربها مع السياسات الحكومية المقترحة.

وثمة حاجة إلى استثمارات للترويج لسياسات المياه الجديدة.

وسيتعين على الحكومات تهيئة الظروف التي تجتذب هذه الاستثمارات. وسيتعين أيضا توفير الأشكال المبتكرة للقروض لمساعدة الفقراء على الاستفادة من تقنيات إدارة المياه المحسنة.

المضخات المدارة بالقدم من آسيا لأفريقيا:

في أوائل الثمانينات، بدأ الآلاف من المزارعين في بنغلاديش استخدام جهاز ثوري جديد:

عبارة عن مضخة مياه بسيطة غير باهظة التكلفة وتعمل بالطاقة البشرية لري المحاصيل.



واقتنعت المنظمة بأن هذه التكنولوجيا تستطيع أن تساعد المزارعين الأفارقة إذا أمكن تكييفها لتناسب الظروف المحلية وتصلح للإنتاج محليا .

ففي زامبيا، قدم مشروع مشترك بين البرنامج الخاص للأمن الغذائي في المنظمة والصندوق الدولي للتنمية الزراعية بدأ في بيانات عملية عن منافع هذه المضخة.

وبعد ذلك، تم بمساعدات من المنظمة غير الحكومية "أعمال التنمية الدولية" تدريب الصناع المحليين على إنتاج وبيع هذه المضخة.

وسرعان ما انتشرت شبكة من متاجر التجزئة في مختلف أنحاء البلد وتم بيع أكثر من 1000 مضخة بتكلفة تتراوح بين 75 و125 دولارا .

وبدلاً من حمل جرادل المياه الثقيلة إلى رقعهم الصغيرة المزروعة بالفاصوليا والبطاطا والكسافا، ضخ المزارعون كميات أكبر من المياه في فترة زمنية أقل بهذه المضخات التي تدار بالقدم .

وضاعف المزارعون من مساحتهم المحصولية وأدخلوا أصنافا جديدة مثل الطماطم والكرنب واللفت والبصل.

واستفادت النساء على وجه الخصوص من التكنولوجيا حيث استطعن النهوض بتغذية أسرهن مع إدرار دخل إضافي.

وبدأت مشروعات مماثلة مع الصناع المحليين في بوركينا فاسو وملاوي ومالي والسنغال وجمهورية تنزانيا المتحدة.

أبراج المياه وخزانات المياه

تعد أبراج المياه عاملاً فعالاً في عملية إيصال المياه إلى المنازل ومراكز العمل، كونها توفر الضغط المطلوب اللازم لتساعد المياه إلى الأعلى.

البرج (خزان ومضخة) :

تتميز أبراج المياه بكونها سهلة الإنشاء ، وعلى الرغم من اختلاف أشكالها وأحجامها يجدر بنا التعريف بأنها كلها تقوم بنفس الوظيفة، ألا وهى حفظ المياه ضمن خزانات مرتفعة عن المنطقة المحيطة بها لتزويد المياه بالضغط اللازم .



على سبيل المثال، البرج الموجود في منطقة جبل كيل ديفلز قرب مدينة كيتي هوك إن سي، يصل ارتفاعه إلى حوالي 165 قدم (50 متر).

وللعلم فإن كل قدم في الارتفاع يزود المياه بـ 0.43 باوند في كل إنش من الضغط.

ولهذا فإن معظم أبراج المياه يتراوح متوسط الضغط الذي تقدمه للمياه بين 50 و 100 باوند في كل إنش من الضغط (أقل شيء من 20 إلى 30 باوند في كل إنش من الضغط).

ويتوجب علينا أن ننشئ أبراج المياه في مناطق مرتفعة بشكل كافٍ لتزويد المياه بالضغط المطلوب لكي تصل المياه إلى مراكز العمل والبيوت في كل المنطقة التي يتواجد فيها برج المياه.

ولذلك يتم تركيب الأبراج بشكل تقليدي الهضاب والجبال .

كما أن أبراج المياه الموجودة في المناطق المرتفعة يمكن استبدالها بخزانات المياه ببساطة و بناؤها في أعلى جبل في المنطقة .

ومن البديهي أن تكون خزانات المياه واسعة لتحميل كمية كبيرة من الماء، فحوض سباحة بسيط موجود في المنطقة التي يتواجد فيها خزان المياه سيستهلك بين 20 و 30 ألف جالون من المياه وهو مقدار كبير من المياه، الأمر الذي يجعل سعة برج المياه مثالية في هذه الحالة .

وبشكل تقليدي، يتوجب حساب ما يحتاجه أهل المنطقة من الماء لمدة يوم واحد، لتحديد السعة التي يتوجب على الخزان أن يمتلكها.

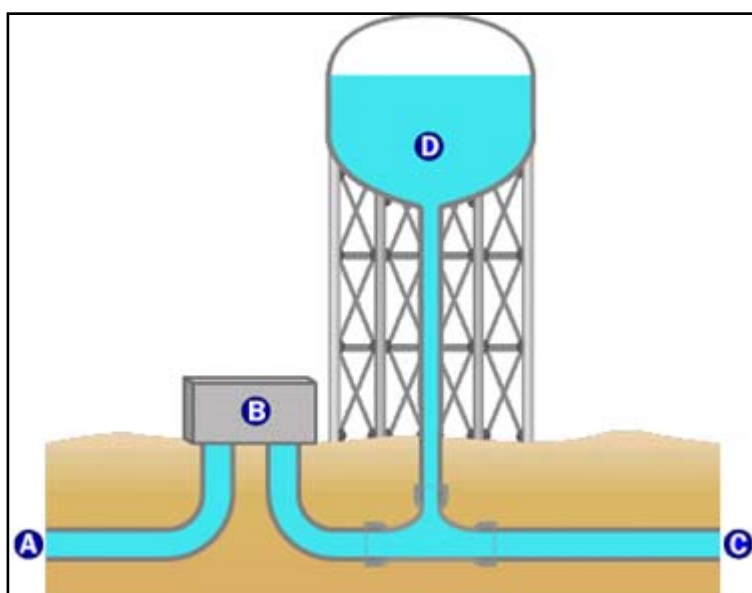
فإن فشلت مضخات المياه في تزويد المنطقة بحاجتها من الماء، ستعمل هذه الخزانات على تغطية النقص لمدة يوم .

وبهذا نرى أنّ واحدة من أهم مزايا برج المياه هي إبقاء استهلاك توليد المضخات للمياه ضمن المعدل، وهذا ما سيوفر الكثير من المال .

فعلى سبيل المثال، قد يكون معدل استطاعة المضخات على توليد المياه لتلبية حاجات الناس هو 500 جالون في الدقيقة (720 ألف جالون على مدى اليوم)، فمن المؤكد أنّ معدل الاستهلاك في بعض الأوقات من اليوم قد يزيد عن 500 جالون في الدقيقة، كون أنّ معظم الناس يستيقظون في نفس الوقت تقريباً (7 صباحاً)، ويذهبون إلى العمل وإلى الحمامات لقضاء حاجاتهم، ويستحمّون، ويفرشون أسنانهم، ما يعني أنّ المعدل قد يرتفع إلى 2000 جالون في كل دقيقة، الأمر الذي يتطلب توفير الكمية الناقصة من المياه عن طريق خزانات الماء الموجودة في الأبراج للسيطرة على الحالة ولتخفيف الضغط عن المضخات.

وفي الليل عندما يصل معدل الاستهلاك إلى الصفر بشكلٍ طبيعي، ستعمل المضخات على ملء الخزانات بالمياه .

كما يجدر بنا أن نذكر أنّ المضخات العالية الصاعدة تضغط الماء وترسله إلى نظام أنابيب تغذية أولي يمكن ربطه بسهولة تامّة ببرج المياه، كما هو الحال في المخطط التالي :



إن كانت المضخة تنتج مقدار من المياه أكثر مما يحتاجه النظام المائي واستهلاك الناس فإنه ببساطة سينتقل إلى الخزان، أما إن كانت الوضعية معاكسة لما ذكرنا فإنّ الماء سيخرج تلقائياً من الخزان إلى مجموعة الأنابيب لتلبية حاجة الاستهلاك .

الوظيفة والشكل :

تتعدد أشكال وأحجام أبراج المياه.

ونأخذ هنا هذا البرج الضخم كمثال على تنوع أشكال أبراج المياه.



فهو يبدو كشكل حبة الخوخ ويتواجد في مدينة جافني في ولاية كارولينا الجنوبية في الولايات المتحدة الأمريكية، ويبلغ ارتفاعه 85 قدم .

أما بالنسبة للمدن الكبيرة التي تتواجد فيها إنشاءات شاهقة الارتفاع، كان لا بد من إيجاد حل لمشكلة عدم قدرة المضخات الموجودة في المدينة على ضغط الماء لدرجة يمكن بها أن يصل إلى الطوابق المرتفعة من هذه المباني الشاهقة، وقد تمثل الحل في تزويد كل بناء مرتفع بمضخة وخزان مياه خاصين به .

كما أنّ أبراج المياه تخفض من نسب التأمين، كون أنّ وجودها سيلبي الحاجة المتزايدة إلى الماء إذا ما شبّ حريقٌ في المبنى ولم تستطع المضخات منحنا الكمية المطلوبة من المياه لإخماد هذا الحريق .

حقيقة غريبة حول أبراج المياه :

في الولايات المتحدة الأمريكية، يعتبر ملاحو الطيارات الخاصة الصغيرة أبراج المياه مساعدة كبيرة لهم كونها :

1. كبيرة.
2. مرتفعة (رؤيتها سهلة من الطائرات).
3. متوفرة في كل البلدات الصغيرة.
4. اسم كل بلدة مكتوب عليها.

فإن سافرت في إحدى المرات عبر الولايات المتحدة الأمريكية ستعرف
من الجو أن كل البلدات الصغيرة تبدو متشابهة جداً من الأعلى، الأمر الذي
سيؤدي إلى إرباك الطيار خاصة إذا ما تعطل جهاز استقبال الرسائل الواردة
من
المطار.

وهنا ستظهر لك أهمية أبراج المياه كوسيلة لتعريف الطيار بموقعه.

قلة أو ندرة المياه

تعرف قلة أو ندرة المياه Water Shortage على أنها انخفاض حصة الفرد من المياه لتصل إلى 1000 متر مكعب سنوياً.

أسباب مشكلة قلة أو ندرة المياه:

1. الارتفاع المتزايد لسكان العالم، يسجل عام 2001 زيادة 3 بالمائة عن عام 2000.
2. التلوث.
3. سوء استخدام المياه، خاصة في نظم الري، والتي تهدر من 30 إلى 70 بالمائة من المياه.
4. درجة حرارة الأرض الآخذة في الارتفاع، وهو ما يسمى بظاهرة الاحتباس الحراري (Global Warming) ، والتي تزيد من مساحات الجفاف والتصحر.

حلول مشكلة قلة أو ندرة المياه:

يظن العلماء أن الحلول تكمن في عدة نقاط:

1. إدخال التكنولوجيا الحديثة التي قد تنقذ المهدر من المياه .
2. تحسين أنظمة الري.
3. إبقاء فائض من المياه.
4. الاتفاقيات السياسية بين الدولة لا مفر منها لحل مشكلة توزيع المياه.
5. توعية الناس توعية سليمة بطرق الاستخدام الصحيحة للمياه، من خلال إنشاء جمعيات ومؤسسات ترفع هذا الشعار ، هذا فضلاً عن الدور الإعلامي للدولة.
6. ارتفاع استثمارات المياه من القطاع الخاص من 70-80 مليون دولار سنوياً إلى ما يقرب من 180 مليون دولار سنوياً.

المحافظة على الماء

جميعنا يستخدم الماء بطرق مختلفة:



مع تحيات د. سلام حسين الهلالي salamalhelali@yahoo.com

للشرب والاستحمام والاغتسال وسقاية الحديقة.
لكن الماء من الموارد المحدودة، لذا من المهم أن نجد جميعاً طرقاً للمحافظة على الماء كل يوم وبكل الطرق.

يمكنكم لعب دور هام في ضمان أن تكون كل قطرة من الماء هامة، وهناك أمور يمكنكم أنتم وأسركم عملها لتوفير المياه.

وإن وفر كل واحد منا القليل، يمكننا جميعاً توفير الكثير.

طرق توفير الماء في الداخل:

- التأكد من عدم وجود تسريب في الحنفيات والمراحيض .
- تركيب دش يوفر الماء ومراحيض لا تستهلك الكثير من الماء .
- الاستحمام فترات أقل .
- عدم استخدام المرحاض كمنفضة سجائر أو سلة مهملات .
- إغلاق الحنفية عند تنظيف الأسنان أو الحلاقة .
- إذابة الطعام المجمد داخل الثلاجة .
- غسل الخضراوات في وعاء فيه ماء أو في حوض مليء بالماء .
- تعبئة جلاية الصحون تماماً قبل تشغيلها .
- غسل الصحون في وعاء فيه ماء أو في حوض مليء بالماء .
- تعبئة الغسالة بالكامل قبل تشغيلها.

طرق توفير الماء في الخارج:

- عدم سقاية الحديقة أكثر من اللازم .
- سقاية الحديقة في الصباح الباكر أو في وقت متأخر من المساء .
- تعديل رشاش الماء بحيث لا يسقي الرصيف أو الشارع .
- عدم السقاية في الأيام العاصفة أو الماطرة .
- تركيب فوهات يمكن إغلاقها على جميع خرطوم الماء .
- استخدام أنظمة الري بالتنقيط .
- زراعة نباتات وأعشاب تتحمل الجفاف ولا تحتاج الكثير من الماء .

- استعمال الشجيرات لتقليل الحاجة إلى العشب .
- زراعة المهاد حول النباتات لتقليل التبخر ونمو الأعشاب الضارة .
- وضع شفرات جزاة العشب على درجة واحدة أعلى، لأن العشب الأطول يعني تبخراً أقل .
- تغطية بركة السباحة لتقليل تبخر الماء .
- استخدام الدلاء بدلاً من الخرطوم لغسل السيارة .
- استخدام مكنسة بدلاً من الخرطوم لتنظيف الرصيف والمدخل وأرصفة التحميل ومواقف السيارات.

المستجمعات المائية الكبيرة

ونظم مياه

توصف نظم المستجمعات المائية الكبيرة ونظم حصاد مياه السيول بجمع مياه الجريان من مستجمع كبير نسبياً .



و غالباً ما يكون المستجمع مرعى طبيعياً أو بادية أو منطقة جبلية. وفي معظم الأحيان توجد المستجمعات التابعة لهذين النظامين خارج حدود المزرعة حيث يكون تحكم الزرع بمفردهم فيها ضئيلاً أو معدوماً. ويشار إلى نظم المستجمعات الكبيرة أحياناً بعبارة (حصاد المياه من المنحدرات الطويلة) أو بعبارة (الحصاد من مستجمع خارجي) . وتختلف سيادة الجريان المضطرب والتدفق الجدولي لمياه المستجمع الكبير عن التدفق الصفحي أو الغديري الذي يميز المستجمعات المائية الصغيرة. وعموماً تكون المياه التي يتم جمعها من الجريان السطحي أدنى من تلك التي في نظم المستجمعات الصغيرة، وتتراوح من نسبة ضئيلة وحتى 50 بالمائة من الهطل المطري السنوي. وغالباً ماتخزن المياه في خزانات سطحية أو تحت السطح، لكن قد تخزن أيضاً في التربة ليصار إلى استخدامها مباشرة من قبل المحاصيل. كما تخزن المياه أحياناً في مكامن مائية كنظام لتغذية المياه الجوفية.

وتقع المساحات المزروعة بالمحاصيل إما فوق مدرجات قليلة الانحدار أو في أراضٍ منبسطة.

وتعتبر حقوق المياه التي تؤثر في توزيع المياه ما بين المجتمع والمناطق المزروعة ومختلف المستخدمين في المناطق التي تقع في أعلى وأسفل مجرى المياه من بين أكثر المشكلات المرتبطة بهذه النظم أهمية.

ويكمن أفضل حل لهذه المشكلات في وضع خطط للتدخل باستخدام نهج متكامل لتنمية مساقط المياه يشارك فيه المسؤولون كافة.

وغالباً ما يطلق على نظم المستجمعات المائية الكبيرة في مناطق البادية اسم (نظم حصاد مياه السيول) .

وتبعاً لموقع المنطقة المستهدفة ثمة نمطان للمستجمعات الكبيرة ونظم مياه السيول هما: نظم قرار الوادي، ونظم خارج الوادي.

الماء حقائق ودراسات

- أن الماء يشكل 3/2 من وزن جسم الإنسان، وتتألف بلازما الدم من حوالي 90 بالمائة ماء بينما العظام فنسبة الماء فيها 22 بالمائة.
- الماء مذيب طبيعي للعديد من العناصر مثل الفيتامينات والمعادن والبكتيريا والفطريات والمعادن الثقيلة والمواد المشعة.
- أكثر من بليون شخص في العالم لا يمكنهم الحصول على مياه نظيفة للشرب.
- أن بليونين ونصف من سكان العالم لا تتوفر لهم خدمات الصرف الصحي الملائمة.
- يموت تقريبا بين عشرة الآف وعشرين ألف طفل يوميا من جراء الأمراض التي يمكن تفاديها والتي تنتقل عن طريق المياه الملوثة.
- يبلغ ما يستعمل حاليا للري ثلثي حجم المياه المستعملة على امتداد العالم ويصل إلى 90 بالمائة في كثير من البلدان المتطورة، وقد تتطلب تلبية المتطلبات المخططة للمحاصيل في عام 2025 (حين يبلغ تعداد سكان العالم 8 بلايين نسمة حسبما يتوقع) كمية إضافية من المياه تقدر بـ 192 ميلا مكعبا، أي ما يساوي تقريبا عشرة أضعاف التدفق السنوي لنهر النيل.
- ولا أحد يعرف بعد كيف يمكن تأمين تلك الكمية الإضافية من المياه بطريقة تحمي المخزون منها لحاجات المستقبل.
- هناك مصطلحان يستخدمهما الأمريكان للتعبير عن نقاء الماء "درجة صفر" تعني أقصى درجات اتساخ الماء، أما "ثيرفانا" فهذا دليل على أقصى درجات النقاء للماء في صفوه ومذاقه.
- يضاف في بعض الأحيان ثاني أكسيد الكربون للماء لإعطائه الفوران.
- يغسل الماء جسم الإنسان من السموم والمواد السرطانية، والبول هو شكل من أشكاله والذي يحتوي على المواد الضارة.
- الماء الجامد واللين: ليس بالمعنى الحرفي وإنما يقصد به ارتفاع نسبة المعادن به فالأول يحتوي على كميات عالية من الكالسيوم والمغنسيوم والذي يكون تنقيته صعبة..

أما النوع الثاني والذي يستخدم أكثر يحتوي على كميات عالية من الصوديوم.

ويوجد شكلان للنوع الأول أيضاً مؤقت ودائم، فالشكل الجامد المؤقت يتحول إلى اللين من خلال الغلي أما الدائم فلا بد وأن يمر بمرحلة التقطير أو بمساعدة مواد مخصصة تساعد في اكسابه الليونة.

والمقصود بإكسابه الليونة هنا هو التخلص من الكالسيوم والمغنسيوم وفي بعض الحالات إضافة الصوديوم.

- أثبتت الدراسات أن 30 بالمائة من مياه الاستخدام المنزلي لا تصل إلى المكان المقصود، إذ يتسرب من الأنابيب المثقوبة والمعدات المعطوبة أو شبكات التوزيع رديئة الصيانة وبحسب تقديرات حديثة فإن كمية المياه التي تهدر في شبكة تغذية مكسيكو ستي تكفي لتلبية احتياجات مدينة بحجم روما، بل وحتى في الشبكات الحديثة فإن المفقود من المياه يتراوح ما بين 10-20 بالمائة.

- لا تحتوي مياه الأمطار على الأملاح إلا أنها حين تجري على سطح الأرض تذيب الأملاح الموجودة في التربة والصخور وتحملها معها إلى البحار والمحيطات وحين تتبخر المياه بواسطة حرارة الشمس تبقى الأملاح في البحر وهذه الظاهرة تتكرر منذ بلايين السنين لذلك أصبحت مياه البحار والمحيطات مالحة.

- تغطي المياه حوالي ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية .

- المياه جزء من نظام متكامل لذلك فإن ما يلوث الأرض والهواء ينتقل إلى المياه التي نشربها ونستخدمها.

- يمكن معالجة مياه البحر لتحليتها وجعلها صالحة للشرب إلا أن الكلفة المادية لذلك باهظة جداً.

- تنظم المياه حرارة جو الأرض كما تنظم حرارة جسم الإنسان وتنقل الغذاء والأكسجين إلى الخلايا وتحمي المفاصل والأعضاء وتساعد الجسم على التخلص من الأوساخ.

- يمكن للإنسان أن يعيش شهراً من دون غذاء إلا أنه لا يستطيع أن يعيش أكثر من بضعة أيام بلا مياه.

- تتمدد المياه بنسبة 9 بالمائة عندما تتجمد لذلك تطفو مكعبات الثلج على سطح المياه وتزن أقل أيضاً.

- تحتوي المياه العسرة على مادتين معدنيتين هما الكالسيوم والمغنيسيوم وهي تسمى كذلك لأن استخدامها للغسيل والتنظيف يصبح عسراً أي صعباً.

- الحنفيات التي ترشح قد تهدر حوالي 7860 لتر من الماء سنوياً.

متوسط ما يفقده الإنسان من ماء يومياً

طريقة فقد الماء	مقدار الفقد بالكوب
البول	5 2/1 كوباً
الإجمالي	12 كوب
عرق الجلد	3 أكواب
التنفس	3 أكواب
البراز	2/1 كوب

متوسط معدل الماء الذي يحصل عليه الإنسان من:

الماء من:	عدد الأكواب
الطعام	2 2/1 كوباً
التمثيل الغذائي	1 2/1 كوباً
الإجمالي	4 أكواب

جدول شرب المياه اليومي:

جدول المياه	عدد الأكواب
-------------	-------------

عند الاستيقاظ	كوبان
بعد الإفطار, قبل الغذاء	3 أكواب
بعد الغذاء, قبل العشاء	3 أكواب
بعد العشاء	1-2 كوباً
الإجمالي	9-10 أكواب

حجم الكوب = 250 مللتر

التعامل مع أنواع المياه المعبأة:

- إذا تم الشرب منها وفتحها لا تتركها لفترة طويلة بدون استخدامها لأن البكتيريا ستتنشط فيها والتي يكون مصدرها من الفم والبيئة التي توجد من حولنا.
- زجاجة المياه وطريقة العناية بها هامة من غسيل غطائها باستمرار وغسيل الزجاجة نفسها بالماء الساخن والصابون عند إعادة ملئها.. مع تغييرها من فترة لأخرى.
- يمكنك إضافة بعض العناصر الصحية لكوب الماء الذي تشربه مثل شرائح الليمون أو أوراق النعناع الطازجة أو الزنجبيل المبشور.
- للتخلص من طعم الكلور عليك بصب الماء في إناء كبير وتركه لمدة ساعة تقريباً.

مصادر المياه والاستهلاك

بصفة عامة فإن كميات المياه المنتجة حالياً والتي يمكن استغلالها تشمل حوالي ثلاثة مليارات متر مكعب من المياه الجوفية.

وأشارت بعض الدراسات الحديثة لهيئة في بعض الدول العربية إلى أن كميات سحب المياه الجوفية قد تصل إلى أكثر من 3, 5 مليارات متر مكعب سنوياً وهذه كميات تقديرية حيث لا توجد احصاءات دقيقة تقدر كميات سحب المياه الجوفية لأغراض الزراعة.

كما تصل كميات المياه المنتجة من محطات التحلية إلى حوالي 0, 8 مليار متر مكعب سنوياً ويتم إنتاج حوالي 0, 25 مليار متر مكعب سنوياً من مياه الصرف المعالجة ثلاثياً والتي يمكن استخدامها لأغراض التخضير وزراعة الغابات في حين يصل إنتاج المياه من العيون وبعض الأفلاج إلى حوالي 120 مليون متر مكعب سنوياً .

وبناءً على ذلك فإن إجمالي إنتاج المياه المنتجة في هذه الدول لتغطية الإحتياجات المائية المختلفة يقدر بحوالي 14,4 مليارات متر مكعب سنوياً وفي دراسات سابقة بينت أن معدل استهلاك الفرد للمياه في بعض المناطق بصفة عامة 650 لتراً في اليوم.

وكذلك فإن العائد للدخل القومي من الزراعة محدود جداً (5, 3 بالمائة تقريباً).

ولذلك فإنه يجب الإقلال من الزراعات ذات الاستهلاك العالي للمياه والتوسع في الزراعات التي لا تستهلك كميات كبيرة من المياه وتحمل ملوحة ودرجة حرارة عالية.

تلوث المياه العذبة

المياه العذبة هي المياه التي يتعامل معها الإنسان بشكل مباشر ويومي. وقد شهدت مصادر المياه العذبة تدهوراً كبيراً في الآونة الأخيرة لعدم توجيها قدرافا من الاهتمام لها.

ويمكن حصر العوامل التي تتسبب في حدوث مثل هذا التدهور في:

- عدم تنظيف خزانات المياه بشكل دوري و سليم الأمر الذي يعد غاية في الخطورة.

- قصور خدمات الصرف الصحي والتخلص من مخلفاته.

- التخلص من مخلفات الصناعة بدون معالجتها ، وإن عولجت فيتم ذلك بشكل جزئي.

أما بالنسبة للمياه الجوفية ، ففي بعض المناطق نجد تسرب بعض المواد المعدنية إليها مثل الحديد والمنغيز والرصاص إلى جانب المبيدات الحشرية المستخدمة في الأراضي الزراعية.

آثار تلوث المياه العذبة على صحة الإنسان:

أبسط شئ يمكن قوله أنه يدمر صحة الإنسان من خلال إصابته بالأمراض المعوية ومنها:

- الكوليرا

- الملاريا

- التيفوئيد

- البلهارسيا

- أمراض الكبد الالتهاب الكبدي الوبائي

- الدوسنتاريا بكافة أنواعها حالات تسمم

كما لا يقتصر ضرره على الإنسان وما يسببه من أمراض، وإنما يمتد ليشمل الحياة في مياه الأنهار والبحيرات حيث أن الأسمدة والمخلفات الزراعية التي تتسرب إلى مياه الصرف تساعد على نمو الطحالب والنباتات المختلفة مما

يضر بالثروة السمكية إذ تعمل هذه النباتات على حجب ضوء الشمس والأكسجين وتمنعه من الوصول إلى داخل المياه.

كما أنها تساعد على تكاثر الحشرات مثل البعوض والقواقع التي تسبب مرض البلهارسيا علي سبيل المثال.

يعتبر الماء مذيّب جيد لكثير من المواد وحتى بعض المواد التي لا تذوب فيه تشكل معوقات غروية تشبه المحاليل.

وينزل الماء على هيئة أمطار أو ثلج بصورة نقية خالية تقريبا من الجراثيم أو الملوثات الأخرى، لكن نتيجة للتطور الصناعي الكبير، تتعرض حتى مياه الأمطار أثناء سقوطها إلى الكثير من الملوثات لتصل الأرض مشبعة بالغازات السامة الذائبة مما يجعله غير صالح للشرب، ولعل أفضل مثال هو المطر الحمضي .

كذلك ظهر تلوث مياه البحار والأنهار و المياه الجوفية بالمواد البترولية والمواد المشعة والمعادن الثقيلة وغيرها.

ويشكل التلوث بالمواد البترولية خطرا على المياه حيث يكون طبقة رقيقة فوق سطح الماء تمنع مرور الهواء والأكسجين و ثاني أكسيد الكربون والضوء إلى الماء، مما يؤدي إلى اختناق الأحياء المائية وتعطيل معظم العمليات الحيوية الهوائية وبذلك تصبح الحياة المائية شبه مستحيلة.

يدوم الهيدروكربون الناتج من تلوث البترول طويلا في الماء ولا يتجزأ بالبكتيريا ويتراكم في قاع البحر.

ويحتوي البترول على مواد مسرطنة مثل بنزوبيرين الذي يؤثر علي النباتات والحيوانات التي تتغذى عليها.

وهناك مواد كيميائية أخرى تسبب تلوث المياه مثل المبيدات D.D.T والمعادن الثقيلة.

المصادر الرئيسية لتلوث المياه:

- مصادر صناعية
- مصادر الصرف الصحي
- مصادر زراعية

المصادر الصناعية

تحتوي مياه المصانع وفضلاتها ما نسبته 60 بالمائة من مجموع المواد الملوثة للبحار والبحيرات والأنهار.

ويصدر أغلب الملوثات من مصانع مثل مصانع الدباغة والرصاص والزنبق والنحاس والنيكل ومصانع الدهانات والإسمنت والزجاج والمنظفات ومصانع تعقيم الألبان والمسالخ ومصانع تكرير السكر.

بالإضافة إلى التلوث بالهيدروكربون الناتج عن التلوث بالبترول.

إن معظم المصانع في الدول النامية وحتى الدول المتقدمة لا تلتزم بضوابط الصرف الصناعي، بل تلقي بفضلاتها في المياه.

ففي الولايات المتحدة وجدت مخلفات سامة في مياه الأنهار والبحار المحيطة بالمصانع.

وفي القاهرة أجريت دراسة على اثني عشر محطة لمعالجة مياه الشرب ووجدت جميعها تعاني من عدم انضباط في تصريف النفايات السائلة الصناعية.

وتجدر الإشارة إلى أن الطرق التقليدية لتنقية المياه لا تقضي على الملوثات الصناعية (مثل الهيدروكربون) والملوثات غير العضوية والمبيدات الحشرية وغيرها من المواد الكيميائية المختلفة.

وقد يتفاعل الكلور المستخدم في تعقيم المياه مع الهيدروكربونات مكونا مواد كربوهيدراتية كلورينية مسرطنة.

ومن أشكال التلوث الصناعي هو استعمال بعض المصانع ومحطات الطاقة لمياه الأنهر والبحيرات في التبريد، وما ينتج عنه من ارتفاع في حرارة المياه مما يؤثر سلبا على التفاعلات البيوكيميائية في المياه وكذلك على الأحياء المائية.

مصادر الصرف الصحي

تعتبر مياه المجاري واحدة من أخطر المشاكل على الصحة العامة في معظم دول العالم الثالث، لأن أغلب هذه الدول ليس لديها شبكة صرف صحي متكاملة، بل في بعض المدن الكبيرة لا توجد شبكة صرف صحي.

والمشكلة الكبرى عندما تلقي المدن الساحلية مياه الصرف الصحي في البحار دون معالجة مسببة بذلك مشكلة صحية خطيرة.

كما أن استخدام الحفر الإمتصاصية في الأماكن التي لا يتوفر فيها شبكة صرف صحي له أضراره على الصحة العامة خاصة إذا تركت مكشوفة أو ألقيت مخلفاتها في الأماكن القريبة من المساكن حيث يتوالد البعوض والذباب مما يسبب الكثير من الأمراض بالإضافة إلى استخدام المبيدات المنزلية التي لها أضرارها على صحة الإنسان.

تحتوي مياه المجاري على كمية كبيرة من المواد العضوية وأعداد هائلة من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية واللاهوائية.

وعند وصولها إلى المياه السطحية، تعمل الكائنات الدقيقة الهوائية على استهلاك الأكسجين لتحليل المواد العضوية مسببة نقصا في الأكسجين مما يؤدي إلى اختناق الكائنات الحية التي تعيش في البحر وموتها.

عند موتها تبدأ البكتيريا أو الكائنات الدقيقة اللاهوائية بتحليلها محدثة تعفن وفسادا آخر إلى السابق.

تتوقف درجة فساد المياه السطحية وصلاحيته للاستعمال على عدة عوامل منها:

- سرعة تيار الماء في المجري المائي
- كمية الأكسجين الذائب في الماء
- السرعة التي تستطيع بها بعض أنواع البكتيريا تحليل هذه الشوائب والفضلات.
- مدى حجم الشوائب والفضلات التي تلقى في المسطح المائي ونوعيتها.

مكونات مياه الصرف الصحي

تتكون مياه الصرف الصحي من المياه المستخدمة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ وكذلك المياه المستخدمة في بعض الورش والمصانع الصغيرة ومحطات الوقود التي تقع داخل المدينة.

تحتوي مياه الصرف الصحي على نسبة عالية من الماء 99.9 بالمائة و الباقي مواد صلبة على هيئة مواد غروية وعالقة وذائبة.

وهذه المركبات هي:

- الكربوهيدرات: وتشمل السكريات الأحادية والثنائية
- النشا والسليلوز

- أحماض عضوية: مثل حمض الفورميك, بروبونيك وغيرها
- أملاح أحماض عضوية
- الدهون والشحوم
- المركبات العضوية الزيتية وتشمل البروتينات .
- الأصباغ
- الأملاح المعدنية
- مواد أخرى

طرق معالجة مياه الصرف الصحي:

تتم معالجة مياه الصرف الصحي على عدة خطوات:

المعالجة الأولية : يتم فيها التخلص من المواد العالقة والصلبة بطريقة الترشيح والترسيب.

المعالجة الثانوية : وفيها تستخدم الطرق البيولوجية مثل البكتيريا التي تؤكسد المواد العضوية.

المعالجة الثلاثية: وهي المعالجة النهائية وفيها يتم التخلص من البكتيريا والفيروسات والمواد العضوية.

بعد معالجة مياه الصرف الصحي يمكن استخدامها في الأغراض الزراعية أو الصناعية.

المصادر الزراعية

زاد في الآونة الأخيرة استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية في الزراعة.

ينجرف قسم من هذه المواد مع مياه الأمطار إلى مياه الري لتصل إلى المياه السطحية والجوفية مسببا تلوث كيميائي خطيرا للمصادر المائية.

أضرار تلوث الماء على صحة الإنسان:

يعتبر التلوث الميكروبي أو الكيميائي للمياه من أكثر الملوثات ضرارا على صحة الإنسان.

تلوث الماء ميكروبيا:

ثبت بما لا يدعوا للشك أن مياه الصرف الصحي إذا لم تعالج جيدا تسبب أمراضا خطيرة للإنسان وخاصة إذا تسربت لمياه الشرب.

يعتبر التلوث الميكروبي للمياه السبب في انتشار وباء السالمونيلا والإلتهاب الكبدي في عدد من دول العالم.

إن مياه الصرف الصحي بها أعداد هائلة من الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات والطفيليات وبذلك تنقل العديد من الأمراض مثل الكوليرا والتيفوئيد وشلل الأطفال.

وتلعب الكائنات الحية الدقيقة دورا في تحولات الميثان والكبريت والفسفور والنترات.

فبكتيريا الميثان تنتج غاز الميثان في الظروف الهوائية واللاهوائية، وبكتيريا التعفن تنتج الأمونيا التي تتأكسد إلى نترات والتي تكون ما يعرف بلخضرار الماء وتظهر على شكل طبقة خضراء من الأعشاب على سطح خزانات المياه والبحيرات وشواطئ البحار، وأكثر ما تكون في المياه الراكدة وتسبب في إعاقة تسرب الأكسجين إلى الماء، وتسبب زيادة الأعشاب الخضراء في مرض زرقة العيون لدى الأطفال.

تلوث الماء كيميائياً:

تلوث الماء بالمواد الكيميائية يمكن أن يكون خطرا على البيئة وعلى صحة الإنسان.

ويمكن تلخيص أهم المواد الكيميائية التي تلوث المياه:

- مركبات حمضية أو قلوية:

تعمل كل من المركبات الحمضية أو القلوية على تغيير درجة الحموضة للماء.

إن ارتفاع درجة حموضة المياه له تأثير سلبي على صحة الإنسان كما يؤدي إلى تكون الصدأ في الأنابيب وتآكلها.

أما التلوث بالقلويات يؤدي إلى تكون الأملاح مثل الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيدات والكلوريدات.

وتسبب كربونات وبيكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم عسر الماء كما أن مركبات الكلوريدات والسلفات تسبب ملوحة الماء.

- مركبات النترات والفوسفات:

تسبب هذه المركبات ظاهرة إخصار الماء.

وتتكون الأعشاب الخضراء من الطحالب وهي من عناصر الكربون والنيتروجين والفسفور.

ومن الجدير بالذكر أن النترات تتحد مع الهيمو غلوبين وتمنع اتحاد الأكسجين معه مما يسبب الاختناق.

- المعادن الثقيلة:

أكثر المعادن الثقيلة انتشارا في مياه المجاري الرصاص والزئبق .

يسبب تسرب الرصاص إلى أنابيب المياه إلى تلف الدماغ وخاصة للأطفال. يوجد الزئبق في الماء على هيئة كبريتيد الزئبق وهو غير قابل للذوبان ويتواجد على شكل عضوي مثل فينول وميثيل وأخطرها هو ميثيل الزئبق الذي يسبب شلل الجهاز العصبي والعمى.

أما في الأسماك فإن ميثيل الزئبق يتراكم داخلها بتركيزات عالية نتيجة التلوث وينتقل من الأسماك إلى الإنسان.

- الحديد والمغنيسيوم:

يسبب الحديد والمغنيسيوم تغير لون الماء إلى أشبه بالصدأ ولا يسبب ضررا إلا إذا كان بكمية كبيرة وأكثر وجودهما في المياه الجوفية.

- مركبات عضوية:

كثير من المركبات العضوية تسبب تلوث الماء وأشهرها التلوث بالبترول ومشتقاته والمبيدات الحشرية والمبيدات الفطرية وغيرها من الكيماويات الصناعية.

- الهالوجينات:

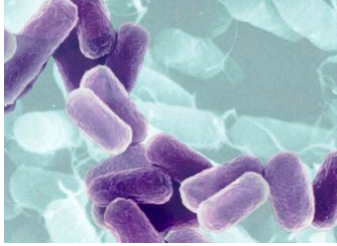
يستخدم الكلور والفلور لتعقيم المياه من الميكروبات الضارة ولكن عند وجود مواد عضوية أو هيدروكربونات في المياه، فإنها تتفاعل مع الكلور مكونة مركبات هيدروكربونية كلورية مسرطنة.

- المواد المشعة:

مثل الراديوم الذي يسبب السرطان وخاصة سرطان العظام.

مؤشرات تلوث الماء

بالبكتيريا والفيروسات



إن أي كائن حي دقيق لا يوجد بشكل طبيعي إلا في البراز سواء كان من البكتيريا أو غيرها، ويعتبر وجوده في المياه مؤشر قوي على وصول البراز بشكل أو بآخر للماء وبالتالي فإن احتمال وصول الكائنات الممرضة المنقولة بالبراز إلى الماء أمر غير مستبعد.

أ) المؤشرات البكتيرية:

تعتبر البكتيريا من أكثر الكائنات قبولاً كمؤشر على التلوث البرازي، ومن أشهرها استخداماً مجموعة القولونيات Coliform group والتي تشتمل على:

القولونيات البرازية Fecal Coliform ومنها E. Coli ولكن في العديد من البلدان يضاف له مؤشر آخر مثل بكتيريا Faecal Streptococci كمؤشر ثاني على التلوث البرازي وآخرين وجدوا في بكتيريا (perfringens Clostridium) أو جراثيمها Spores مؤشراً محتملاً له اعتباريته في بعض المواقع والحالات وآخرين تحدثوا عن بكتيريا (Pseudomonas aeruginosa) وإمكانية استخدامها كمؤشر على التلوث البرازي للمياه وإمكانية عزلها من المياه وتظهر الاختبارات خلوها من القولونيات البرازية.

أهم المؤشرات البكتيرية:

1. مجموعة بكتيريا القولون (Coliform group)

يقصد بها بعض أجناس البكتيريا المعوية Enterobacterease والتي لها القدرة على تخمير سكر اللاكتوز (Escherichia spp, Klebsiella spp, Enterobacter spp, Citrobacter spp) ومن ضمنها القولونيات البرازية Fecal Coliform وهي التي تستطيع أن تخمر اللاكتوز عند درجة حرارة مئوية تقدر بـ 44.5 وتتكون بشكل رئيسي من بكتيريا (Escherichia coli) وبعض سلالات بكتيريا (Klebsiella pneumoniae) وجودها بشكل طبيعي في أمعاء الإنسان بمقادير كبيرة

نسبياً (أكثر من 95 بالمائة من البكتيريا التي في الأمعاء) وسهولة رصدها وغير ذلك من الأسباب جعلها من أكثر المؤشرات البرازية قبولاً في التشريعات وإن كان يعاب عليها ضعفها النسبي أمام بعض عوامل البيئة ومعالجة المياه وبالتالي اختفائها من العينة في حين تبقى وتتأثر بعض الممرضات الفيروسية والطفيلية، وهو المؤشر المعتمد في السعودية وأكثر البلدان.

2. البكتيريا الكروية السبحية البرازية *Faecal Streptococci*

(*Enterococci*) بكتيريا كروية الشكل تتواجد متراصة بشكل سحبي غالباً، توجد بشكل طبيعي في أمعاء الإنسان والحيوان، اعتمدتها الوكالة الأمريكية لحماية البيئة مؤشراً على التلوث البرازي للمياه منذ أواسط الثمانينات وذلك لتمييزها عن القولونيات بتحمل الملوحة والحرارة والقلوية وبالتالي أصبحت المؤشر الأول للمياه المعدة للترفيه خصوصاً، اعتمدتها بريطانيا مؤشراً لتلوث مياه الشرب بالبراز مع (*E. Coli*) .

إن نسبة وجودها إلى وجود القولونيات يختلف في الإنسان عنه في الحيوان وهذا زاد من أهميتها كمؤشر يمكن من خلاله معرفة مصدر التلوث خصوصاً وأنه يندرج تحته العديد من الأنواع التي يمكن استخدامها أيضاً لتحديد مصدر التلوث البرازي.

3. بكتيريا *Clostridium perfringens*

بكتيريا عصوية ذات انتفاخ طرفي لاهوائية مكونة للجراثيم *Spores* توجد في براز الإنسان والحيوان تعتبر مؤشر برازي، أعدادها منخفضة نسبياً لكنها شديدة المقاومة يمكن أن تجدها في المياه الملوثة بالبراز والتي تعرضت لظروف أدت إلى غياب القولونيات مما رشحها لتكون من المؤشرات البرازية المهمة في حالات كتلوث الآبار مثلاً ولم تغفلها التشريعات البيئية والتوصيات العالمية.

ب) المؤشرات الفيروسية:

إن أمعاء الإنسان والحيوان تحتوي بشكل دائم على فيروسات غير ممرضة تعيش على مهاجمة البكتيريا المعوية، وهذه الفيروسات يتم طرحها مع البراز ويعتبر وجودها في أي وسط مؤشر على التلوث البرازي من جهة وإلى حد ما مؤشر على مثابرة الفيروسات الممرضة في الأوساط البيئية كالماء مثلاً ويطلق على هذه الفيروسات الفاج (*Phage*)، العديد من الفاجات استخدمت كمؤشرات في المياه على التلوث البرازي ومنها الفيروسات التي تهاجم بكتيريا *E. Coli* أو ذات الحامض النووي F-RNA أو الفيروسات التي تهاجم بكتيريا

Bacteroides Fragilis، ومن رصد بعضها يمكن تحديد مصدر التلوث إذا كان بشري أو حيواني.

ومن هذا النوع من المؤشرات:

1. الفيروسات التي تهاجم بكتيريا E. Coli أو ما يسمى (Coliphages)

هذه الفيروسات توجد في البراز الآدمي ووجودها في الماء مؤشر اشادت به بعض الدراسات وتطرق طرق الكشف عنه بعض الأدبيات المعتبرة مثل Standard methods for the examination of water and wastewater.20th Edition

American Public Health Association
American Water Work Association & Water
Environment Federation, Washington, D.C.

وقد رصدت في عينات مياه للصرف الصحي بعد تمام قتل القولونيات البرازية فيها وقد وجد في بحث محلي إشارة لعزلها من مياه معبأة لم يعزل منها بكتيريا القولون.

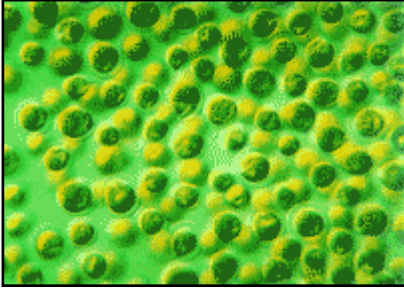
الطحالب

الطحالب الحقيقية Euophycophyta

الطحالب الخضراء (Chlorophyta) The green algae

تعتبر الطحالب الخضراء أكبر أقسام الطحالب وتحتوي على حوالي 7500 نوعاً وتتنوع هذه الطحالب في شكلها فمنها ما هو مجهري وحيد الخلية ومنها ما يكون في شكل خيطي أو على هيئة شبكة من الأنابيب على سطح الماء وبعضها يكون على شكل مستعمرات.

كما توجد أنواع من الطحالب الخضراء وحيدة الخلية تنمو على هيئة بقع خضراء على قلف الأشجار أو على ظهور السلاحف أو تنمو بغزارة على فرو بعض حيوانات الغابة وتحتوي جميعها على حاملات أصباغ بها مادة الكلورفيل الخضراء الهامة لعملية البناء الضوئي وتكوين الغذاء ، والمادة الغذائية المختزنة هي النشا وتترسب على هيئة طبقات مكونة المراكز النشوية (Pyrenoids) ومن أمثلتها طحالب الكلاميدوموناس وفولفكس وسبيروجيرا



تصنيف الطحالب الخضراء :

يمكن تصنيف الطحالب الخضراء حسب التركيب الخصري إلى :

1- طحالب وحيدة الخلية متحركة أو غير متحركة :

تقوم بجميع الوظائف الحيوية المختلفة من اخراج وتكاثر وحركة وتغذية مثل الكلاميدوموناس (Chlamydomonas) والكلوريل.

2- مستعمرة طحلبية غير راقية:

تتكون من عدة خلايا متجمعة، ولا يوجد تقسيم عمل بين خلايا المستعمرة بل تقوم كل خلية بجميع الوظائف الحيوية مثل مستعمرة الباندورينا (Pandorina)

3- مستعمرة طحلبية راقية:

تتكون من عدة خلايا متجمعة تختلف في أشكالها فمنها ما هو متخصص في عملية التمثيل الضوئي ومنها متخصص للتكاثر أو متخصص فسيولوجي أي يوجد تقسيم في العمل وهذه صورة من صور الإرتقاء مثل مستعمرة الفولفوكس (Volvox).



4- طحالب خيطية :

يبدو الخيط الطحلي على شكل اسطوانة مستطيلة مقسمة إلى عديد من الخلايا تحتوى على عديد من الأنوية موزعة في سيتوبلازم الخلية.

أ- خيط غير متفرع مثل السبيروجيرا.

ب-خيط متفرع مثل الكلادوفرا.

التكاثر الجنسي في هذا النوع من الطحالب أكثر رقياً من أنواع الطحالب الأخرى الخضراء وفيه تتميز الأمشاج الجنسية إلى أنثريدات Antheridium وأوجونات Oogonium أو عن طريق التزاوج باتحاد الكتل البروتوبلازمية بين الخلايا كما في الاسبيروجيرا.

5- الطحالب النالوسية :

تشتمل على الأفراد النالوسية مثل خس الماء Ulva والتكاثر الجنسي في بعض الأنواع من الطحالب يتم بواسطة الأمشاج الذكرية والأنثوية.

أماكن معيشتها :

تنتشر الطحالب الخضراء في المستنقعات وبرك الماء العذب والأنهار ومنها ما يوجد في البحار والمحيطات وهناك أنواع من الطحالب الخضراء تتكيف للعيش على التربة الرطبة أو ملتصقة بالصخور أو على بقايا الأخشاب المحللة.

سوف نقوم بعرض نماذج توضح أشكالاً مختلفة من الطحالب الخضراء
(green algae) Chlorophyta :

من الطحالب الخضراء وحيدة الخلية : كلاميدوموناس
Chlamydomonas

من الطحالب الخضراء الموجودة في شكل مستعمرات غير متخصصة :
(مستعمرة باندورينا Pandorina) :

من الطحالب الموجودة في شكل خيط غير متفرع: (طحلب سبيروجيرا
Spirogyra).

الطحالب الخضراء وحيدة الخلية

كلاميدوموناس (Chlamydomonas)

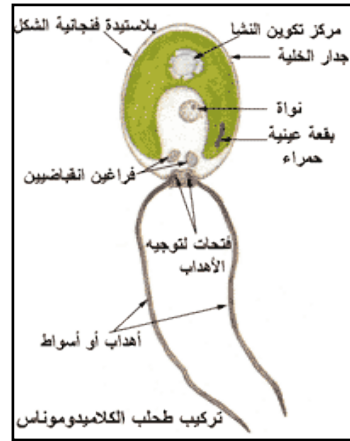
هو طحلب بدائي وحيد الخلية

أماكن معيشته :

يعيش في المياه العذبة خاصة الراكدة
الغنية بالمواد العضوية والأمونيا.

تركيب الطحلب :

يتركب الطحلب من خلية واحدة
مستديرة أو بيضيه الشكل تتحرك بواسطة
هدبان أماميان والطحلب محاط بجدار
سليولوزي بداخله سيتوبلازم محاط بغشاء



بلازمي وتوجد بقعة عينية حساسة للضوء كما تحتوي الخلية على
فجوتين منقبضتين تقومان بعملية الإخراج ومعادلة الضغط الأسموزي في الخلية أما
النواة فتوجد في منتصف الخلية كما يحتوي الطحلب على بلاستيكة خضراء
واحدة كأسية الشكل مفلطحة من الخلف تحتوي بداخلها على مركز نشوي
تترسب عليه طبقات النشا المتكون خلال عملية البناء الضوئي.

التكاثر :

يتكاثر الطحلب :



1- تكاثر خضري بالانقسام الثنائي البسيط.

2- تكاثر لا جنسياً Asexual reproduction عن طريق تكوين جراثيم سابحة. Zoospores .

ويتكاثر جنسياً Sexual reproduction باندماج مشيجين إما يكونان متساويين في الحجم Isogametes أو مختلفين في الحجم

Anisogametes وقد يحدث الاندماج بين أمشاج ناتجة من نفس الخلية الأصلية ويعرف الطحلب في هذه الحالة بأنه أحادي المسكن Monoecious أو يحدث الاندماج بين مشيجين أبوين مختلفين جنسياً أو فسيولوجياً ويعرف الطحلب في هذه الحالة بأنه ثنائي المسكن. Dioecious.

الطور البالميللي : Palmella stage

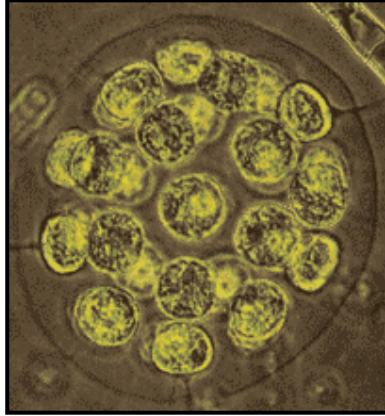
طور ساكن يساعد الطحلب أن يتحمل ظروف الجفاف الجزئي التي يتعرض لها . تبدأ خطوات هذا الطور مثل التكاثر اللاجنسي غير أنه لا تتكون أسواطاً للجراثيم الناتجة وهي داخل الخلية الأصلية كما تأخذ جدر هذه الخلايا في التغلظ تغلظاً مخاطياً (mucilaginous) وتحيط نفسها بغلاف هلامي ثم تنقسم كل وحدة داخلية" إلى 2-4-8 وحدات غير متحركة وإذا ما تحسنت الظروف تكونت للجراثيم أسواط من جديد وتحررت من الغلاف الهلامي لتنمو كل واحدة وتكون طحلب جديد.

الطحالب الخضراء التي توجد في شكل مستعمرات بسيطة مستعمرة باندرينا (Pandorina)

أماكن وجودها:

توجد في المياه العذبة والبرك والمستنقعات.

التركيب:



تأخذ المستعمرة شكل كروياً أو اهليجي وتتكون من 16 أو 32 خلية متلاصقة مكونة كرة مصمتة ومحاطة بغلاف هلامي تشبه كل خلية فيها طحلب كلاميدوموناس من حيث التركيب ولكن الفجوات المنقبضة والنقط العينية والأهداب موجودة على الجانب العريض للخلية، ومن الملاحظ عدم وجود أي تخصص فسيولوجي في خلايا المستعمرة حيث تقوم كل خلية على حدة بوظائفها الحيوية من تغذية وإخراج وتكاثر.

الحركة :

تتحرك المستعمرة حركة جماعية نتيجة تحرك أهداب الخلية .

التكاثر:

التكاثر اللاجنسي asexual reproduction :

يحدث تحت الظروف الملائمة وفيه تبدأ كل خلية في الانقسام الداخلي انقساماً بسيطاً لتعطي 16 خلية وعندما يتمزق جدار الخلية الأصلية تتحرر مستعمرات بنوية تنمو كل منها لتعطي مستعمرة جديدة.

التكاثر الجنسي Sexual reproduction :

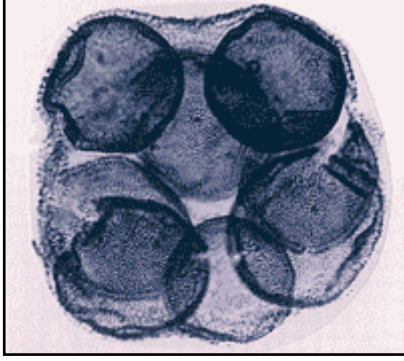
الطحلب ثنائي المسكن حيث تتكون الأمشاج المذكرة والمؤنثة في مستعمرات مختلفة وعند تحرر الأمشاج في الماء تتحد في أزواج لتكون لاقحة رباعية الأهداب التي سرعان ما تفقد أهدابها وتفرز حول نفسها جداراً سميكاً لمقاومة الظروف غير الملائمة وعند تحسن الظروف يتمزق الجدار السميك وتخرج مئة جرثومة سباحة ثنائية الأهداب وثنائية المجموعة الصبغية تسبح لفترة قصيرة ثم تستقر وتفقد أهدابها وتفرز حول نفسها غلظاً ثم تبدأ في الانقسام أربعة انقسامات متتالية أولها اختزالي لتعطي 16 خلية تترتب بنفس ترتيب المستعمرة الأصلية وتنمو إلى مستعمرة جديدة.

مستعمرة فولفوكس (Volvox)

أماكن وجودها:

تتواجد في المياه العذبة كما توجد في البرك والمستنقعات الدائمة والمؤقتة.

التركيب :

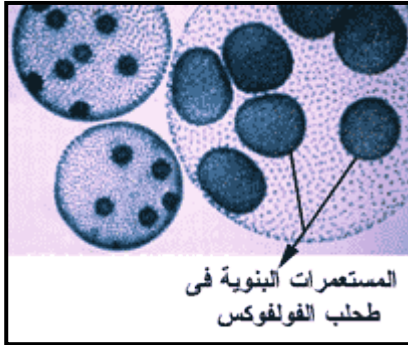


المستعمرة اكبر حجماً من مستعمرة باندورينا كما أنها مستعمرة متطورة تتخصص خلاياها تخصصاً فسيولوجياً ويتراوح عدد خلايا المستعمرة من 500 إلى 60.000 خلية تترتب خلايا المستعمرة في شكل كرة مجوفة محاطة بغلاف هلامي تنغمس فيه الخلايا ويملاً تجويف المستعمرة محلول مائي وتتصل خلايا المستعمرة ببعضها عن طريق خيوط بروتوبلازمية.

الخلايا المتخصصة في مستعمرة فولفوكس:

هناك أربعة أنواع من الخلايا المتخصصة

1- الخلايا الجسدية (somatic cells) :



تكون معظم خلايا المستعمرة وتختص بوظائف التغذية والحركة والإخراج .

2- الجونيدات (gonidia) :

خلايا أكبر حجماً من الخلايا الجسدية ولكنها قليلة العدد يتراوح عددها من 20-50 خلية تتخصص في التكاثر اللاجنسي وإنتاج المستعمرات البنوية .

3- الأنثريدات (antheridia) :

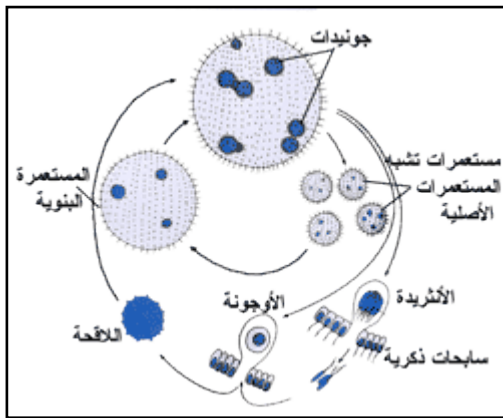
خلايا متخصصة في تكوين السابحات الذكرية ولكل سابح ذكري سوطان متصلان به جانبياً.

4- الأوجونات (oogonia) :

خلايا متخصصة في تكوين البويضات وهي قليلة العدد وأكبر حجماً من الخلايا الذكرية وليس لها أسواط ولكل خلية بيضة (ovum) منغمسه داخل غلاف مخاطي غليظ. وتنتج هذه الخلايا الأمشاج الأنثوية أو البويضات.

التكاثر

: Asexual reproduction التكاثر اللاجنسي



يحدث بتكوين المستعمرات البنوية وتقوم الجونيئات بهذا النوع من التكاثر وتنقسم محتويات الجونيده انقسامات بسيطة متتالية لتكون عدد من الخلايا تشبه خلايا المستعمرة الأصلية وتترتب الخلايا في طبقة واحدة مكونة كرة مجوفة تشبه المستعمرة الأصلية وهي تعرف بالمستعمرة البنوية daughter colony التي تسقط في تجويف المستعمرة الأصلية وتسكن المستعمرة البنوية حتى يتمزق جدار المستعمرة الأم وتنمو إلى مستعمرة جديدة.

: Sexual reproduction التكاثر الجنسي

تكون الأنثريده أي الوعاء الذكري السابحات الذكرية وتكون الأوجونة أي الوعاء الأنثوي البويضة ثم تنقسم محتويات الأنثريده إلى عدد كبير من السابحات الذكرية 64-128 سابحة ذكورية تترتب في شكل صفائح رقيقة متلاصقة أو تتخذ شكل كرة مجوفة. وتتحرك السابحات الذكرية من الأنثريدات وتسبح في الماء حتى تصل إلى البويضة فتقوم سابحة ذكورية واحدة بتلقيحها لتتكون اللاقحة تفرز اللاقحة حول نفسها غلافاً سميكاً لمقاومة الظروف غير الملائمة وعندما تتحسن الظروف تبدأ في الانقسام ويكون أولاً انقساماً اختزالياً

يليه عدة انقسامات بسيطة لتكون مستعمرة جديدة لها نفس العدد والترتيب الموجود في المستعمرة الأم.

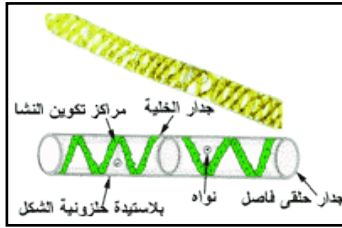
ملحوظة

قد تكون مستعمرة فولفكس وحيدة المسكن (monoecious) أي تحتوي على الأنثريدات والأوجونات معاً وفي بعض أنواع فولفكس تكون ثنائية المسكن (diocious) تتميز فيها مستعمرات ذكرية بها أنثريدات وأخرى أنثوية تحتوي على أوجونات.

الطحالب ذات الشكل الخيطي (غير متفرع)

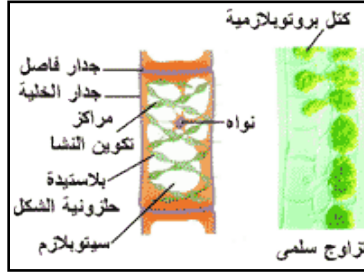
طحلب سبيروجيرا (Spirogyra)

وجوده:



التركيب :

سبيروجيرا طحلب خيطي يتكون من صف واحد من متشابهة الشكل والوظيفة الطحلب بجدار يتكون من داخلية تتكون من مادة



طحلب

غير متفرع

الخلايا

ويحاط

طبقتين طبقة

السليولوز وطبقة خارجية تتكون من مادة البكتين التي يذوب سطحها في الماء مكونا غلافا هلاميا يعطى الملمس اللزج لهذه الخيوط والجدار من الداخل مبطن بالسيتوبلازم كما توجد فجوة عصارية داخلية تتعلق فيها النواة وتتصل بالسيتوبلازم عن طريق خيوط سيتوبلازمية كما تحتوى كل خلية على بلاستيده واحدة أو أكثر شريطية الشكل لها جدار متعرج وينغمس في البلاستيده سلسلة من المراكز النشوية الكروية الشكل.

التكاثر

يتكاثر هذا الطحلب إما خضرى أو جنسيا بطريقة التزاوج.

التكاثر الخضري : Vegetative reproduction

يحدث بواسطة تقطع الخيط إلى قطع صغيرة نتيجة تعرضه لضغط ميكانيكي أو موت بعض الخلايا في الخيط وتستطيع كل قطعة تحتوى على (2 - 3) خلية على الأقل أن تنمو لتعطى خيطاً جديداً.

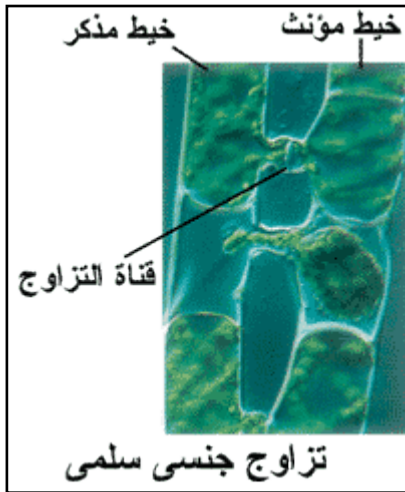
التكاثر الجنسي : sexual reproduction

ويحدث بين مشيجين متشابهين (isogametes) غير مهديين ويكون التزاوج أما سلمياً أو جانبياً.

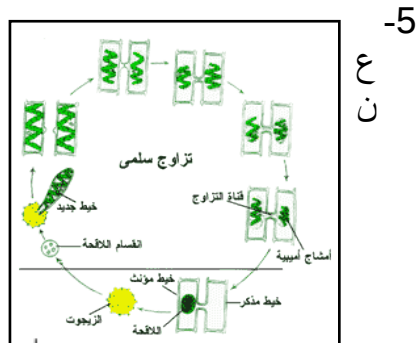
التزاوج السلمي (Scalariform conjugation)

خطوات التكاثر الجنسي السلمي :

- 1- يتخذ الخيطان في أول الأمر وضعاً متوازياً بحيث يكاد كل منهما أن يكون ملاصقاً للآخر وتخرج من كل خلية متزاوجة أنبوبة صغيرة (تنوء صغير) ثم تستمر الأنبوبتان في النمو والتقدم حتى تتلاقيا.
- 2- يذوب الجدار المستعرض الفاصل بينهما وتتكون القناة التزاوجية (Conjugation canal)
- 3- تنكمش محتويات كل خلية مكونة مشيجاً و يمر مشيج أحد الخليتين خلال قناة التزاوج (ويعتبر الطحلب المذكر) ليندمج مع مشيج الخلية المقابلة (تعتبر الطحلب المؤنث).



4- أثناء عملية الاندماج تتلاشى البلاستيدة الخاصة بخلية الطحلب المذكر وتبقى بلاستيدة خلية الطحلب المؤنث ويتكون نتيجة للاندماج لاقحة.



دما تنقسم اللاقحة تبدأ بالانقسام الاختزالي وينشأ عن ذلك 4 أنوية

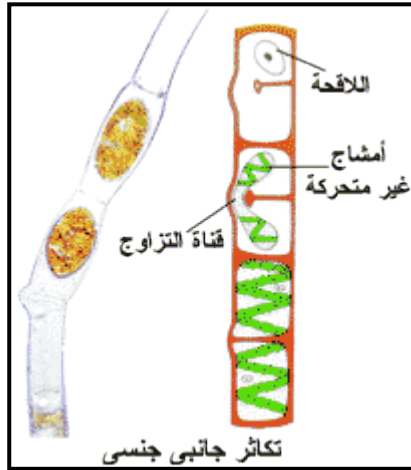
تتحلل ثلاث وتبقى الرابعة التي تنمو وتكون خيطاً جديداً تمر اللاقحة بفترة سكون ويتغلظ جدارها وتعرف بلاقحة الجرثومية وذلك في الظروف الغير ملائمة.

ملحوظة

تعتمد حركة ومرور إحدى المشيجين إلى الخلية الأخرى على نوع الخيطين المتقابلين فإذا كان الخيطان مختلفان فسيولوجياً انتقل مشيج الخلية الذكرية إلى الخلية الأنثوية حيث تتكون اللاقحة وتبقى الخلية الذكرية فارغة أما إذا كان الخيطان المتزاوجان متشابهين فسيولوجياً فيتحرك كلا المشيجين ويتقابلان في قناة التزاوج وتتكون اللاقحة.

التزاوج الجانبي (Lateral conjugation) :

يحدث بين خليتين متجاورتين في نفس الخيط ، وفيه تمر محتويات الخلية المتزاوجة إلى الخلية الملاصقة لها عن طريق فتحة في الجدار المستعرض، وتعتبر الخلية التي انتقلت محتوياتها إلى الخلية الأخرى كأنها مشيج ذكري ، وبما أن خلايا الخيوط ذاتها لا يمكن التمييز بينها من هذه الناحية فإنها تعتبر أمشاجاً متشابهة ولا بد أن تكون مختلفة فيما بينها فسيولوجياً فتتبع نفس خطوات التزاوج السلمي .



المياه وما تنقله من أمراض

من البديهي أن استعمال المياه الملوثة دون تنقية يؤدي إلى انتشار الكثير من الأمراض بسبب ما تحتويه المياه الملوثة من البكتيريا والطفيليات المسببة لهذه الأمراض وليس أدل على ذلك من إن الإحصائيات في مختلف بلاد العالم أظهرت إن انتشار عمليات تنقية المياه وكذلك حسن إدارتها وتشغيلها وتوزيعها للاستعمال المنزلي بين السكان قد أدى إلى انخفاض كبير في انتشار هذه الأمراض التي تنتقل عن طريق استعمال المياه الملوثة.

أهم الأمراض:

- التيفوئيد (Typhoid)
 - الدوسنتاريا الباسيلية (Dysentery)
 - الكوليرا (Cholera)
 - البلهارسيا (Bilharzias)
 - الباراتيرويد (Paratyphoid)
 - شلل الأطفال (Infantile Paralysis)
- وتتواجد البكتيريا والطفيليات المسببة لهذه الأمراض في المياه الطبيعية نتيجة لقذف المخلفات السائلة من المدن في المسطحات المائية .
- تطهير الماء هو إبادة جميع ما قد تحويه من بكتيريا مسببة للأمراض وكذلك بكتيريا القولون (Cloriform Bacteria) ولكن لا تعني قتل جميع البكتيريا الموجودة في الماء إذ أن هذا ما يطلق عليه التعقيم (Sterilization).

طرق تطهير المياه:

1. التطهير بالكلور (Chlorination) :

يتميز التطهير بالكلور بسهولة الاستعمال وكذلك سهولة الحكم على مدى فاعليته التي تتم بالتأكد من وجود قدر من الكلور في الماء .

وتتوقف فاعلية الكلور في التطهير في قتل البكتيريا على العوامل الآتية :

1. درجة تركيز الأيون الهيدروجيني : فكلما ارتفع التركيز الهيدروجيني في الماء زادت جرعة الكلور .
2. درجة الحرارة : حيث تزيد كفاءة التطهير بارتفاع درجة الحرارة .
3. مدة التفاعل بين الكلور والماء : حيث تزيد فاعلية الكلور مع زيادة الوقت نظرا لمقاومة البكتيريا المختلفة لتأثير الكلور, وأن أقل مدة لازمة قبل استخدام الماء حوالي 30 دقيقة .
4. عكارة الماء ووجود المركبات النيتروجينية وكذلك وجود مركبات الحديد والمنغنيز تقلل فاعلية الكلور في قتل البكتيريا .

2. التطهير باليود والبرومين (Iodine And Bromine) :

تستخدم لتصرفات المياه الصغيرة، مثل معسكرات الجيش ، وحمامات السباحة , وتضاف بجرعات يتراوح تركيزها بين (8 - 10) جزء في المليون , ومن عيوب هذه المواد طعم المياه عند استعمالها .

3. التطهير باستخدام الأوزون (Ozone) :

له تأثير فعال في عملية التطهير لأنه مؤكسد قوي, واستخدامه غير مصحوب بطعم أو رائحة , ويضاف بتركيز (2 - 3) جزء في المليون يبقى منه تركيز 0.1 جزء في المليون بعد عشر دقائق من إضافته .

4. التطهير باستخدام الأشعة فوق البنفسجية (Ultra Violet Rays) :

يمكن استخدامها في المياه الصافية الخالية من العكارة ولها تأثير فعال في عملية التطهير , ولا تسبب أي طعم أو رائحة للمياه .

ومن ناحية أخرى هي طريقة مكلفة وليس لها تأثير إلا أثناء استخدامها ,
وليس لها فاعلية في التحكم في تلوث المياه إذا ما تعرضت لأي مصدر تلوث
بعدى عملية التطهير .

تنقية الماء للشرب ومعالجته للأغراض الصناعية

تتم عملية تنقية الماء للشرب على مراحل كالآتي :

- الترويق (Clarification) وتشمل هذه المرحلة العمليات الآتية :

1. الترسيب (Sedimentation) ويشمل:

الترسيب الطبيعي : الغرض من هذه العملية هو إزالة أكبر كمية من
المواد الصلبة العالقة في الماء وذلك في أحواض خاصة يمر فيها الماء المحملة
بالمواد العالقة لفترة معينة .

الترسيب الكيميائي : في هذه العملية يتم ترسيب الحبيبات الدقيقة والتي
تكون عادة غروية غير قابلة للترسيب.

أهم المواد المستخدمة لهذا الغرض هي :

كبريتات الألمنيوم (الشب) , كبريتات الحديدوز , كبريتات الحديد ,
كلورايد الحديد , كبريتات الحديدوز المكلورة , ألومينات الصوديوم ,
كبريتات ألومنيوم النشادرية وهذه أكثر المواد استخداماً لأنها من أرخص المواد
وأكثرها انتشاراً .

2. التيسير بالجير (Lime Softening) ويشمل:

التيسير باستخدام الصودا على البارد (Cold Lime - Soda softening)

التيسير باستخدام الصودا على الساخن (Hot Lime - Soda Softening)

- المبادلات الأيونية:

المبادلات الأيونية تستخدم للتخلص من الأملاح الذائبة للكالسيوم
والمغنسيوم وتنقسم إلى الآتي :

المبادلات الكتيونية .

المبادلات الأتينية .

المبادلات المزدوجة .

المعالجة بالأغشية (Membrane Process):

ومن الطرق المستخدمة الآن ما يعرف بالضح العكسي Reverse .
Osmosis.

الأمطار الحمضية

المطر الحمضي هو المطر الذي يكتسب الصفة الحمضية.

وتحدث الأمطار الحمضية عندما تتفاعل أكاسيد الكبريت والنيتروجين المنبعثة من ملوثات مختلفة، مع بخار الماء في الجو؛ لتتحول إلى أحماض ومركبات حمضية ذائبة، وتبقى عالقة في الهواء حتى تتساقط مع مياه الأمطار.

المعتقد أن ظاهرة الأمطار الحمضية قد وجدت منذ زمن بعيد، ويبدو أن ظهور هذه الأمطار الحمضية كان مصاحبا لبداية الثورة الصناعية في منتصف القرن التاسع عشر، فقد جاء ذكر هذه الأمطار ضمن تقرير خاص وضعه كيميائي بريطاني عام 1872، يدعى "روبرت انجوس سميث Robert Angus Smith"، وبين في هذا التقرير أن مياه الأمطار التي كانت تتساقط على المناطق المحيطة بمدينة مانشستر كانت أمطاراً حمضية، ونوه في تقريره عن وجود علاقة ما بين الدخان والرماد المتصاعد من مداخن المصانع وهذه الأمطار الحمضية .

ومع الأسف لم يحظ هذا التقرير بالاهتمام الكافي، وطوي في زوايا النسيان، ولم يفتن أحد إلى خطورة هذه الأمطار على البيئة إلا في النصف الثاني من القرن العشرين على يد العالم السويدي "سفانت أودين Svente Oden" فقد كان هذا العالم هو أول من لفت الأنظار عام 1967 إلى أن الأمطار التي تتساقط على السويد كانت حموضتها تتزايد بمرور الزمن .

ولم يلق هذا الفرض الذي يربط بين غازات المصانع والأمطار الحمضية، قبولا عند كثير من الناس، فقد كان هناك من يعتقدون أن السبب في ظهور هذه الأمطار الحمضية هو بعض العوامل الطبيعية التي لا دخل فيها للإنسان مثل بعض الغازات الحمضية التي تتصاعد من البراكين، أو بعض الغازات التي قد تنتج من حرائق الغابات، أو من تحلل بقايا بعض الكائنات الحية بواسطة البكتيريا.

وقد عارض كثير من العلماء هذا الرأي الأخير، فهم يرون أن مثل هذه العوامل الطبيعية موجودة منذ القدم، كما أنها ليست دائمة الحدوث، ولكن ظاهرة الأمطار الحمضية أصبحت ظاهرة دائمة ومقلقة في هذه الأيام، ولابد أنها ترتبط بشيء جديد حدث في هذا القرن فقط .

الأمطار الحمضية تنتج أساسا من الغازات الحمضية التي تنتج من حرق الوقود في محطات القوى والمراكز الصناعية الضخمة التي تنتشر حاليا في كثير من دول العالم .

وبتحليل الغازات الناتجة من حرق الوقود في هذه المراكز، تبين أن غاز ثاني أكسيد الكبريت وبعض أكاسيد الزئبق وجين هي المسؤولة عن تكوين هذه الأمطار الحمضية، وهي عندما تتحد مع بخار الماء الموجود بالهواء تعطي أحماضا قوية هي حمض الكبريتيك وحمض النتريك على الترتيب . وتبلغ كمية الأحماض التي تتكون بهذا الأسلوب حدا هائلا لا يمكن الاستهانة به، خاصة الحمض الناتج من غاز ثاني أكسيد الكبريت، فمن المعروف أن أغلب أنواع الوقود المستعملة في محطات القوى والمراكز الصناعية، مثل الفحم والبتروول تحتوي عادة على قدر من الكبريت قد يصل إلى نحو 2 بالمائة من وزن الوقود .

ومن المقدر أن مراكز الطاقة المختلفة تقوم بإحراق عدة مليارات من الأطنان من الوقود كل عام، وتقدر كمية غاز ثاني أكسيد الكبريت الناتجة من إحراق هذا الوقود، والتي تتصاعد إلى الجو كل عام بنحو 50 مليونا من الأطنان في الولايات المتحدة، ونحو 40 مليونا من الأطنان في أوروبا . وتتعلق الأحماض المتكونة من هذه الغازات في الهواء على هيئة رذاذ، وتظهر على هيئة ضباب خفيف في الهواء الساكن وتجعل للهواء طعما لاذعا يسبب ضيقا في التنفس وبعض السعال .

وعندما تصبح الظروف مناسبة لسقوط الأمطار، فإن هذا الرذاذ يذوب في ماء المطر، ويسقط معه على سطح الأرض على هيئة مطر حمضي، وعندما يكون الجو شديد البرودة، فإن رذاذ الحمض يتساقط مع الجليد ويبقى مختلطا ببلوراته التي تكسو سطح الأرض .

البحيرات تموت ...

تبلغ حموضة الأمطار التي تسقط فوق بعض مناطق أوروبا الشمالية حدا كبيرا، فتصل حموضة أمطار بريطانيا إلى نحو 5.4 وهي تشبه حموضة عصير الطماطم، كما سقطت على اسكتلندا عام 1974 أمطار حمضية وصلت درجة حموضتها إلى نحو 2.5 وهي تشبه حموضة عصير الليمون أو الخل، كذلك سقطت بعض الأمطار على لوس أنجلوس بالولايات المتحدة كانت حموضتها نحو 3 مثل حموضة الخل، وسقطت أمطار أخرى على ولاية فرجينيا بالولايات المتحدة كانت حموضتها 1.5 وذلك عام 1979، وهي حموضة مشابهة لحموضة حمض البطاريات التي نستعملها في سياراتنا .

وتسبب هذه الأمطار الحمضية كثيرا من الأضرار لكل عناصر البيئة التي تسقط عليها.

فعندما تسقط هذه الأمطار الحمضية على أراضي جيرية فإنها تؤدي إلى إذابة عنصر الكالسيوم من هذه الأراضي وتحمله معها إلى مياه الأنهار والبحيرات وينتج عن ذلك حدوث نحر في التربة وزيادة تركيز الكالسيوم وبعض العناصر الأخرى في مياه هذه الأنهار والبحيرات، كما أنها تحمل معها بعض الفلزات الهامة لنمو النباتات مثل البوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم وغيرها إلى المياه الجوفية، وتجعلها بذلك بعيدة عن متناول جذور النباتات فتقل جودة المحاصيل ويقل إنتاجها .

كذلك تؤدي الأمطار الحمضية إلى كثير من الأضرار بالمجاري المائية المكشوفة خاصة البحيرات المقفلة، فتزداد حموضة مثل هذه البحيرات مما يضر بحياة جميع الكائنات الحية التي تعيش فيها .

وقد لوحظ أن حموضة كثير من البحيرات في أوروبا وأمريكا قد زادت في النصف الثاني من هذا القرن، ومثال ذلك أنه لم يكن بولاية نيويورك عام 1930 إلا ثماني بحيرات تقل حموضتها عن 5، ثم وصل عدد هذه البحيرات في عام 1974 إلى نحو 109 على أقل تقدير .

وهناك أعداد كبيرة جدا من البحيرات في منطقة أونتاريو تحولت مياهها من مياه متعادلة إلى مياه حمضية بسبب سقوط مثل هذه الأمطار عليها.

كذلك هناك عدة أنهار في نيفاسكوتشيا وفي النرويج خلت مياهها تماما من أسماك السلمون التي تعودت أن تسبح في مياهها بسبب زيادة حموضة هذه المياه.

ولا تنحصر أضرار الأمطار الحمضية على رفع حموضة مياه المجاري المائية الطبيعية، بل يمتد هذا الضرر إلى كثير من المحاصيل الزراعية والغابات،

فيقدر ما تخسره ألمانيا من هذه الظاهرة من أشجار الغابات والأخشاب بنحو 800 مليون دولار، بالإضافة إلى ما تتلفه هذه الأمطار الحمضية من المحاصيل الزراعية الأخرى التي تقدر قيمتها بنحو 600 مليون دولار في العام .

كذلك تؤثر هذه الأمطار الحمضية في بعض الأحيان في مياه الشرب، فقد لوحظ أن مياه أحد الخزانات في الولايات المتحدة وهو "خزان كوابين Quabbin Reservoir" قد زادت حموضتها بشكل ملحوظ نتيجة لسقوط الأمطار الحمضية على هذا الخزان مدة طويلة من العام .

وقد نتج عن زيادة حموضة مياه هذا الخزان، حدوث تلآكل في بعض قنوات المياه وصداً بعض المعدات المعدنية المتصلة بهذا الخزان، كذلك أدت

هذه الأمطار إلى زيادة نسبة الرصاص في مياه الشرب المأخوذة من هذا الخزان، مما يمثل خطرا كبيرا على الصحة العامة .

وتمتد الآثار الضارة للأمطار الحمضية إلى كثير من المدن، ويمكن مشاهدة هذه الآثار في كثير من المدن الأوروبية.

ففي لندن مثلا تفتتت بعض أحجار برج لندن كما تأكلت بعض الجدران الخارجية لكنيسة "وستمنستر أبي"، ويمكن مشاهدة هذا التآكل بشكل أوضح في كنيسة "سانت بول" التي أقيمت عام 1765، فقد وصل عمق هذا التآكل في بعض أحجارها الجيرية إلى نحو بوصة كاملة نتيجة للتفاعل بين هذه الأحجار وضباب لندن الشهير المحمل بالأحماض وكذلك الأمطار الحمضية التي تسقط على المدينة جزءا طويلا من العام .

وقد يمكن في بعض الأحيان حماية مباني المدن أو بعض التماثيل الحجرية أو البرونزية القائمة بها، وذلك بطلائها بأنواع مستحدثة من الطلاء، ولكن يصعب حماية عناصر البيئة الأخرى من هذه الأمطار، مثل التربة أو الأنهار أو البحيرات .

وقد قام بعض العلماء ببعض المحاولات في هذا الشأن، فقاموا برش رذاذ من الجير على سطح المياه الحمضية للبحيرات من زوارق خاصة تطوف بها، وذلك تقليدا لما يفعله المزارعون عندما ينثرون مسحوق الجير على سطح التربة الزراعية الحمضية قبل ربيها لمعادلة حموضتها.

ولا يمكن اعتبار هذه الطريقة أسلوبا مثاليا لمعالجة مشكلة زيادة حموضة مياه البحيرات، فهي عملية عالية التكلفة كما أنها تتطلب دقة كبيرة حتى لا تتحول مياه البحيرة إلى مياه قلوية .

وتعاني كثير من الدول من هذه الأمطار الحمضية الناتجة من حرق الوقود في مراكزها الصناعية، مثل الولايات المتحدة وبريطانيا وفرنسا كما يعاني منها كل من الاتحاد السوفيتي والصين.

لكن الأثر الضار لهذه الأمطار قد يمتد إلى دول أخرى رغم أن هذه الأمطار ليست من إنتاجها، فنجد مثلا أن دول أوروبا مثل النمسا وسويسرا وفنلندا والنرويج تستقبل كل عام أمطارا حمضية لا تنتجها هي ولكنها تأتي إليها من ألمانيا وبلجيكا وهولندا وبريطانيا وفرنسا، فهذه الدول هي التي تصدر إليها أغلب الأمطار الحمضية التي تسقط عليها كل عام .

وقد بينت إحدى الإحصائيات التي أجريت في هذا المجال، أن نحو 90 بالمائة من الأمطار الحمضية التي تسقط على أراضي النرويج، تحملها إليها

الرياح أساساً من بريطانيا وألمانيا وفرنسا، ولهذا السبب نجد أن الدول الإسكندنافية هي القوة الدافعة وراء وضع برنامج تعاوني بين دول أوروبا للحد من خطورة هذه الأمطار الحمضية التي تعبر الحدود القائمة به الدول .

وقد فطنت كثير من الدول إلى خطورة هذه الأمطار الحمضية وإلى الأضرار التي يمكن أن تحدثها لمختلف عناصر البيئة، ولهذا فقد اجتمعت ثلاث وثلاثون دولة في جنيف بسويسرا عام 1979، ووقعت اتفاقاً نص على تعهد كل دولة من هذه الدول ببذل مزيد من الجهد للسيطرة على ظاهرة التلوث ، وبخاصة تلوث الهواء المسبب لسقوط الأمطار الحمضية .

وأهم ما جاء في هذا الاتفاق هو البحث عن أساليب متقدمة للتخلص من غاز ثاني أكسيد الكبريت الناتج من حرق الوقود، أو على الأقل الحد من كميته التي تتصاعد يومياً إلى الهواء، باعتبار أن هذا الغاز هو أحد الأسباب الرئيسية في تكوين الأمطار الحمضية .

كذلك وقعت بعض الاتفاقيات الثنائية بين بعض الدول، مثل تلك الوثيقة التي وقعتها كل من كندا والولايات المتحدة عام 1980، وتعهدت فيها كل منهما بالتعاون للحد من كميات الغازات الحمضية المتصاعدة من منشأتهما الصناعية والمسببة للأمطار الحمضية .

وقد أدخلت بعض التعديلات على القانون الأمريكي الخاص بالمحافظة على نظافة الهواء "Clean Air Act" الصادر عام 1970، بحيث يمكن خفض كمية غاز ثاني أكسيد الكبريت المتصاعد من حرق الوقود في المراكز الصناعية الأمريكية إلى أقل حد ممكن خلال عشر سنوات، وقد اتفق أغلب العلماء على أن هناك ضرورة ملحة للتخلص من الغازات الحمضية قبل إطلاق غازات العوادم في الهواء.

وقد نكون اليوم في موقف مناسب يسمح لنا بحل المشكلة وذلك لأن أي تأخير في تقديم الحلول المناسبة سيؤدي إلى استفحال خطرها، وإلى حدوث أضرار جسيمة بالبيئة قد لا يمكن علاجها فيما بعد .

ويرى بعض رجال الصناعة أن التخلص من الغازات الحمضية من غازات العوادم الصناعية سيحتاج إلى وجود وحدات صناعية خاصة بها أبراج غسيل للتخلص من هذه الغازات وامتصاصها، وأن ذلك سيؤدي إلى زيادة تكاليف مختلف العمليات الصناعية مما يقلل من أرباحهم، وقد يتطلب الأمر زيادة أسعار بعض المنتجات الصناعية مما يضع حملاً ثقيلاً على كاهل المستهلكين أو يؤدي إلى خفض الإنتاج وزيادة البطالة .

ويقدر بعض رجال الصناعة أن تنقية غازات الع وادم الصناعية من الغازات الحمضية، على مستوى الولايات المتحدة وحدها، سيتكلف ملايين الدولارات، وقد يسبب ذلك أزمة اقتصادية لبعض الصناعات الصغيرة التي تقع في وسط وغرب الولايات المتحدة، وهي أكثر المناطق إنتاجاً للغازات الحمضية .

وإذا كان احتراق الوقود في محطات القوى يؤدي إلى تصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت في الهواء وتكوين الأمطار الحمضية، فإننا نستطيع أن نقول إن احتراق آبار البترول ، سيكون شديد الخطر، وسيؤدي إلى مضاعفة أخطار الأمطار الحمضية بشكل هائل، وذلك لأن احتراق البترول في هذه الحالة سيكون احتراقاً غير كامل، وعلى ذلك فإن الدخان الأسود المتصاعد من هذه الآبار سيحتوي على كثير من النواتج الضارة، فهو يحتوي على كميات هائلة من دقائق الكربون التي تحجب الرؤية وتحيل النهار ليلاً، كما يحتوي على قدر كبير من غاز ثاني أكسيد الكبريت وبعض أكاسيد الن هيدروجين، بالإضافة، إلى عشرات من المركبات السامة والمسرطنة، مثل أبخرة الثيوفين والاكريدين، والبنياقاف , كلمة ممنوعهايرين .

كذلك تحتوي هذه السحب السوداء المتصاعدة من الآبار المشتعلة على كثير من المركبات الناتجة من تأكسد السلاسل اله هيدروكربونية، مثل بعض الأحماض العضوية والألدهيدات والكيثونات، وهي مواد يؤدي استنشاقها إلى كثير من الأضرار كما أن وجودها في الماء يمثل خطراً كبيراً على الكائنات الحية التي تعيش في المجاري المائية التي تحملها إليها مياه الأمطار .

ويتضح من ذلك أن الأمطار الحمضية التي قد تنتج نتيجة لاشتعال النيران في آبار البترول، ستكون أمطاراً من نوع خاص، وستكون أمطاراً أشد خطورة من الأمطار الحمضية الناتجة من محطات الوقود أو المراكز الصناعية، وأبعد منها أثراً على جميع الكائنات الحية من نبات أو حيوان .

ولكل هذه الأسباب، يجب أن تتضافر جهود كل الدول على إطفاء هذه الحرائق في أقرب وقت حتى لا يستفحل ضررها، وحتى لا تضيف إلى أخطار الأمطار الحمضية التي تتساقط اليوم في كل مكان، حتى في الأماكن الريفية والبعيدة عن العمران^١.

التّرسيب الحمضي الجاف:

في بعض المناطق التي لا تسقط فيها الأمطار، تلتصق هذه المركبات الحمضية بالأتربة العالقة في الهواء، وتتساقط معها لتلتصق بسطح التربة. وتسمى هذه الظاهرة بالتّرسيب الحمضي الجاف.

ثم تأتي الرياح وتحمل هذه الدّرات الترابية الحمضية وترسبها على المباني، والسيّارات، والمنازل، والأشجار، ثم تنزل الأمطار لتغسل هذه الأسطح؛ فتتحول الأمطار إلى أمطار حمضية بدرجة أكثر.

حلول مقترحة لمشكلة المطر الحمضي:

1. يمكن أن يوقف انطلاق كل من أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين عن طريق استخدام أنظمة الحقن لحجر الكلس في المواقف والأفران التي يستخدم فيها الوقود الأحفوري أو شبه ذلك.

2. كما يمكن إزالة الكبريت بعد الاحتراق وقبل أن تنفذ الغازات عبر المداخل، ويتم ذلك عن طريق غسل الغازات الكبريتية بنحو قلوي حيث يحول غاز ثاني أكسيد الكبريت إلى فضلات كالوحد والرواسب الطينية.

3. يمكن لمحطات تكرير البترول الحديثة أن تنتج بترولاً فيه نسبة منخفضة من الكبريت، أو تنظيف معظم أنواع الفحم الحجري الموجودة فيه، وذلك عن طريق استخدام السحق عن طريق العمليات الكيماوية.

4. محاولة إيجاد مصادر بديلة لإنتاج الطاقة بدل من الوقود ، كاستخدام الحرارة ، أو الرياح ، أو الطاقة الشمسية ، وغيرها من المصادر البديلة .

5. شن حملات توعية على المصانع وشركات إنتاج الوقود ، للتنبيه على خطورة الغازات الناتجة ، وفرض العقوبات المالية والأمنية عليهم .

كما يمكن اتباع بعض الطرق لتقليل أخطار الأمطار الحمضية مثل :
طلاء المنشآت والمباني والآثار بأنواع مستحثة من الطلاء لحمايتها من الآثار الضارة لسقوط الأمطار الحمضية عليها.

مثل استخدام الجير في معالجة البحيرات التي تتعرض للأمطار الحمضية، حيث يتسبب الجير في معالجة حموضة المياه، ويتم ذلك عن طريق رش رذاذ من الجير على سطح الماء من زوارق خاصة تطوف بكل أرجاء البحيرة لغرض معالجة مياهها.

وتعتبر هذه الطريقة محاكاة لما يقوم به المزارعون عندما ينثرون مسحوق الجير على سطح التربة الحمضية قبل ريّها لمعادلة حموضتها،

وهذه الطريقة لا تعد أسلوباً مثالياً لحل مشكلة زيادة حموضة البحيرات :
1. لأنها تتطلب مزيداً من الجهد والمال.

2. تحتاج إلى عناية كبيرة ودقة فائقة في استخدام الجير حتى لا تنقلب الحالة في تحول مياه البحيرات في حالة الحموضة إلى الحالة القلوية.
وهذا العلاج يعدّ في نفس الوقت هو علاج للضباب الحمضي.

الكتل الهوائية

الكتل الهوائية هي كميات هائلة من الهواء تتكون فوق مناطق درجة حرارتها ثابتة إلى حد ما، فتكتسب درجة حرارة هذه المناطق.

قد تغطي الكتل الهوائية مساحة تصل إلى 13 مليون كم². وتبعث الدورة العامة للغلاف الجوي بصفة مستمرة كتلاً هوائية من منطقة إلى أخرى، فتكتسب درجة حرارة المنطقة التي تتحرك فوقها، لكن ذلك يتم ببطء شديد بسبب كبر حجمها.

تؤثر الكتلة الهوائية على طقس المنطقة إلى أن تتمكن هذه المنطقة من تغيير تلك الكتلة الهوائية تغييراً جوهرياً.

وهناك أربعة أنواع رئيسية من الكتل الهوائية :

1. قطبية قارية
2. مدارية قارية
3. قطبية بحرية
4. مدارية بحرية.

الكتل الهوائية القطبية القارية :

باردة - جافة تتشكل على مناطق مثل جرينلاند، وشمالى كندا، والأجزاء المتطرفة شمالى آسيا وأوروبا.

الكتل الهوائية المدارية القارية:

فهي حارة جافة، وتتشكل على مناطق مثل شمالى إفريقيا وشمالى أستراليا.

الكتل الهوائية القطبية البحرية:

رطوبة معتدلة البرودة، وتتشكل على الأجزاء الشمالية والجنوبية من المحيطين الهادئ والأطلسي.

أما الكتل الهوائية المدارية البحرية:

رطوبة دافئة، وتتشكل على أواسط المحيطين الهادئ والأطلسي وعلى المحيط الهندي.

الجبهات الهوائية

عندما تلتقي كتلة هواء بارد مع كتلة هواء دافئ، فإنهما يكوّنان منطقة تسمى جبهة.

وهناك نوعان رئيسيان من الجبهات:

جبهات باردة وجبهات دافئة.

في حالة الجبهة الباردة، تتحرك كتلة متقدمة من الهواء البارد تحت كتلة من الهواء الدافئ الذي يُزاح إلى أعلى، ويحل محله الهواء البارد عند مستوى سطح الأرض.

وتحدث معظم التغيرات الجوية على طول الجبهات الهوائية.

تعتمد حركة الجبهات على طبيعة تكوين نظم الضغط الجوي.

فالأعاصير الحلزونية تدفع الجبهات إلى الأمام بسرعة (32-48) كم في الساعة، في حين تهب الأعاصير الحلزونية المضادة على المنطقة بعد أن تكون الجبهة الهوائية قد تجاوزتها.

تُحدث الجبهات الباردة تغيرات مفاجئة في الطقس، ويعتمد نوع التغيرات إلى حد كبير على كمية الرطوبة في الهواء الذي تجري إزاحته، فقد تجلب الجبهة طقساً غائماً جزئياً، لكن دون تساقط إذا كان الهواء جافاً، أما إذا كان رطباً، فقد تتشكل سحب كبيرة تجلب المطر والتلج، ويكون التساقط الذي تحدثه معظم الجبهات الباردة كثيفاً، إلا أنه لا يستمر طويلاً، وقد تجلب أيضاً رياحاً شديدة.

يُحدث مرور معظم الجبهات الباردة هبوطاً حاداً في درجة الحرارة، وتصفو السماء بسرعة، وتقل الرطوبة.

وتُحدث الجبهات الدافئة تغيرات تدريجية في الطقس أكثر من الجبهات الباردة.

تعتمد هذه التغيرات أساساً على رطوبة كتلة الهواء الدافئ المتقدمة، فقد تتكون سحب خفيفة، ويكون التساقط قليلاً أو معدوماً إذا كان الهواء جافاً، أما إذا كان الهواء رطباً، فإن السماء تصبح رمادية اللون، وقد يسقط مطر خفيف منتظم أو تلج لعدة أيام، وفي بعض الحالات يتكون ضباب كثيف. وعادة ما يصحب الجبهات الدافئة ارتفاع حاد في درجة الحرارة، وتصفو السماء، تزداد الرطوبة.

وتتحرك الجبهات الباردة أسرع من الجبهات الدافئة بمعدل الضعف تقريبًا. نتيجة لذلك، غالبًا ما تلحق الجبهات الباردة بالجبهات الدافئة. عندما تصل جبهة باردة إلى جبهة دافئة تشكل جبهة منتهية ، وهناك نوعان من الجبهات المنتهية:

جبهات باردة منتهية و جبهات دافئة منتهية:

في الجبهة الباردة المنتهية، يكون الهواء خلف الجبهة الباردة أبرد من الهواء أمام الجبهة الدافئة، ويشبه جو الجبهة الباردة المنتهية جو الجبهة الباردة. وفي حالة الجبهة الدافئة المنتهية يكون الهواء خلف الجبهة الباردة أكثر دفئًا من الهواء أمام الجبهة الدافئة. ويشبه جو الجبهة الدافئة المنتهية جو الجبهة الدافئة، لكن الجو الذي تحدته الجبهات المنتهية أقل تطرفًا من الجو الذي تحدته الجبهات الباردة والجبهات الدافئة.

وتحدث جبهة من نوع آخر عندما تلتقي كتلة هوائية باردة بكتلة هوائية دافئة، لكنهما يتحركان حينئذ قليلًا ، وتسمى مثل هذه الجبهة جبهة رابضة (مستقرة)، وقد تظل فوق منطقة ما لعدة أيام ، وعادة ما يكون طقس الجبهة الرابضة معتدلاً.

العواصف

العواصف هي فترات من الجو القاسي ومن أنواعها:

- 1.العواصف الرعدية
 - 2.العواصف الشتوية
 - 3.الأعاصير اللولبية (التورناد)
 - 4.الأعاصير الممطرة (أعاصير الهاركين)
 5. العواصف الرملية
- العواصف الرعدية:**

نوع شائع من العواصف، ويحدث ما يصل إلى 50.000 عاصفة رعدية في أنحاء العالم كل يوم، وهي تتشكل من هبات طويلة من السحب الركامية.

قد تصل قمة هذه السحب خلال الجو الحار الرطب إلى ارتفاع 24,000م، حيث تقل درجة الحرارة عن نقطة التجمد بكثير وتتحرك التيارات الهوائية هبوطاً وصعوداً داخل السحابة بسرعة تصل إلى 1,500م في الدقيقة ، ويتكاثف بخار الماء في هذا الهواء بسرعة، مسبباً مطراً غزيراً. وتسبب حركة الهواء كذلك شحنات كهربائية تتجمع داخل السحابة.

أخيراً يقوم الهواء المحيط تحت تأثير ما به من إجهاد كهربائي بتوصيل الشحنات الكهربائية إلى الأرض، مسبباً البرق.

عندما يومض البرق يسخن الهواء المحيط به ويتمدد بشدة، ويحدث موجات صوتية تعرف بالبرق.

العواصف الشتوية :

تشمل العواصف الجليدية والعواصف الثلجية.

العواصف الجليدية:

تحدث معظم العواصف الجليدية عندما تهبط درجة الحرارة إلى ما دون درجة التجمد.

يحدث التساقط في العاصفة الجليدية على هيئة مطر، لكنه يتجمد بمجرد وصوله إلى الأرض ، ونتيجة لذلك، تتكون طبقة من الجليد تكسو الأرض والشوارع وغيرها من السطوح ، وتجعل العواصف الجليدية الشوارع والأرصفة زلقة، وغالبًا ما تتسبب في حوادث المرور.

كما أن ثقل الجليد قد يتسبب كذلك في تحطيم خطوط الطاقة وأسلاك الهاتف وفروع الشجر.

العواصف الثلجية:

عواصف ذات رياح شديدة ودرجات حرارة منخفضة، وتصل سرعة الرياح أثناء العاصفة الثلجية إلى 56 كم في الساعة ، وقد تهبط درجة الحرارة إلى -12°م أو أقل وتستحيل الرؤية إلا لمسافة قصيرة، كما أن الرياح قد تجمع الثلوج في مجروف ثلجي ضخم.

الإعصار الاستوائي (التايفون) : يتشكل جنوبي المحيط الهادئ ، وهو عاصفة مدارية بالغة الشدة ذات ضغط منخفض، تبدأ قرب خط الاستواء، وتتحرك نحو الغرب .

الأعاصير اللولبية (التورناد):

أشد الأعاصير عنفًا، وتتألف من رياح تدور على شكل قمع بسرعة تصل إلى 320 كم في الساعة.

تحطم هذه العواصف تقريبًا أي شيء يعترض طريقها.

يبلغ قطر معظم الأعاصير اللولبية أقل من كيلومتر.

والإعصار اللولبي (التورناد) إعصار حلزوني صغير عنيف، ولذا تسمى الأعاصير اللولبية أحيانًا بالأعاصير الحلزونية، وتتكون أثناء العواصف الرعدية.

الأعاصير الممطرة (أعاصير الهاركين):

أعاصير دوارة كبيرة تتشكل فوق المحيطات بالقرب من خط الاستواء. وقد يتراوح قطرها بين 320 و480 كم وتدور الرياح حول عين العاصفة أي مركزها بسرعة 120 كم في الساعة أو أكثر.

وتجلب الأعاصير الممطرة أمواجاً ضخمة وأمطاراً غزيرة، وغالباً ما تتشكل بداخلها عواصف رعدية، تؤدي إلى حدوث أعاصير لولبية (التورناد).

يسبب كثير من الأعاصير الممطرة فيضانات شديدة ، وتضعف الأعاصير الممطرة بسرعة بعد أن تضرب اليابسة.

وتعرف الأعاصير الممطرة في غرب المحيط الهادئ بالأعاصير الاستوائية.

العواصف الرملية :

تحدث في المناطق الصحراوية عندما تهب رياح قوية.

العواصف الرعدية

تعتبر السحب الرعدية من أخطر أنواع السحب التي تتكون في الغلاف الجوي، ويتواجد على سطح الكرة الأرضية حوالي 2000 سحابة رعدية نشطة في وقت واحد، ولكن 1 بالمائة من هذه السحب ينتج عنه برَد بحجم 4/3 البوصة أو يصدر عنه رياح هابطة قوية.

وتعتبر السحابة الرعدية آلية مهمة في توزيع الطاقة في الغلاف الجوي حيث تأخذ الحرارة والرطوبة من طبقات الجو السفلى وتنقلها إلى طبقات الجو العليا .

علماً بأن مقدار الطاقة في العاصفة الرعدية (Mature Thunderstorm) يعادل 10 أضعاف الطاقة الناتجة عن القنبلة النووية التي ألقيت على هيروشيما.

ولتتكون العاصفة الرعدية لابد من توافر تيارات مُحَمَّلة ببخار الماء من السطح (Moisture Supply) وأن يكون هناك رفع للهواء الرطب في الغلاف الجوي، وآليات هذا الرفع تتمثل في المرتفعات الجبلية والجبهات الهوائية الباردة والمنخفضات والأخاديد الجوية .

وتمر السحب الرعدية بمراحل ثلاث خلال تكونها :

- 1- **مرحلة النمو :** وتكون التيارات الهوائية فيها صاعدة من أسفل إلى أعلى وعندما تبدأ الأمطار بالهطول تهبط بعض التيارات الهوائية من السحابة.
- 2- **المرحلة الثانية (Mature Stage):** وفيها تتميز بصعود وهبوط واضح للتيارات .

3- **المرحلة الثالثة :** بداية ضعف السحابة (Dissipation Stage) وتكون الأمطار فيها غزيرة والتيارات الهابطة هي المسيطرة والتي تؤدي إلى قطع إمداداتها من التيارات الرطبة وفي معظم الحالات تؤدي التيارات الهابطة إلى نشوء سحابة رعدية أخرى نتيجة لرفعها لكُتل هوائية من السطح.

ويوجد هناك ثلاثة أنواع من السحب الرعدية وهي :

1. الخلية الواحدة .
2. متعددة الخلايا في الحزام السحابي .

3. السحابة الرعدية العملاقة .

أما الظواهر الشديدة المصاحبة للعواصف الرعدية فتتمثل في الآتي :

1. رياح شديدة هابطة (Downdraft) :

وقد تصل سرعتها إلى أكثر من 50 كم في الساعة وسبق أن تأثرت بعض الدول بهذه الظاهرة في العديد من المواسم الممطرة .

على سبيل المثال أدت هذه الظاهرة إلى حدوث رياح شديدة على مدينة جازان في أول أغسطس عام 1991م بلغت سرعتها 100 عقدة أي ما يقارب 210 كم/ ساعة، وكذلك على جنوب مدينة جدة في 9 ديسمبر عام 1997م بلغت سرعتها 70 عقدة وقد تكرر حدوثها على العديد من الأجزاء الساحلية والمرتفعات الجبلية لوسط وجنوب البحر الأحمر ، وهذه الرياح كفيلة بقلع الأشجار وإزالة الهناقر وإطاحة أعمدة الكهرباء وتحريك بعض الأجسام من مكانها.

2. الفيضانات :

تتميز السحب الرعدية بكثافة الهطول وخاصة عند استمرارها في التأثير لمدة طويلة على نفس الموقع أو تحركها بشكل متعامد وموازي للأودية، حيث لوحظ أنها قد تؤدي إلى هطول يصل إلى أعلى من 100 مم في عدد من الساعات والتي تسببت في عدد من السيول الجارفة .

3. البرد :

تؤدي بعض خلايا السحب الرعدية إلى تكون البرد والذي قد يصل حجمه إلى أكثر من 4/3 البوصة ورغم أن تكون البرد يحدث في سحب رعدية محددة إلا أن حدوثه متكرر على المرتفعات الجبلية يحدث على المناطق الداخلية والساحلية عند وجود السحب الرعدية العملاقة، وقد تأثرت مدينة الرياض في موسم الأمطار لعام 1995-1996م بظاهرة سقوط برد كبير الحجم كان ذو آثار واضحة .

كما أن هطول البرد يؤدي إلى تلف المحاصيل الزراعية والثمار .

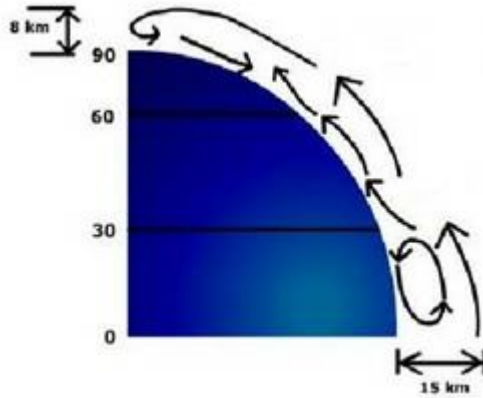
4. البرق :

يعتبر البرق من الظواهر المصاحبة لمعظم أنواع السحب الرعدية وينتج عند تفريغ شحنات كهربائية بين خلايا السحب وكذلك بين السحابة وسطح

الأرض، وقد كان هناك العديد من الإصابات والوفيات في كثير من المناطق ناتجة عن ظاهرة البرق.

التيارات النفائة

اكتشف حديثاً ما يسمى بالرياح النفائة Jet Stream على ارتفاعات عالية في الجو متموجة الشكل، وعندما تتكون تلك التيارات فإن العاصفة تتبعها عند التقاء كتل هوائية باردة وأخرى ساخنة.



وفي قوله تعالى:
﴿وَالْمُرْسَلَاتِ عُرْفًا. فَالْعَاصِفَاتِ
عَصْفًا. وَالنَّاشِرَاتِ نَشْرًا.
فَالْفَارِقَاتِ فَرَقًا﴾ (المرسلات 1-4).

العرف في الأصل هو

عرف الفرس أو الديك وهو متموج الشكل، ويسمى كل مرتفع عرفاً.

كما في قوله تعالى: ﴿وَعَلَى الْأَعْرَافِ رِجَالٌ﴾ (الأعراف: 46).

ومن وجوه التفسير أن ﴿الْمُرْسَلَاتِ عُرْفًا﴾ وصف لرياح ترسل متتابعة وأن "فالعاصفات عصفاً" وصف آخر يتبع الأول للرياح، ورأى بعض الباحثين أنهما يلتقيان مع الرياح النفائة وتأثيرها في نشأة الأعاصير الدوارة؛ فالأول

وصف لشكلها المتموج والثاني بيان لتأثيرها الدوار على رياح أقرب لسطح الأرض تجعلها عواصف دوارة أو أعاصير، ولكن المدهش أن وصف الرياح المتموجة بكلمة "عُرْفًا" وبيان دورها في نشأة الأعاصير يتضمن خلاصة كشف علمي لم يعرفه الباحثون إلا حديثًا جدًا.

الأعاصير

الأعاصير هي أكبر أنواع العواصف، و تتكون فوق المحيطات الدافئة و عادة عند المناطق الاستوائية (خط عرض من 5 إلى 20 درجة).



فعندما تتبخر مياه المحيط الدافئة ينخفض الضغط و تبدأ الرياح الدوران محدثة بذلك جدارا ضخما من الغيوم و الأمطار يغلف مركزا هادئا نسبيا يسمى العين، هذا الجدار (جدار العين) يشبه كعكة الدونت ذات تيارات حمل نشط جدا ، وباستمرار تغذية هذا الهواء الدافئ الرطب للعاصفة فإنها تنمو و تزداد شدة، و تنتشر ل عرض 480 كم في الساعة ، و تكون سرعة الرياح فيها حوالي 240 كم في الساعة .

مواصفات الأعاصير:

الإعصار النموذجي: هو ذلك الإعصار الذي تصل فيه سرعة الرياح إلى 119 كيلومترا في الساعة بحركة دورانية ، و قطره يصل إلى 600 كم ، و يمتد علوا إلى 12 كم من السطح.

ومن الطرف الخارجي حتى الداخلي ينخفض الضغط في الأعاصير بمقدار 60 ملي بار ليكون من 1010 إلى 950 ملي بار .

أما عين الإعصار الهاديء نسبيا فقطره 20 كم و تنعدم فيه الهواطل و تخبو فيه الرياح إلا أن الضغط الجوي بداخله يبلغ أحيانا 915 ملي بار و هذا ما يسبب زيادة الرياح السطحية بالقرب من جدار وحدود عين الإعصار تساعد على إحلال هواء دافئ رطب بدلا من الهواء الصاعد و هكذا تتكرر العملية.

درجات الأعاصير:

تصنف الأعاصير إلى خمس درجات:

الدرجة الأولى : سرعة الرياح تكون من 119 إلى 152 كم / ساعة.

الدرجة الثانية : سرعة الرياح تكون من 154 إلى 176 كم / ساعة.

الدرجة الثالثة : سرعة الرياح تكون من 178 إلى 208 كم / ساعة.

الدرجة الرابعة : سرعة الرياح تكون من 210 إلى 248 كم / ساعة.

الدرجة الخامسة : وهي لسرعات رياح عاتية جدا (أكثر من 250 كم/ساعة).

ولقد تم اصطلاح لقب عاصفة استوائية لرياح مستمرة تبلغ سرعتها 65 كم/ساعة، أما لو كانت هذه الرياح بسرعة مستمرة بمقدار 120 كم/ساعة فإنها تسمى إعصارا.

الأعاصير التي تبلغ درجتها أكثر من 3 درجات فإنها تعتبر أعاصير ضخمة أو مهمة.

ويمكن للإعصار أن يهدد منطقة ما في غضون 24 إلى 36 ساعة و هي لحظة مراقبة الإعصار و يتم إنذار المواطنين إذا تم توقع استمرار الرياح عند سرعة سائدة قدرها 120 كم/ساعة.

أسماء الأعاصير:

في أمريكا كان الناس يسمون الأعاصير بأسماء القديسين حتى القرن العشرين.

أما خلال الحرب العالمية الثانية فقد أطلقت أسماء الإناث على الأعاصير من قبل القوات البحرية الأمريكية التي أسندت لها مهمة مراقبة الأعاصير في المحيط الباسفيكي ، و من المرجح أن تكون الأسماء هي أسماء زوجاتهم أو صديقاتهم.

ولكن في الفترة من 1950 إلى 1952م تم تعريف الأعاصير في شمال الأطلنطي وفقا للحروف الأبجدية مثل : Albert , Baker , Charlie .

و في عام 1953 بدأ ديوان الأرصاد الجوية الأمريكية بإطلاق أسماء إناث فقط على الأعاصير.

و بدءا من عام 1978م تم إدخال أسماء الذكور على الأعاصير حيث اعتمدت منظمة الأرصاد الجوية قائمة للأسماء التي أطلقت سابقا مع أسماء أخرى تم توزيعها في شكل 6 دورات لمدة 6 سنوات ، وكل دورة تحمل 21 اسما مرتبا بالأبجدية مع استثناء الحروف Z,Y,X,U,Q بسبب عدم وجود أسماء تبدأ بهذه الحروف.

و إذا انتهت هذه الدورات الست فإنه يتم البدء من جديد من الدورة الأولى و هكذا، علما بأن بعض الأسماء قد ألغيت مثل (أندو 1992) و (كاميلي 1969)

علما أن أعاصير المحيط الباسفيكي و المحيط الهندي لها مسميات أخرى محلية، و أحيانا يتم ترجمتها و يبلغ عددها في السنة أكثر من 100 إعصار.

الآثار التدميرية للأعاصير :

يمكن للأعاصير اقتلاع الأشجار من جذورها و تمزيق أسقف المنازل ، كما أن الرياح العاتية الواصلة إلى الشواطئ و السواحل تخلق موجات في البحر شاهقة الارتفاع (15 مترا) تسمى موجة العاصفة لارتباطها بأمطار غزيرة، لذا فإن المنطقة تتعرض لفيضان و بالتالي إلى أضرار هائلة فموجات العاصفة (سدود المياه) تمتد عرضا إلى 85 كم و هي تزيد من مستوى المد الاعتيادي من 2 إلى 3 أمتار .

كما أن حجم الأضرار يعتمد على عدد البشر في المنطقة المنكوبة و



نوعية البناء و الوعي بمخاطر الأعاصير و سبل أخذ الحيطة و الحذر . كما أن أضرار الرياح السطحية التي قد تصل إلى 350 كم في الساعة هو أحد الأسباب الرئيسية ، أضف إلى ذلك الضرر الناتج من الأمطار الغزيرة الهائلة من غيوم الرامية الشاهقة مسببة انهيارات أرضية و فيضانات محلية.

حجم الإعصار و ضد الإعصار:

توجد أحجام مختلفة للإعصار، ولكنها عادة تغطي مساحة كبيرة، تبلغ مثلا ثلث مساحة الولايات المتحدة الأمريكية أو الحوض الشرقي للبحر المتوسط، أو بمعنى آخر 2 مليون كيلو متر مربع .

اتجاه الإعصار وحركته:

أن الأعاصير وأضداد الأعاصير يتحركان غالبا من الغرب إلى الشرق، غير أنه توجد بعض الأعاصير التي لا تتجه دائما من الغرب إلى الشرق، كما أن الإعصار قد يتخذ طريقا يختلف قليلا عن الطريق الذي تتخذه الأعاصير الأخرى، ومن ناحية سرعة حركة الإعصار نجد أنه في الولايات المتحدة يتحرك الإعصار بسرعة حوالي 30 كيلو متر في الساعة أثناء فصل الصيف، وحوالي 45 كيلو متر في الساعة أثناء فصل الشتاء.

أما ضد الإعصار فهو أقل سرعة من الإعصار وعلى هذا الأساس نجد أن الإعصار قد يستغرق يومين أو ثلاثة لعبور الولايات المتحدة من الساحل الغربي إلى الساحل الشرقي.

كما أن الأعاصير التي تمر في شمال مصر تستغرق يوما أو يوما ونصف من حدود مصر الغربية إلى حدودها الشرقية .

وكما هو الحال لمناطق الضغط والرياح من حيث أنها تتحرك نحو الشمال والجنوب مع حركة الشمس الظاهرية فلن الأعاصير وأضداد الأعاصير تتحرك أيضا نحو الشمال والجنوب من فصل لآخر وقد عرفنا أن إقليم البحر المتوسط يتعرض لأعاصير الرياح الغربية العكسية في فصل الشتاء فقط عندما تتحرك مناطق الضغط والرياح ويقع الإقليم في طريق الأعاصير التي تتحرك من الغرب إلى الشرق في منطقة نفوذ الرياح الغربية العكسية أما في فصل الصيف فلن إقليم البحر المتوسط يظل بعيدا عن مناطق نفوذ الأعاصير فتسود به ظروف صحراوية جافة .

تحدث الكثير من الاضطرابات الجوية في العروض المدارية، وهذه عادة ما تكون مصحوبة بالسحب والأمطار الغزيرة وعلى الخصوص حيث تتوفر الرطوبة بالجو، وهذه الاضطرابات الجوية في العروض المدارية تكون ما يعرف بالعواصف المدارية، وعادة ما تكون سرعة الرياح فيها أو قوتها ليست على درجة كبيرة من العنف، باستثناء بعض المناطق المحدودة تحدث فيها عواصف على جانب كبير من العنف والخطورة، وهي التي تعرف بالهاريكين والتيفون .

والهاريكين لفظ يطلق على العواصف المدارية العنيفة على البحر الكاريبي وجنوب شرق الولايات المتحدة وعلى ساحل المكسيك المطل على المحيط الهادي وتسمى التيفون على جنوب شرق وشرق آسيا .

أنواع الأعاصير:

الهاريكين- التيفون -الترنادو

الهاريكين والتيفون:

يطلق اصطلاح ((هاريكين)) على الأعاصير المدارية على خليج المكسيك، وجزر الهند الغربية، وشبه جزيرة فلوريدا في جنوب شرق الولايات المتحدة، وتتكون عواصف الهاريكين عندما تقوى الانخفاضات الجوية المدارية بفعل الهواء الرطب الحار فوق المحيطات المدارية.

فالهاريكين عادة تتكون فوق المسطحات المائية التي تزيد درجة حرارة المياه عن 82 درجة فهرنهايت، وعلى الرغم من ان عواصف الهاريكين ليست متعددة الحدوث كما هو الحال في أعاصير العروض الوسطى إلا أنها إذا حدثت فأنها تكون بالغة العنف مخربة الأثر، إذ تشتد سرعة الرياح فيها إلى أكثر من 75 ميلا في الساعة بل أن الهاريكين المخرب قد تصل سرعته أحيانا إلى 150 ميلا في الساعة ويتقدم الهاريكين بمعدل يتراوح بين 10, 20 ميلا في الساعة، ووسط الإعصار توجد عين الهاريكين التي يتراوح قطرها بين 30,5 ميلا ويكون الهواء فيها هابطا إلى أسفل ومن ثم فهي دفيئة وصافية نسبيا.

ويختلف الإعصار المداري الهاريكين عن إعصار العروض الوسطى في أنه أكثر دائرية، وانحدار الضغط به أشد، ومن ثم فالرياح أكثر سرعة وقوة وتزداد سرعتها وقوتها تجاه وسط الهاريكين، وكذلك الأمطار أشد غزارة منها في حالة إعصار العروض الوسطى، والهاريكين عادة يكون أكثر تركزا إذ يبلغ قطره ما بين 100-400 ميل فقط وبعض الهاريكين يبلغ قطرها حوالي 25 ميلا فقط.

والهاريكين يسبب أضرارا جسيمة للملاحة والسفن ومراكز العمران الساحلية، كما يؤدي إلى خسارة في الأرواح نتيجة للغرق الذي يسببه ارتفاع ماء البحر، بسبب دفع الرياح القوية له واكتساحها الشاطئ كمل يرجع إلى الأمطار الغزيرة وما يصطحبها من فيضانات .

ومثل الهاريكين تحدث التيفون في جنوب شرق آسيا وبصفة خاصة في بحر الصين وجزر الفلبين وجنوب اليابان في الفترة ما بين مايو وديسمبر، وغير هذه المناطق تحدث الأعاصير المدارية أيضا في جهات مدارية أخرى مثل خليج البنغال والبحر العربي وشرقي جزيرة مدغشقر وشرق وشمال استراليا.

يمكن تمييز ثلاثة أجزاء في الإعصار بها مطر:

1.مطر الجبهة الدفيئة إلى الشمال والشمال الشرقي والشرق من مركز الإعصار، حيث يتقابل الهواء الدافئ الرطب القادم من الجنوب مع

الهواء البارد الجاف القادم من ناحية القطب (هذه الاتجاهات بالنسبة لنصف الكرة الشمالي)، لذلك يصعد الهواء الدافئ بسهولة فوق الهواء البارد كما لو كان الهواء البارد سلسلة جبلية وتحدث عملية تبريد الهواء الدافئ، ويبدأ تكون السحب وسقوط المطر أو الثلج ويتميز مطر الجبهة الدفينة بأنه خفيف أو متوسط ولكنه يستمر فترة طويلة قد تصل إلى حوالي 24 ساعة دون انقطاع، ولذلك يكون هذا المطر مفيداً للنباتات.

2. مطر الجبهة الباردة إلى الجنوب إلى الجنوب الغربي من مركز الإعصار حيث يوجد أيضاً نطاق يضطر الهواء فيه إلى الصعود إلى أعلى، وهنا تندفع التيارات الهوائية الباردة القادمة من الغرب والشمال الغربي وتدفع الهواء الدافئ الذي يوجد أمامها إلى أعلى وتحل محله، وعلى طول الجبهة الباردة تكون الرياح عنيفة والمطر عادة غزيراً ولكنه يستمر لفترة قصيرة.

3. هناك مطر يسقط في الجزء الدافئ من الإعصار ولكنه لا يرتبط بحركة انزلاق الهواء الدافئ فوق الهواء البارد على طول الجبهة الدفينة، وإنما هو عبارة عن حركة تصعيد للهواء الدافئ في الجزء الشرقي والجنوبي الشرقي من الإعصار.

ويتكون في هذا الجزء السحب من النوع الركامي والمزن الركامي ويصحب سقوط الأمطار رعد وبرق.

درجات الحرارة أثناء مرور الإعصار:

في الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي من الإعصار توجد الكتل الهوائية الدفينة، وعلى ذلك يبدأ الإعصار بارتفاع درجات الحرارة أثناء مرور هذا الجزء من الإعصار، ثم تسود درجات حرارة عادية أثناء مرور هذا الجزء من الإعصار، ثم تنخفض درجات الحرارة فجأة عند وصول الجبهة الباردة في مؤخرة الإعصار، ويساعد انخفاض درجات الحرارة على اشتداد سرعة الرياح في هذا الجزء الخلفي من الإعصار.

درجات الحرارة أثناء مرور ضد الإعصار:

من الطبيعي أن تتوقع مثلاً أن ضد إعصار شتوي قوي قادم من أوروبا أو شمال غرب آسيا ومنتجه نحو الجنوب حتى يصل إلى منطقة البحر المتوسط، سوف يأتي معه بدرجات حرارة منخفضة هي المسؤولة عن موجات البرد التي نشعر بها في مصر في بعض أوقات فصل الشتاء، أما إذا كان الهواء الشمالي قادمًا من منطقة المحيط الأطلسي فإن برودته تكون أقل.

ويساعد على انخفاض درجات الحرارة أثناء مرور ضد الإعصار أن السماء تكون صافية وهذا يساعد على زيادة الإشعاع الأرضي أثناء ليل الشتاء الطويل.

الاختلاف بين الأعاصير المدارية والانخفاضات الجوية:

على الرغم من أن الزوابع أو الأعاصير المدارية تتشابه مع الانخفاضات أو الأعاصير الجوية في العروض المعتدلة من حيث أنهما انخفاضات جوية تهب الرياح نحو مراكزهما وتدور حول مراكز الضغط المنخفض ضد اتجاه عقرب الساعة في نصف الكرة الشمالي ومع اتجاهه في نصف الكرة الجنوبي، إلا أن الزوابع المدارية تختلف عن الانخفاضات الجوية بما يلي:

يتبين أن خطوط الضغط المتساوي حول مركز الإنخفاض الجوي في الزوابع المدارية تبدو شديدة التقارب جداً، كما أن مقدار الضغط فيها ينخفض كثيراً عن مقداره في حالة الانخفاضات الجوية في العروض المعتدلة.

قد يصل مقدار الضغط الجوي عند عين الزوابع المدارية إلى نحو 28,50 بوصة أو 965 ملي بار ، ونتيجة لانخفاض مقدار الضغط في مركز أو عين الزوابع المدارية فتتجه الرياح صوبه بسرعة شديدة .

المناطق المعرضة لدمار الأعاصير

طبعاً هي ليست المناطق الاستوائية (فهي منشأ وميلاد الأعاصير)، أما جبروت تلك الأعاصير فهي المناطق الواقعة إما شمال أو جنوب من 20 حتى 35 درجة، وتحديداً المناطق الساحلية حتى امتداد 100 كم من الساحل، علماً بأن 50 بالمائة من سكان أميركا يقطن مناطق ساحلية تمتد إلى 75 كم من الساحل الأمر الذي يعرض ملايين من المواطنين الأميركيين للخطر، وكذلك الحال بالنسبة إلى المحيط الهندي والباسيفيكي.

تحليل فيزيائي لولادة الأعاصير

الإعصار هو ماكينة حرارية وقودها الحرارة الكامنة المتحررة من تكاثف كمية هائلة من بخار الماء.

فالطاقة الحرارية الناتجة في يوم واحد من إعصار نموذجي تعادل الطاقة الكهربائية التي تنتجها أميركا في يوم واحد.

كما أن الحرارة الكامنة الناتجة من تكاثف بخار الماء في إعصار استوائي تعادل الحرارة الصادرة.

إن تحرر الحرارة الكامنة يسبب دفناً للهواء ويمنح طفوا للهواء ليصعد إلى الأعلى، وهذا يحدث ضغطاً جويًا منخفضاً بالقرب من السطح ما يحفز ويساعد على تدفق داخلي سريع للهواء.

إذاً لتشغيل هذه الماكينة أو الآلة (الإعصار) يتطلب كمية كبيرة من الهواء الدافئ الرطب بصفة دائمة لجعلها تعمل بكفاءة.

ومثل هذه المواصفات موجودة في المناطق الاستوائية من المحيطات، وليست موجودة في نطاق أكثر من 5 درجات (شمالاً أو جنوباً) من خط الاستواء.

مواعيد الأعاصير

إن موسم الأعاصير في المحيط الأطلنطي، والبحر الكاريبي، وخليج المكسيك يبدأ من 1 يونيو حتى 30 نوفمبر/ تشرين الثاني من كل عام إذ إن 97 بالمائة من هذه الأعاصير قد حدثت منذ العام 1886.

وتعتبر الأشهر والأكثر الأعاصير خصوصية هي أعاصير شهر أغسطس/ آب وسبتمبر/ أيلول و أكتوبر/ تشرين الأول، إذ تكون المحيطات وقتئذ أكثر دفئاً؛ فالهواء الدافئ جداً والرطب فوق المناطق الاستوائية هو مصدر الطاقة المحرك للإعصار والعواصف الاستوائية.

ولكن بتكون الإعصار يجب أن تكون درجة حرارة البحر أكثر من 30 درجة مئوية.

موت الأعاصير

تموت الأعاصير في الحالات الآتية:

- مرورها بمياه محيطات غير قادرة على تزويدها بالهواء الدافئ والرطوبة.
- مرورها على المناطق الصحراوية أو اليابسة.
- بلوغ موقع معين لا يوفر تدفق هوائي على مستوى كبير في الأجواء العليا من جدار الإعصار.
- انخفاض سرعة الرياح السطحية، ويحدث ذلك عندما تمر الأعاصير على المدن والمباني والتضاريس الأرضية إذ يحدث احتكاك يؤدي بدوره إلى خفوت السرعة ما يجعل هذه الرياح تتجه مباشرة إلى عين الإعصار، وهذا يقلل من فارق الضغط الكبير من طرف إلى داخل الإعصار.

الإعصار الحلزوني

الإعصار الحلزوني هو عاصفة ضخمة، تدور حول مركز من الضغط الجوي المنخفض جداً يُسمى بعين الإعصار، وتتحرك رياحها بسرعات لا تقل عن 119 كيلومتراً في الساعة.

يتراوح ارتفاع الإعصار ما بين 8-10 كيلومترات، في حين يتراوح عرضه ما بين 480-650 كيلومتراً، وتتحرك منظومة الإعصار على سطح الكرة الأرضية بسرعة قد تصل إلى 50 كيلومتراً في الساعة.

يبدأ تكوين الإعصار الحلزوني غالباً على هيئة عاصفة رعدية على أحد السواحل كساحل غرب القارة الأفريقية مثلاً، والتي تتحرك لتصل بنفسها فوق المياه الإستوائية الدافئة للمحيط الأطلنطي.

ومن أجل أن تتحول العاصفة الرعدية تلك إلى إعصار حلزوني لا بد من توافر عدة شروط منها:

1. ألا تقل درجة حرارة مياه المحيط عن 26.5 درجة مئوية لعمق لا يقل عن 50 متراً.

يبدأ الهواء الدافئ والرطب في الارتفاع بسرعة عن سطح المحيط، والذي ما إن يرتفع حتى يبدأ بخاره في التكاثف، وبالتالي تتكون السحب الرعدية وقطرات الماء.

هذا التكاثف من شأنه إطلاق ما يُسمى بالطاقة التكاثفية الكامنة على هيئة حرارة تقوم بدورها بتدفئة الهواء في الطبقات العليا من الجو، والذي يبدأ هو الآخر في الارتفاع؛ لكي يتم تبديله بهواء جديد صاعد من سطح البحر.

تستمر هذه العملية من سحب للهواء الدافئ إلى أعلى، والتي تتسبب في خلق رياح دائرة حول مركز العاصفة.

2. تواجد رياح على سطح الماء اتجاهاتها مختلفة، إلا أنها تلتقي وتتخبط بعضها ببعض، بالإضافة إلى وجود رياح أخرى قوية ذات سرعات موحدة في الطبقات العليا من الجو.

فأما الرياح المتخبطة، فتدفع بالهواء الدافئ إلى أعلى عند التقائها، والذي لا يكون من شأنه إلا إسراع حركة التيار الهوائي الصاعد الذي قد حدث بالفعل

وأما الرياح القوية ذات السرعة الموحدة والتي تكون على ارتفاع 9000 متر تقريباً، فتعمل على رفع الهواء الدافئ القادم من أسفل عن مركز الإعصار.

هذه الرياح القوية ذات السرعة الموحدة هي المسؤولة عن تنظيم منظومة الإعصار، ولا بد أن تكون سرعاتها موحدة على جميع المستويات، وإلا فقد الإعصار نظامه وضعف.

3. وجود فارق في الضغط الجوي بين سطح المحيط وطبقات الجو العليا (على ارتفاع 9000 متر).

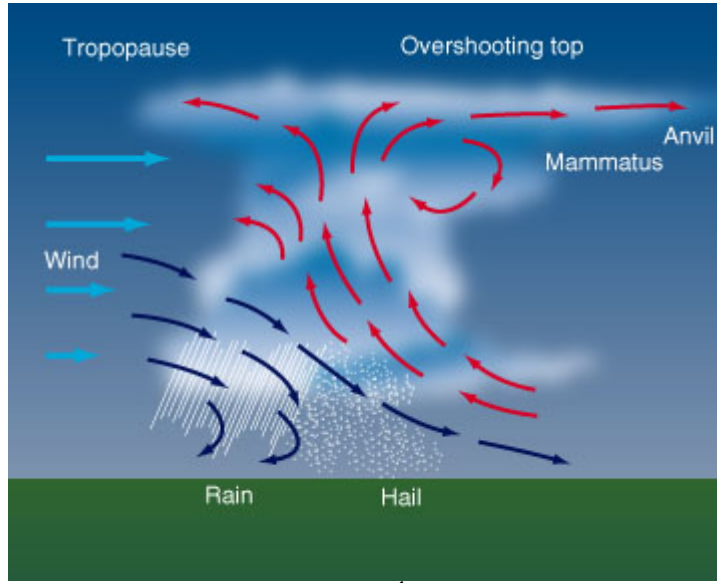
فالضغط المرتفع في الطبقات العليا فوق مركز الإعصار، يقوم بإزالة الحرارة من الهواء المرتفع إلى أعلى، وبالتالي يدعم دورة ارتفاع الهواء، ويضخم الإعصار.

كما أن شفق الهواء ذي الضغط المرتفع إلى داخل مركز الإعصار ذي الضغط المنخفض من شأنه زيادة سرعة الرياح أكثر وأكثر.

السحب

السحب كتل من مادة مرئية تطفو في الهواء العالي، وتتكون من عناصر دقيقة من قطيرات الماء أو بلورات الثلج أو من خليط منهما وهي تطفو محمولة على الهواء الذي يملأ جو الأرض يحملها برفق حيناً وبقسوة أحياناً أخرى، وينقلها من مكان لآخر، وفق نظام متعلق بدوران الأرض وبالمناخ في مناطقها المختلفة.

ولعل أول من تطرق لموضوع دراسة السحب العالم الفرنسي الكبير



لامارك عام 1802 حين نشر قائمة بأنواعها وعرف كل نوع حسب وجهة نظر معينة، وأصدر تلك القائمة باللغة الفرنسية وقد لاقت صدًى هائلاً، على الرغم من أنها تخلو من التوضيح والشرح، وتبعه (لوك هوارد) عام 1803، حين نشر أسماء أنواع السحب المختلفة بطريقة منظمة استخدمت أساساً لجملة التصنيفات التي تلتها فيما بعد.

وفي عام 1840 أضاف كيمنس أنواعاً أخرى للقائمة ثم قسمت السحب عام 1855 إلى مجموعتين، المجموعة الأولى دُعيت بالسحب المسطحة الحاجبة، والمجموعة الثانية دُعيت بالسحب المتوسطة بين عالية ومنخفضة. ووضعوا أسساً معينة للتمييز بين السحب الثلجية (المكونة من بلورات ثلجية) والسحب المائية (قطيرات ماء).

وتتابع العلماء في دراستها ، يحللونها ويكشفون عن ماهيتها حتى عام 1891 حين انعقد المؤتمر الدولي في ميونيخ و اتفق العلماء فيه على تقسيم أنواعها تقسيما مختلفا ونشر في ذلك العام أول مصور دولي للسحب طبع عدة مرات حتى عام 1922 حين شكلت لجنة دولية وكلت إليها مهمة تحضير مصور جديد، منظم ومبوب يحوي إضافات كثيرة مع شروح مطولة ومبسطة لما يتعلق بالسحب بأنواعها المختلفة واستطاع العلماء في السنوات الأخيرة بفضل التقدم التكنيكي العلمي الهائل أن يتعرفوا على جوانبها ويفسروا كثيرا من أحاجيها وأسرارها.

للسحب أنواع كثيرة منها :

- 1.العالية (على ارتفاعات بين ستة كيلومترات واثني عشر كيلو مترا)
 - 2.المتوسطة (على ارتفاعات بين 1800 متر و6000 متر)
 3. المنخفضة (على ارتفاعات 1800 متر وما دون ذلك)
- لكل من هذه الأنواع تكوينه الخاص وأشكاله.

والسحب بارتفاعاتها المتباينة يمكن تقسيمها إلى زمرتين:

الأولى تسمى (سحب سمحاقية) :

وهي سحب دقيقة منفصلة بيضاء كالحرير، لا تلقي على الأرض أي بدون ظل مختلفة المظهر أحيانا بشكل خصل ، وأحيانا خطوط أو ريش طيور وهي كما قلنا بدون ظل إلا عندما تتكاثف تكاثفا كبيرا قبل تحولها إلى زمرة أخرى. ومعظم سحب هذه الزمرة على ارتفاعات عالية.

والزمرة الثانية تسمى (سحب ركامية):

وهي سحب سميكة بصفة عامة، بعض أنواعها يهطل منه المطر والبعض الآخر يهطل منه البرد والثلج وهي أناً طبقية (بشكل طبقات) وطورا معتمة أو شبه شفافة أو متموجة لكل منها ميزاته الخاصة.

كيفية تكون السحب :

تتكون السحب عن طريق جزء من بخار الماء الذي يحوله الجو إلى حالة من السيولة أو الجمود وقد يكون التحول في صورة قطرات ماء ناتجة عن تكاثف البخار ، أو في صورة بلورات ثلجية ناتجة عن تكاثف شديد، وفي ضغوط منخفضة وبرودة..

ولكي تجري التحولات لا بد من ظروف مناسبة أي أن يكون الهواء مشبعاً ببخار الماء، أو في حالة قريبة من التشبع. كما أن استمرار التكاثف يتطلب أن يمد الهواء باستمرار بالبخار حتى يحتفظ بتشبعه.

ويمكن الوصول إلى درجة التشبع المطلوبة بعدة طرق ، تؤدي كلها إلى تبريد الهواء وإنقاص قدرته على حمل بخار الماء.

زيادة البخار إلى أقصى درجة في عملية التكوين الحرارية، الناتجة عن سطح الأرض المسخن بالإشعاع الشمسي إلى درجات متفاوتة من الحرارة ، حيث يزداد دفء الهواء وينشأ في الجو عدم استقرار في الضغط والحرارة ، يؤدي ذلك إلى تيارات نشطة صاعدة وهابطة فيصعد الهواء الساخن حاملاً معه ذرات الماء إلى أعلى الجو، تاركاً مكاناً شاغراً، فيهبط هواء بارد من الأعلى ليحل مكانه، وينتج عن ذلك تيارات متعددة.

إذا وصل الهواء المرتفع الساخن إلى علو كاف لإشباعه ، تتكون طبقة عجاجية هي مادة السحب الأولى، وتبدأ السحب عندها بالتكون ويتوقف سمكها على رطوبة الهواء المرفوع واستقراره لأن عدم استقراره يؤدي إلى رفعه نحو الأعالي وبالتالي رفع السحب.

وعندما تأتي تلك السحب الممددة من الرطوبة ، تتكاثف مكونة ركاما (سحاب كثيف) ضحلاً، تتخلل هذا الركام أشعة الشمس عند الظهر، حيث يكون الإشعاع الشمسي في نهايته العظمى.

أما إذا كان تشكل السحاب في المساء مثلاً ، فإنه يتكون أنواع جديدة من السحب، الخليط من بلورات الثلج وقطيرات الماء التي تتحول بدورها إلى بلورات في درجة 10 مئوية، وتشتد عندها الرياح وتتكون الزوابع المتعددة الاتجاهات.

وإذا كان الظرف مناسباً لهطول مطر ، قد تحتك هذه السحب بعضها ببعض وتسمع أصوات قوية (الرعد) ونتيجة الاحتكاك تنطلق شرارات كهربائية سريعة (البرق والصواعق).

عندما يحدث الحريق في منطقة قابلة للاشتعال من سطح الأرض (مثل غابة كثيفة) وتندلع ألسنة اللهب ويغطي الدخان الجو، في منطقة شبه باردة ، ينشأ عن ذلك تيارات هوائية صاعدة قوية تحمل الدخان إلى الأعالي لمسافات كبيرة بسبب اختلاف درجات الحرارة، وقد تتشكل عند ذلك السحب الضخمة أو الضئيلة (حسب حجم الحريق).

كما أن احتراق كمية من الأخشاب يؤدي إلى انطلاق بخار الماء بكميات كبيرة قد تكفي لتكون سحباً ركامية.

ومن الجدير بالذكر أن المرتفعات والجبال تلعب دوراً مهماً في عمليات تكوين السحب ، فكثيراً ما يؤدي وجود تلال ومرتفعات في طريق الرياح أن يصعد الهواء فوق تلك التلال أو المرتفعات ، حيث يتمدد تمدداً كافياً ، يسمح بتكوين السحب، ويتوقف مدى رفع الهواء بهذه الطريقة على حدة الرياح وارتفاع التل ، ومدى انحداره.

وعندما يكون الهواء مستقراً ذا رطوبة نسبية عالية، تتكون سحب طبقية فوق قمم التلال، قد يؤدي التبريد باللامسة بطريق غير مباشر إلى تكوين السحاب، فيتكون في البداية الضباب، ثم يرتفع نتيجة للتيارات الصاعدة الحرارية منها، أو الأنية وينتج عن ذلك سحب منخفضة.

كما أن ضباب البحر الذي تدفعه الرياح إلى أرض الشاطئ أو أرض الجزر قد يرتفع حين اقترابه من الشاطئ مكوناً السحب.

أما السحاب الاصطناعي فيمكن تكوينه بطرق مختلفة منها:

طريقة الطائرات والطائرات المستعملة لهذه الغاية، إما مروحية أو نفاثة.

ففي المروحية : ترتفع الطائرة في الجو وتشكل دوامات هوائية عند جناحيها وعند مراوحها ، تكفي هذه الدوامات لينخفض الضغط، الأمر الذي يؤدي إلى تبريد الهواء لدرجة تكفي لإحداث التكاثف في قطيرات الماء أو تشكل بلورات ثلج، إلا أن السحاب الذي يتكون بهذه الطريقة قد لا يستمر طويلاً، وأحياناً لا يستمر حتى نصف ساعة.

أما الطائرات النفاثة: فإن المواد التي تطلق من مدخنتها قد يضاف إليها أحياناً مواد تساعد في تشكل السحاب الذي يتكون خلال فترة قصيرة وقد لا يدوم طويلاً أيضاً.

وإذا حدثت هذه العملية فوق سطح الأرض يتكون منها ما يسمى الضباب الاصطناعي، وهو يحدث بين حين وآخر في الدرجات المنخفضة وعند ازدياد الرطوبة النسبية.

أما عن هطول المطر فلا يهطل المطر من أنواع السحب جميعاً، فالسحب السحابية بمجملها ليست سحباً هطالة ، وبعض الأنواع العالية من السحب الرقيقة المكونة من بلورات ثلجية قد يكون الهطول منها على شكل حبات متفرقة من الثلج تصل منها إلى الأرض كميات ضئيلة من المطر الذائب أو من

بقايا البلورات الثلجية وهناك أنواع من السحب تنمو في اتجاه رأسي يسقط منها المطر على شكل زخات أما السحب المنتفخة الكثيفة فتَهطل منها أمطار غزيرة وهذا النوع هو الوحيد الذي يهطل منه البرد الحقيقي.

وعن السحب وحوادث الطيران تؤثر السحب في جميع عمليات الطيران ففي الطائرة أجهزة تنبئ عن الطقس الذي تتدخل السحب في حالته بشكل كبير، ويضع الطيارون الخطط، على أساس تحاشي وقوع الاصطدامات الجوية أو الوقوع في منخفضات جوية عالية، تكون الزوايا فيها على أشدها تتلاعب بالطيارة حتى تسقطها متحطمة.

وما الضباب الذي تشكو منه المطارات سوى سحب منخفضة، يؤدي إلى وقوع حوادث كثيرة تؤدي بمئات الضحايا.

وقد تقدم علم الأرصاد الجوية في مجال التنبؤ بالطقس.. والكشف عن المنخفضات الجوية وإزالة العراقيل التي تعوق الطيران، ومعرفة السحب التي تسبب الكوارث.

أشكال السحب كثيرة ومتنوعة

وتتخذ السحب حسب قسميها المختلفين «السمحاقية والركامية» أشكالاً عديدة متنوعة.

فالسمحاقية الرقيقة البيضاء الناعمة لها أشكال كثيرة ومعظمها لايلقي ظلالاً على الأرض، أحيانا تكون بشكل خيوط منحنية أو مستقيمة متجمعة إلى جانب بعضها وأحيانا بشكل خطافات ذات نهايات مدببة أو طويلة كالخصل.

وهناك سحب تظهر عند الغروب وتكون أحيانا ملونة.

وهناك أيضاً طبقات منتظمة من السحب الركامية المنخفضة تظهر بعدة أشكال أيضاً، وأحيانا يتشقق انتظامها، وتتمزق وتبدو بسبب انخفاضها سريعة الجريان.

وهناك المزن الركامي: وهي سحب منخفضة يهطل منها المطر، تكون معتمة عادة، تتخذ مظاهر غريبة وأحيانا تبدو وكأنها مضاءة من الداخل، تنمو في اتجاه رأسي، ويسقط منها الثلج والمطر بغزارة، وتتخذ شكل السندان.

يتألف رأسها من بلورات من الثلج، وهي أكثر الأنواع شيوعاً وتميزاً.

وعندما تنفصل القمة السندانية عنها تتحول إلى سحب رعدية ترافقه العواصف وتتخذ أحيانا شكل القلنسوة أو شكل القوس أو مايسمى بالسحب الثدية.

وللسحب الركامية المتوسطة الارتفاع أشكال تشبه الأشكال السابقة، تتجمع بشكل خيوط متماوجة أو معتمة يهطل منها الثلج والمطر بشكل رذاذ بسيط، وعندما تتكاثف تهبط متحولة إلى سحب منخفضة تسمى الركام المنتفخ، الذي هو تجمعات السحب في جو بارد وتعكس هذه التجمعات على حوافها قدراً كبيراً من أشعة الشمس.

وهناك أشكال خاصة من السحب:

هناك سحب عدسية ذات اشكال مميزة رقيقة الحواف، تظهر على شكل (عدسة) تعرف أحيانا لسرعتها باسم (أميرة الريح) وهي شبيهة بالمغزل تظهر على مختلف الارتفاعات تبدو أحيانا في لون الصوف الأبيض.

وهناك سحب شريطية تشبه الأعلام التي ترفرف على قمم الجبال وتدل على مواقع التلال عند عدم رؤيتها بسبب انخفاضها عن مستوى الأفق.

ويوجد أيضا نوع خاص من السحب يضيء في الليل وهو سحب عالية تنشأ على ارتفاعات تقرب من 80 كيلومترا تشبه إلى حد كبير السحب السحاقية، تبدو ملونة، تقع عليها بسبب علوها الشاهق أشعة الشمس بعد هبوطها تحت الأفق بفترة طويلة فتضيئها.

أما السحب الصدفية التي تتخذ شكل أصداف البحر، فتظهر بألوان زاهية، تضيئها الشمس أيضا للسبب ذاته.

وقد استرعى حديث الأطباء الطائفة اهتمام الناس بعد الحرب العالمية الثانية أي بعد تفجير القنبلة الذرية وتكهن الكثيرون عنها.

كانت ترى أحيانا بشكل مجموعة من الطائرات غير مألوفة الشكل تطير فوق الثلوج على قمم الجبال، طيرانا متتابعاً ومنتظماً، مسطحة أشبه بالأطباق، تعكس ضوء الشمس، وتتحرك بسرعة غريبة، وليست سوى سحب عدسية تظهر بمجموعات فوق الجبال الثلجية.

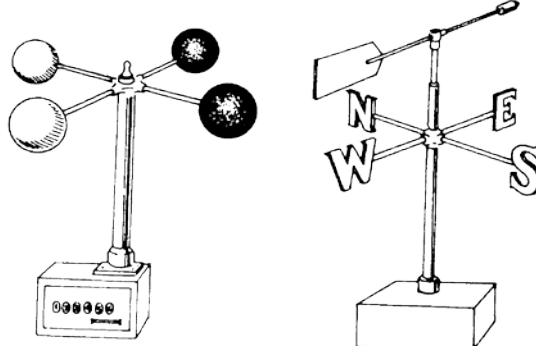
الرياح

تهب الرياح بمشيئة الله وإرادته وتتحرك بقدرته سبحانه وهي تيارات هوائية تتحرك مندفعة من جهة إلى أخرى فوق سطح الكرة الأرضية، لوجود مناطق ذات ضغط مرتفع بجواري مناطق ذات ضغط منخفض، فالهواء الموجود فوق مناطق الضغط المرتفع يكون ثقيل الوزن بينما الهواء الموجود فوق مناطق الضغط المنخفض يكون خفيف الوزن.

لذلك يتحرك الهواء الثقيل الوزن من منطقة الضغط المرتفع نحو منطقة الضغط المنخفض ليملاها حتى يتساوى الضغط في المنطقتين، ولو كان الضغط الجوي متساوياً على جميع جهات الكرة الأرضية لما تحرك الهواء ولبقى ساكناً في مكانه.

يمكن تشبيه حركة الرياح من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض بانسياب الماء تلقائياً من المرتفعات إلى المنخفضات لكي يحصل التوازن في المستوى.

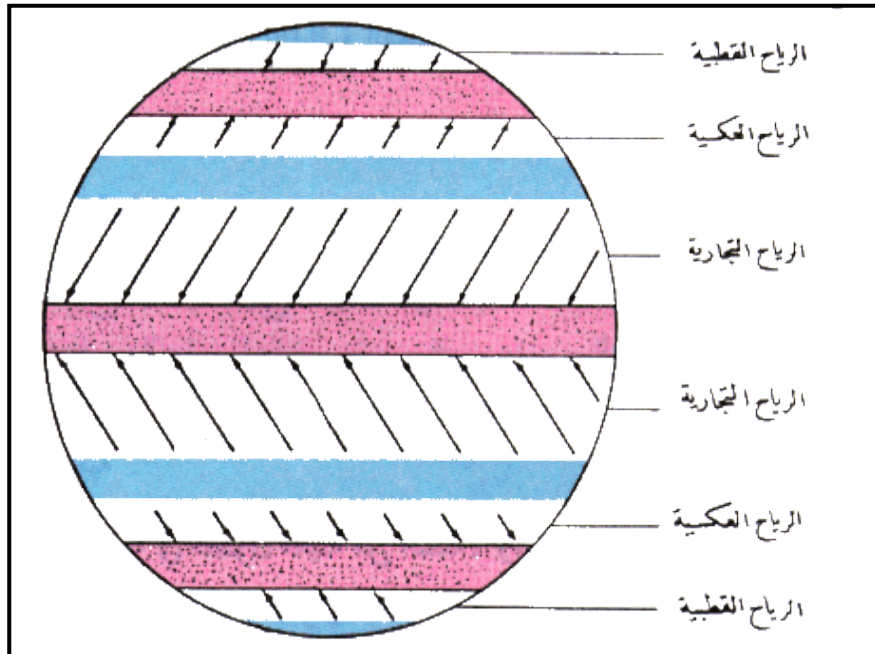
ويمكن قياس سرعة الرياح بواسطة جهاز الأنيمومتر
Anemometer
كما يمكن معرفة اتجاه هبوب الرياح بواسطة دوار الرياح
Wind vane
وتسمى الرياح باسم الجهة التي تأتي منها.



أنواع الرياح :

أ - الرياح الدائمة :

وهي رياح تهب باستمرار وانتظام طوال السنة وتتحصر في طبقات الجو السفلى، وتسمى عادة بأسماء الجهات الأصلية أو الفرعية التي تهب منها وتشمل الرياح الدائمة، الرياح التجارية، الرياح العكسية والرياح القطبية.



1. الرياح التجارية :

وتهب هذه الرياح من منطقتي الضغط المرتفع المداريتين نحو منطقة الضغط المنخفض الاستوائي، وتكون شمالية شرقية في نصف الكرة الشمالي، وجنوبية شرقية في نصف الكرة الجنوبي، وتمتاز الرياح التجارية بأنها جافة وغير ممطرة لأنها تأتي من جهاز دافئة إلى جهات حارة.

2. الرياح العكسية :

تهب الرياح العكسية من منطقة الضغط المرتفع الموجود حول دائرتي 30° شمالاً وجنوباً إلى الدائرتين القطبيتين، وتهب عادة من الجنوب الغربي في نصف الكرة الشمالي، ومن الشمال الغربي في نصف الكرة الجنوبي، وهي ممطرة بإذن الله ودافئة، وسبب ذلك أنها تأتي من جهات دافئة إلى جهات باردة نوعاً، وكثيراً ما تصحب الرياح العكسية معها الأعاصير وهي عواصف شديدة الهبوب كثيرة الرعد والبرق مع تقلبات سريعة يضطرب معها الجو كثيراً.

3- الرياح القطبية :

تهب الرياح القطبية من القطب الشمالي نحو الدائرة القطبية الشمالية، وتأتي من الشمال الشرقي كما تهب من القطب الجنوبي نحو الدائرة القطبية الجنوبية وتكون جنوبية شرقية وهي رياح باردة جافة.

ب - الرياح الأخرى :

وهناك غير الرياح الدائمة رياح أخرى مثل: الرياح الموسمية، والرياح المحلية، ونسيم البر، ونسيم البحر.

1. الرياح الموسمية :

تهب الرياح الموسمية في فصول معينة من السنة، وسبب هبوبها هو أنه في فصل الصيف تكون الجهات الوسطى للقارات شديدة الحرارة لبعدها عن تأثير المحيطات فيسخن الهواء بها كثيراً ويخف وترتفع، ويحل محله رياح رطبة آتية من المناطق المرتفعة الضغط من البحار المجاورة فتسبب سقوط أمطار الغزيرة بإذن الله تعالى وفي فصل الشتاء ينعكس الحال وتصبح الجهات الداخلية بالقارات أبرد من جو البحار المحيطة بها، ولذا تهب الرياح من وسط القارة إلى المحيطات المجاورة وتكون جافة باردة، وأكثر ما تهب هذه الرياح

الموسمية بصورة منتظمة على جهات آسيا الجنوبية الشرقية وأواسط أفريقيا والحبشة وشمال أستراليا وجنوب غرب الجزيرة العربية.

2. الرياح المحلية :

تهب الرياح المحلية في مناطق معينة صغيرة المساحة لمدة قصيرة في فترات متقطعة وتنشأ عن عوامل خاصة بالتضاريس، وهي تختلف عن الرياح الموسمية في أنها لا تشمل فصلاً بأجمعه ولا تهب بانتظام مثلها.

الرياح المحلية توجد في أغلب جهات العالم ولكنها تختلف في شدتها وتأثيرها من جهة إلى أخرى ومن أمثلتها رياح " السموم " التي تهب من جنوب الجزيرة العربية إلى شمالها ورياح " الخماسين الحارة " التي تهب من الصحراء الكبرى بأفريقيا وتنتشر في الأقطار المجاورة.

3 . نسيم البر ونسيم البحر :

نسيم البر ونسيم البحر من الظاهرات الجوية التي تحدث في الجهات الساحلية التي يعظم فيها الفرق اليومي بين درجات حرارة كل من اليابسة والماء، وذلك لاختلاف طبيعة كل منهما في امتصاص الحرارة، وفقدانها.

فاليابسة تمتص الحرارة بسرعة وتفقدتها بسرعة.

أما الماء فإنه يمتصها ببطء ويفقدتها ببطء، ولذلك تختلف الحرارة على اليابسة والماء المتجاورين وبالتالي يختلف الضغط عليها وينتقل الهواء من أحدهما إلى الآخر.

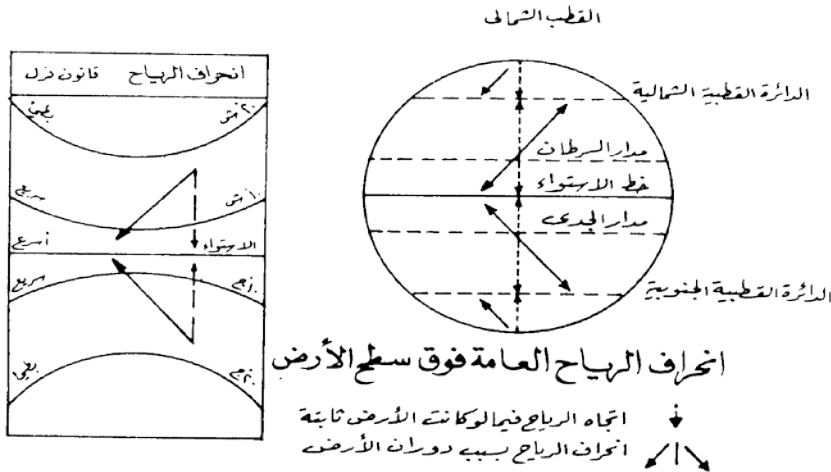
ففي أثناء النهار عندما تسطع أشعة الشمس على اليابسة والماء ترتفع درجة حرارة الهواء الملاصق للأرض فيخف ويرتفع ويحل محله هواء بارد يهب من ناحية البحر، فيشعر الناس بنسيم بارد عليل نهاراً يسمى نسيم البحر. وفي أثناء الليل بعدما تغيب أشعة الشمس يكون الهواء فوق سطح البحر أدفاً من هواء اليابسة حيث يكون الهواء فوق البحر ليلاً دافئاً فيخف ويرتفع، ويهب نحوه هواء بارد ثقيل من ناحية البر يسمى نسيم البر.

ويلطف نسيم البحر مناخ السواحل التي يهب عليها، ويدعو ذلك إلى وجود المصايف البحرية، كما أن نسيم البر يساعد الصيادين أثناء خروجهم وقت الفجر في قواربهم الشراعية للصيد، ونسيم البحر يساعدهم في عودتهم نهاراً.



انحراف الرياح :

لو كانت الأرض ثابتة لهبّت الرياح مباشرة وفي خط مستقيم من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض إلا أنه بسبب دوران الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق فإن الرياح أثناء هبوبها من منطقة إلى أخرى من مناطق الضغط تنحرف إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي، وإلى يسار اتجاهها في نصف الكرة الجنوبي، وسبب ذلك كما ذكرنا هو دوران الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق وانتقال الرياح من جهة أبطأ حركة إلى جهة أسرع منها حركة، ومثال ذلك الرياح التي تهب نحو خط الاستواء فإنها تنتقل من جهات بطيئة الحركة إلى أخرى سريعة تسبقها في حركتها نحو الشرق وذلك لأن دوران الأرض عند خط الاستواء أسرع .



اتجاهات الرياح :

عندما تهب الرياح من شمال تنخفض درجة الحرارة : لان الرياح تأتي من مناطق باردة و لهذا السبب تكون باردة.
إذا هبت من الجنوب ترفع درجات الحرارة , لأنها تأتي من خط الاستواء .

الرياح الحرجة :

كلما ارتفعت سرعة الرياح على المناطق الصحراوية أو المناطق المترية عامة كلما قلت قدرة الأتربة و الرمال الدقيقة (المتكونة بعمليات التآكل المستمر) على الاحتفاظ بأماكنها حتى إذا ما وصلت سرعة الريح إلى قدر معين يعرف

باسم (الرياح الحرجة) تتطاير حبات الرمال و الأتربة هذه, وتندفع إلى الهواء
ثم تسير معه بسرعه إذا كانت صغيرة جدا .

وكلما زادت سرعة الرياح بعد ذلك تطايرت الرمال بكميات أكبر, و كذلك
ازدادت حجمها حتى تصل الرياح إلى درجة العاصفة فيكون الجو قد امتلأ
بالأتربة المختلفة الحجم و الصفات .

وتتوقف السرعة الحرجة هذه على حجم حبات الرمال السائدة و على
طبيعتها, و لهذا فليكن لكل منطقة سرعتها الحرجة الخاصة بها, و قد تتغير إذا
تغيرت حجم الحبيبات بسبب السيول أو أي عامل آخر .

ومن أمثلة ذلك ما حدث في منطقة برج العرب (الصحراء الغربية) بين
عام 1941 و 1945 حيث أثر صغر حجم الرمال الصحراوية التي كمنتها
الوحدات الحربية الميكانيكية في تلك المنطقة في تناقص متوسط السرعة اللازم
لتولد العواصف.

الغيوم

الغيوم عبارة عن تجمع مرئي من قطيرات مائية دقيقة متفاوتة الأحجام , أو تجمع من بلورات جليدية, أو تجمعات من كليهما (قطرات ماء و بلورات جليدية) و تتخذ الغيوم في الجو أشكالاً مختلفة, و تبدو على ارتفاعات متفاوتة, كما أن ظواهر الطقس المصاحبة لكل شكل منها متباينة.

و هناك ثلاث حالات للغيوم يتم قياسها بالإضافة إلى حالة تحديد أجناس الغيوم و أشكالها و هي :

1- كمية الغيوم :

يتم تحديد كمية الغيوم في السماء بالتقدير الشخصي بتقسيم السماء إلى أربعة أرباع ثم تقدير كمية الغيوم في كل ربع, و جمع الأرباع كميات معا. و أيضا يمكن تقديرها باستخدام أنبوب من الورق المقوى مخروطية الشكل ل إحدى نهايتها (الكبرى) مفتوحة تجاه السماء, و الأخرى التي يستخدمها الراصد مغطاة بقرص يحتوي في مركزه على فتحة (ثقب) صغيرة لرصد كمية الغيوم .

و يجب أن يكون طول الأنبوب مساويا إلى 1.07 قطر نهايتها المفتوحة .

2- ارتفاع الغيوم :

و تقاس بالآتي:

- بواسطة البالونات الصغيرة بحيث تطلق بالونة لأعلى و عندما تختفي بقاعدة الغيوم يحسب الزمن من الانطلاق إلى الاختفاء.

و بقانون رياضي تحسب المسافة.

- بواسطة الكشافات الضوئية و ذلك ليلا .

3. حركة الغيوم :

و يستخدم جهاز النيروسكوب لتحديد اتجاه حركة الغيوم و سرعتها.

أنواع الغيوم:

لقد اتفق على تقسيم الغيوم إلى اربعة مجموعات رئيسة استنادا إلى شكلها العام، و بنيتها و امتدادها الشاقولي و ارتفاعها بالنسبة إلى سطح الأرض, و كل مجموعة من المجموعات الأربعة تحتوي على عدة أجناس من الغيوم كما يلي :

1. غيوم عالية (متوسط الارتفاع 5-12 كم):

- السحاق (سيروس)

- السحاق الركامي (سيروكومولوس)

- السحاق الطبقي (سيروسترانوس)

2. غيوم متوسطة (متوسط الارتفاع 2-5 كم):

- الركام المتوسط (التوكومولوس)

- الطبقي المتوسط (التوسترانوس)

- غيوم منخفضة (متوسط الارتفاع 5, -2 كم):

- الطبقي (سترانوس)

- الطبقي الركامي (سترانوكومولوس)

- المزن الطبقي (ينمبوسترانوس)

4. غيوم ذات نمو رأسي (متوسط الارتفاع التربوز – 5):

- الركام (كومولوس)

- الركام المزني (كومولونيموبوس)

أجناس الغيوم :

1. غيوم السحاق : غيوم متقطعة تبدو على شكل فتائل رقيقة بيضاء أو نتف أو أحزمة ضيقة بيضاء أو يغلب عليها البياض .

و هذه الغيوم ليفية في مظهرها مثل الشعر أو حريرية لامعة أو كلاهما معا. و لونها أبيض أو مائل للبياض مستمد من تركيبها , كونها مؤلفة من بلورات جليدية دقيقة الحجم.

2. غيوم السحاق الركامي : غيوم تبدو بشكل نتف بيضاء , أو بشكل صحيفة أو طبقة رقيقة غير مظلمة , و مكونة من عناصر صغيرة في شكل حبيبات و موجات متصلة أو منفصلة مرتبة بانتظام تقريبا .

و تتألف هذه الغيوم من بلورات ثلجية مندمجة ببعض القطرات المائية فوق المبردة أحيانا.

و تتشكل الهالة حول الشمس أحيانا من جراء هذه الغيوم .

3. غيوم السمحاق الطبقي : غيوم شفافة ضاربقة إلى البياض , لها مظهر ليفي يشبه الشعر أو أملس .

تغطي السماء كلها أو جزء منها, لكنها لا تحجب أشعة الشمس , تترافق عادة بتشكيل الهالة حول الشمس .

تتكون في الغالب من بلورات جليدية.

4. غيوم الركام المتوسط : غيوم متوسطة الارتفاع , تبدو على شكل صحيفة أو طبقة بيضاء أو رمادية اللون أو الاثنين معا, تنتظم في شكل كتل مستديرة أو مفلطحة, غالبا ما يكون لها ظلال على سطح الأرض .

تتألف في الغالب من قطيرات مائية صغيرة, و تتشكل بفعل الاضطرابات الجوية أو تيارات الحملان.

5. غيوم الطبقي المتوسط : غيوم متوسطة الارتفاع تأخذ شكل طبقات متجانسة في مظهرها, يغلب عليها اللون الرمادي الفاتح أو المائل للزرقة , و غالبا ما تتخذ مظهرا ليفيا .

تشبه غيوم السمحاق الطبقي السميكة, حيث يمكن مشاهدة الشمس و القمر من خلالها بصورة غير واضحة و بلون باهت.

تتكون هذه الغيوم بفعل الصعود البطيء للهواء الرطب, مؤدية إلى حدوث هطول مطري و أحيانا ثلجي يتصف باستمرارية نسبية .

6. غيوم طبقية : غيوم منخفضة رمادية الشكل, تبدو في السماء قريبة من سطح الأرض متخذة شكل طبقة منتظمة في مظهرها, أشبه ما تكون بالضباب المرتفع عن سطح الأرض.

تتكون من قطيرات مائية دقيقة, تتشكل بفعل تبريد الجزء الأسفل من الجو

و ترافق بهطول مطري خفيف, و الأغلب ما يكون بصورة رذاذ .

7. غيوم الركام الطبقي : غيوم منخفضة, تبدو بالسماء بشكل كتل كروية كبيرة الحجم, مفصولة عن بعضها بفراغات واضحة, و تكون كتل هذه الغيوم مرتبة أحيانا بشكل منتظم.

- و يميل لونها إلى الرمادي, أو يكون ضاربا إلى البياض.
يرافقها هطول المطر الخفيف و أحيانا الثلوج .
8. **غيوم المزن الطبقي** : غيوم منخفضة أيضا, تظهر على شكل طبقة رمادية معتمة ذات قاعدة مشوهة و هي سميكة لدرجة تحجب الشمس .
يصحبها غالبا غيوم منخفضة أكثر تتشكل تحت قاعدتها أو تختلط فيها أحيانا .
- تتصف بالهطول المستمر سواء أكان الهطول مطرا أو ثلجا ، و هطولها غزير , و الطقس المرافق لها رديء , لذا تعرف بغيوم الطقس الرديء.
9. **غيوم الركam** : غيوم تنمو بشكل رأسي, شديدة السماكة و الكثافة, و متفرقة, و لها حدود حادة, تتخذ شكل الروابي أو الأبراج أو القباب.
غالبا ما يشبه جزؤها العلوي المنتفخ شكل القرنبيط.
و تكون أجزاء هذه الغيوم المضاءة بنور الشمس بيضاء لامعة في الغالب , و قواعدها داكنة نسبيا و أفقية تقريبا مهلهلة في بعض الأحيان .
تترافق بالأمطار الغزيرة إذا ما كانت الحركة التصاعدية للهواء الرطب المكونة لها قوية .
10. **غيوم الركam المزني** : غيوم شديدة الكثافة و الضخامة لها امتداد رأسي كبير متخذة مظهر يشبه الجبال أو الأبراج الضخمة .
عادة ما يكون قسمها العلوي أملسا أو ليفيا أو مخططا ، و دائما تقريبا مفلطحة، متخذة شكل سندان الحداد .
و تتشكل هذه الغيوم التي على شكل معتم مخيف عادة من غيوم الركam كاستمرار لنمو هذه الغيوم الرأسية .
يرافقها العواصف الرعدية, و زخات شديدة من المطر أو الثلج أو البرد, و يكاد أن يكون سقوط البرد حkra عليها .

الرُّطوبَة

الرطوبة مصطلح يصف كمية بخار الماء في الهواء، وتختلف الرطوبة حسب درجة الحرارة وضغط الهواء، فكلما كان الهواء أدفأ زادت كمية بخار الماء الذي يحمله، وعندما يحتوي الهواء على أقصى كمية من بخار الماء يستطيع حملها تحت درجة حرارة وضغط معينين ، فعندئذ يقال إنَّ الهواء قد تشبّع ببخار الماء .

مفاهيم تتعلق بتعيين كمية الرطوبة في الجو :

هناك عدة مفاهيم تتعلق بتعيين كمية بخار الماء الموجود في الهواء .:

نسبة الخلط:

هي النسبة بين كتلة بخار الماء إلى كتلة الهواء الجاف الذي يترافق معه بخار الماء .

ضغط البخار:

هو الضغط الجزئي لبخار الماء كمركبة غازية للغلاف الجوي، ويقاس بالهكتوباسكال .

محتوى الرطوبة (الرطوبة النوعية):

هي نسبة كتلة بخار الماء إلى كتلة الهواء الرطب الذي يترافق معه .

الرطوبة النسبية:

هي نسبة ضغط البخار الحقيقي إلى ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الهواء .

الرطوبة النسبية

هي نسبة بخار الماء الموجود في الهواء، إلى ما يستطيع الأخير حمله منه، عند درجة الحرارة نفسها، والضغط الجوي نفسه.

وإذا كان الهواء يحتوي على نصف كمية بخار الماء التي يستطيع حملها فقط، فعندئذ تعادل هذه الرطوبة 50 بالمائة، ويكون الهواء مشبعاً بالرطوبة في الجو الذي تكتنفه السحب والضباب، وتكون الرطوبة النسبية في هذه الحالة 100 بالمائة.

وتحسب الرطوبة النسبية بوساطة الرطوبة النوعية الفعلية، والرطوبة النوعية

الإشباعية، أو بوساطة ضغط بخار الماء الإشباعي، وضغط بخار الماء الفعلي.

الرطوبة النسبية = ضغط بخار الماء الفعلي * 100

الرطوبة النسبية أو ضغط بخار الماء الإشباعي = الرطوبة النوعية * 100

كذلك فإن طبقات الهواء السفلى فوق المحيطات، تكون معظمها مشبعة بالرطوبة التي تصل إلى 100 بالمائة.

أما في الصحراء الكبرى والمناطق الصحراوية شبه المدارية، فتتخفض الرطوبة النسبية إلى 10 بالمائة فقط.

العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية:

تختلف الرطوبة النسبية لمنطقة ما اختلافا شديدا خلال النهار، وذلك على الرغم من أن كمية بخار الماء في الهواء تظل كما هي، وفي مثل هذه الحالات تتغير الرطوبة النسبية عندما ترتفع أو تنخفض درجات الحرارة، فقد تكون الرطوبة النسبية أعلى في الصباح، عندما تكون درجة الحرارة منخفضة ويكون الهواء غير قادر على حمل كمية من بخار الماء أكبر من الكمية التي حملها في ذلك الوقت، ولكن عندما ترتفع درجة الحرارة أثناء النهار، يصبح الهواء قادراً على حمل كمية من بخار الماء أكبر، وبالتالي تقل كمية الرطوبة النسبية.

ولما كان الهواء يبرد تحت درجة ضغط محدّدة وكمية بخار ماء دائمة، فإنه يصل إلى درجة حرارة يصبح معها مشبعاً، ودرجة الحرارة هذه تسمى

درجة أو نقطة الندى، أمّا إذا قلّت درجة الحرارة عن ذلك، فإنّ بخار الماء يبدأ في التكدّث وتتكون السحب أو الضباب أو الندى، وكلّما انخفضت درجة حرارة الهواء بالنسبة لكمية الندى الموجودة فيه، زادت الرطوبة النسبية .

تأثير الرطوبة على الإنسان:

في الصيف تؤثر الرطوبة على الإنسان فعندما ترتفع درجة الحرارة والرطوبة النسبية، يشعر معظم الناس بعدم الراحة "واللزوجة"، وذلك لأن عرقهم لا يتبخر، ويستخدم كثير من الناس مكيفات الهواء وأجهزة تقليل الرطوبة في فصل الصيف وذلك لتخليص الهواء من بخار الماء الموجود فيه .

أمّا في الشتاء، فيكون الهواء الدافئ داخل المباني جافاً، كما قد تنخفض الرطوبة النسبية في الداخل إلى درجة كبيرة جداً، ويمكن أن تسبّب هذه الظروف جفافاً للجيوب الأنفية ومشكلات صحية أخرى، ونتيجة لذلك، يستخدم الناس غالباً أجهزة الترطيب في الشتاء، لنشر بخار الماء في الهواء .

طرق قياس الرطوبة :

تصنف طرق قياس الرطوبة الجوية المستخدمة لأغراض البحث والتطبيق إلى :

الطريقة الحرارية الديناميكية :

يتكون (السايكروميترو) مقياس الرطوبة الجوي من ميزان حرارة متشابهين يكونا جنباً إلى جنب أحدهما يسمّى الميزان الجاف والآخر الميزان الرطب، ويكون مغطى بنسيج قطني رقيق أو حرير صناعي ويبقى رطباً بماء نقي.

كلما كان الهواء أكثر جفافاً كلما كان التبخر عن الغطاء الرطب أكثر سرعة، وكان الفرق في درجة الحرارة بين الميزانين الجاف والمبلل أكثر . وهناك طريقتين مستخدمتين لقياس وحساب الرطوبة من السايكروميترو هما :

أ. طريقة التهوية الطبيعية أو الحرة (التبليد الدائم) :

تندلى فتيلة الميزان المبلل في الماء وتبقى البصلة رطبة بفعل الشعيرية على طول الفتيلة، ثم تقاس درجة الحرارة للميزانين وحساب الرطوبة باستخدام معادلة خاصة أو باستخدام جدول الرطوبة.

ب. طريقة التهوية القصيرية أو الإجبارية:

وفيها يتم استخدام مروحة بسرعة ثابتة تتراوح ما بين 2.5-10م/ث، ويتم اتباع الخطوات التالية لقراءة الموازين وحساب الرطوبة:

- تبليل الميزان الرطب .
- تشغيل المروحة .
- الانتظار لمدة دقيقتين أو ثلاثة أو حتى تصبح قراءة درجة حرارة الميزان الرطب ثابتة .
- قراءة الميزان الجاف .
- قراءة الميزان الرطب .

طرق تعتمد على تغير أبعاد المادة المسترطبة مثل (الشعر) :

تتغير أبعاد عدد من المواد العضوية، تبعاً لتغير محتواها من الرطوبة، وقد تم استخدام شعر الإنسان بعد إزالة الشحم منه لقياس الرطوبة النسبية منذ القرن السابع عشر .

حيث ثبت أنه يزداد طول الشعر ما بين (2-2.5) بالمائة في المعدل لتغير صفر - 100 بالمائة رطوبة نسبية ويكون طول الشعر عادةً ما بين (15 – 20) سم
ملحوظة : الشعر حساس جداً للتلوث ومن تراكم الشحوم نتيجة للمس، ولذلك يجب تنظيف الشعر المستخدم في قياس نسبة الرطوبة بمواد خاصة مثل الكحول وبشكل دوري .

- طرق المقاومة الكهربائية .

- طريقة السعة الكهربائية .

- طريقة الامتصاص : امتصاص كلورايد الكالسيوم للرطوبة .

طريقة التكتاثف : مسترطب درجة الندى ودرجة التجمد .

أجهزة قياس نسبة الرطوبة:

مسجل نسبة الرطوبة Hygrograph هو جهاز يتم بواسطته تسجيل نسبة الرطوبة ويتكون من :

أ- مجس:

وهو هنا الشعر ويكون على شكل حزمة لإعطاء قوة لتحريك الميكانيكية للجهاز .

ب- مجموعة الروافع:

هي المجموع المسؤولة عن نقل التغير في طول الشعر إلى الخارطة .

ج- الساعة:

تكون إما يومية أي تدور دورة كاملة خلال 24 ساعة أو أسبوعية وتدور دورة خلال 72 ساعة وتوضع خارطة على الساعة ليتم تسجيل القراءات عليها والتي تقارن يومياً مع قراءات السايكروميتر .

حيث تستطيع الأجهزة الجيدة قياس الرطوبة النسبية عند درجات الحرارة الموجبة بدقة ± 5 بالمائة.

المفاهيم المهمة أيضا في الرطوبة :

- الرطوبة المطلقة Absolute humidity :

ويقصد بها كتلة بخار الماء، في حجم معين من الهواء.

وتأخذ وحدة غراماً/ متر مكعب (جرام/م³).

وتُعد من الطرق غير محافظة non conservative للتعبير عن رطوبة الهواء، أي أن كميتها تتغير بتغير كثافة و/أو درجة حرارة الهواء؛ بل تتحكمان في حجمه؛ إذ الزيادة في الرطوبة تؤدي انخفاض كثافة الهواء؛ ما يزيد من حجم الهواء لوحدة الكتلة.

أما التغير في درجة الحرارة، فيؤدي تغيراً في كثافة الهواء وحجمه، بالنسبة إلى وحدة الكتلة.

فعندما تزداد الحرارة، يتمدد الهواء، فيكبر حجم الكتلة المعينة، وتنخفض الكثافة. فلو أن متراً مكعباً من الهواء، يحتوي على غرام واحد من الماء، على شكل بخار، فإن رطوبته المطلقة تكون 1 غرام/م³.

أما إذا ارتفعت درجة حرارة الهواء، فسوف يتمدد، بقدر التسخين، ليصبح حجمه أكبر من متر مكعب، فيبلغ 1.1 متر مكعب.

أما كمية الماء المحمولة فيه على شكل بخار، فلن تتغير؛ ما يقلل من رطوبته المطلقة، لتصبح 1 غرام/م³ 1.1 متر مكعب، أو 0.91 جرام/م³ .

- الرطوبة النوعية Specific Humidity :

ويقصد بها كتلة بخار الماء الموجود في كتلة معينة من الهواء، المكون من هواء جاف وبخار ماء؛ وتكون وحدتها هي (غرام/كغم).

وتُعدّ الرطوبة النوعية من الطرائق المحافظة للتعبير عن رطوبة الهواء، أي أنها لا تتأثر بالتغير في درجة الحرارة وما ينتج عنه من تمدد أو انكماش يؤثر في كثافة الهواء .

وتعرف الرطوبة النوعية الإشباعية بأنها كتلة بخار الماء التي تستطيع كتلة معينة من الهواء حملها عند درجة حرارة معينة،
جوي معين .
وضغط

- ضغط بخار الماء Vapor Pressure :

يعرّف الضغط الكلي للهواء، بأنه وزن عمود الهواء بجميع مكوناته، الواقع على وحدة مساحة على سطح الأرض.

ولأن الهواء يتركب من العديد من الغازات، مثل: النيتروجين N_2 ، والأكسجين O_2 ، وثاني أكسيد الكربون CO_2 ، وبخار الماء H_2O ؛ فإن كل واحد من هذه الغازات، يسهم بجزء من هذا الضغط الكلي، حسب تركيز الغاز المعين في الهواء؛ وهو ما يعرف بالضغط الجزئي لذلك الغاز المحدد.

وإذ بخار الماء، هو أحد الغازات المكونة للهواء، فإن له ضغطاً جزئياً، يزيد أو ينقص، حسب تراكيزه في الهواء.

ويتميز بخار الماء من بقية الغازات المكونة للهواء، بأنه يتغير سريعاً زماناً ومكاناً.

وثمة نوعان من ضغط بخار الماء هما:

أ- ضغط بخار الماء الفعلي Actual Vapor Pressure :

وهو الضغط الناتج من بخار الماء الموجود في الهواء.

ولأن الهواء الساخن، يستطيع أن يحمل بخار ماء، أكثر من الهواء البارد، بسبب خصائصه الفيزيائية؛ فإن ضغط بخار الماء الفعلي، يتناقص كلما اتجه من خط الاستواء نحو القطبين، باستثناء العروض المدارية الجافة، نظراً إلى قلة مصادرها المائية.

وفي المعدل، يتراوح ضغط بخار الماء الفعلي بين 25 ملي بار ، في المناطق الاستوائية، وأقل من ملي بار واحد، في المناطق القطبية .

ب- ضغط بخار الماء الإشباعي Saturation Vapor pressure :

يعرّف ضغط بخار الماء الإشباعي، بأنه الضغط الجزئي، الناجم عن تشبع الهواء بالبخار، عند درجة حرارة معينة.

ويعتمد ضغط بخار الماء الإشباعي، على درجة حرارة الهواء؛ فكلما ازدادت، ازداد زيادة غير خطية .

ويمكن تحديد ضغط بخار الماء الإشباعي، عند درجة حرارة معينة بالطرائق التالية :

- تعويض قيمة درجة الحرارة، في المعادلة التالية :

$$ض = ح هـ$$

ض = ضغط بخار الماء الإشباعي، بالملي بار .

ح هـ = حرارة الهواء، بالدرجة المئوية .

-استقراء مقدار ضغط بخار الماء، من خلال منحنى العلاقة بين ضغط بخار

الماء الإشباعي ودرجة حرارة الهواء .

استقراء مقدار ضغط بخار الماء الإشباعي، من خلال قيمه المجدولة، عند العديد من درجات الحرارة

- نقطة الندى Dew Point :

تعرف نقطة الندى على أنها درجة الحرارة التي لو برد إليها الهواء المعين لأصبح مشبعاً ببخار الماء، أي يتساوى فيه ضغط بخار الماء الفعلي مع ضغط بخار الماء الإشباعي، أو تصبح رطوبته النسبية 100 بالمائة.

لذا، كلما كانت درجة الحرارة لنقطة الندى مرتفعة، كان محتوى الهواء من الرطوبة عالياً، والعكس صحيح.

ولأن نقطة الندى لا تتغير كثيراً في خلال اليوم، فإنها تُعد من القيم المحافضة.

السدود

السد هو إنشاء هندسي يقام فوق واد أو منخفض بهدف حجز المياه ورفع مستواه .

والسدود من أقدم المنشآت المائية التي عرفها الإنسان .

وعادة ما يتم تصنيفها حسب أشكالها والمواد التي استخدمت في بنائها والأهداف التي شيدت من أجلها.

إن الأنواع الشائعة من السدود هي التي تنشأ من نوع واحد من المواد أو ذات الردم الترابي والرمد الصخري مع قالب ترابي، أو ذات الواجهة الخرسانية .



والسدود الخرسانية تعتمد على الجاذبية أو القوس أو الدعامات الواقية.

وتستعمل في إقامة السدود أنواع متعددة من مواد البناء الأساسية وبصفة خاصة التراب والخرسانة والحجارة .

أما المواد الأخرى مثل الطوب والأخشاب والمعادن والإسفلت والبلاستيك والمطاط وغيرها من المواد الغريبة فهي تستخدم على نطاق ضيق .

ويعتمد اختيار المادة التي يبنى منها السد بصفة أساسية على الاعتبارات الإقتصادية حيث أنه من الممكن تشييد السد من أي مادة تقريبا.

ويمكن أيضا تصنيف السدود كسدود تخزين لإمدادات المياه والري وتوليد الطاقة والملاحة وغيرها من الأغراض ، ثم سدود الحماية من الفيضانات

وسدود التغذية الجوفية والسدود تحت سطح الأرض والسدود التي تشيد لأغراض خاصة ومعينة.
ويمكن أن يفي السد بأكثر من غرض من هذه الأغراض.



أكثر الأسباب شيوعاً لبناء السدود هي:

- تركيز السقوط الطبيعي للمياه في موقع معين وبالتالي يصبح من الممكن توليد الكهرباء.
- توجيه المياه من الأنهار إلى القنوات ونظم الري وتوريد المياه.
- زيادة أعماق النهر لأغراض ملاحية.
- التحكم في تدفق النهر أثناء الفيضان والجفاف.
- إقامة بحيرات صناعية لأغراض ترفيهية.
- وهناك الكثير من السدود التي تقوم بالعديد من هذه الوظائف .
- تمثل التضاريس والجيولوجيا والمناخ والعوامل الأساسية في ترجيح أفضل المزايا لأنواع السدود.
- حيث أن أفضل موقع ملائم لإقامة السد هو الموقع الضيق بالوادي، الذي تكون فيه الجيولوجيا مناسبة كأساس للسد والمنطقة التي أمام السد قادرة على تخزين كميات كبيرة من المياه.

أهم أجزاء السد :

- جسم السد
- المفيض

- بحيرة التخزين

والمفيض عبارة عن وسيلة لتحويل أو لتصريف مياه الفيضان الزائدة من بحيرة التخزين لمنعها من أن تتجاوز حد الإمتلاء مما قد يتسبب في إحداث أضرار بالسد.

أما بحيرة التخزين فهي أي شكل من أشكال أحواض تخزين المياه أو بحيرة صناعية.

ويؤثر التحكم في الماء واستخدامه عن طريق السدود تأثيرا عميقا على الإمكانات الاقتصادية لمناطق واسعة.

فمن بين المراحل الأولى لتطوير أية دولة نامية اكتساب القدرة على استخدام السدود في توليد الطاقة والإنتاج الزراعي والوقاية من الفيضانات .

السدود القديمة

يعود تاريخ السدود إلى قرون بعيدة.

فقد أقيم أول سد معروف منذ حوالي 4000 عام قبل الميلاد، وكان لتحويل مجرى نهر النيل في مصر من أجل إنشاء مدينة ممفيس.

كما بنى البابليون سدودا كجزء من نظم الري بهدف تحويل بقاع غير منتجة إلى سهول خصبة قادرة على استيعاب عدد كبير من السكان.

ولكن بسبب الفيضانات الدورية، فإن القليل جدا من السدود هي التي مازالت موجودة.

ولقد بنى الرومان سدودا في جميع مقاطعات إمبراطوريتهم ، فشيدوا سدودا في سوريا وأفريقيا الشمالية وأسبانيا وإيطاليا.

و غالبا ما كانت هذه السدود تبني بحائطين حجريين مع فراغ فيما بينهما ، وكان هذا الفراغ يملأ بمواد قليلة الكلفة كالتراب أو الحجارة الصغيرة المتنوعة .

وفي القرن الثامن قبل الميلاد بنى اليمنيون سدا في مأرب كان الأكثر شهرة عبر التاريخ ، وبعد بنائه تمت زيادة ارتفاعه من أجل حبس مياه الفيضانات في الوادي لفترات طويلة، وذلك بهدف سقي المزيد من الأراضي بواسطة نظام قنوات ويمثل الوادي فيها القناة الرئيسية ، وقد حصل الدمار النهائي للسد قبل ربع قرن تقريبا من مولد النبي محمد صلى الله عليه وسلم .

وفي حين أن الري في اليمن كان يرتبط بسد واحد كبير، فإن الأنباط بنوا آلافا من السدود الصغيرة الهضبية، ويقع كل سد منها وراء الآخر على امتداد الوادي، وذلك بهدف حبس أو تحويل مجرى المياه التي تتدفق أسبوعا أو أسبوعين كل سنة.

ومنذ القرن الثاني قبل الميلاد وحتى بداية القرن الأول، طور أنباط جنوب فلسطين والأردن زراعة مزدهرة على أساس الري بواسطة الأودية.

وفي القرن الثالث الميلادي شيد الساسانيون الكثير من السدود في إيران، متأثرين إلى حد كبير بالسدود الرومانية.

ففي عام 259م وقّع الإمبراطور الروماني فاليريانوس مع جيشه المؤلف من سبعين ألف رجل في الأسر عند الفرس تحت حكم شاهبور لار.

وقد تم إرسال الأسرى الرومان إلى العمل في تشييد سد نهر قارون.

وقد بلغ طول هذا السد (520) مترا، مع نواة بناء بالحجارة الصغيرة الملتصقة بواسطة الملاط الهيدرولي ، وكان جسمه مؤلفا من مجموعة كبيرة من الكتل الحجرية المرتكزة في أمكنتها بواسطة الملاط والكلاليب الحديدية المثبتة في الرصاص، وما زال هذا السد قائما حتى الآن .

وقد تم تشييد سدود أخرى لاحقا خلال فترة حكم الساسانيين، منها بشكل خاص سد الأهواز الذي كان طوله يزيد على (90) مترا وسمكه يبلغ حوالي (8) أمتار .

السدود في العصور الإسلامية :

قد استمر الحفاظ على السدود الرومانية والساسانية خلال العصور الإسلامية. وكانت الحاجة إلى الري والطاقة كبيرة إلى حد أصبحت معه بناء السدود ضرورة.

وقد هدفت بعض هذه السدود إلى تحويل مياه الأنهار في القنوات.

ويمثل السد المبني لتحويل نهر العظيم نموذجا لهذه السدود، وخط البناء في هذا السد غير مستقيم، وهو محاولة لاستخدام الشكل الطبيعي للموقع بأكبر قدر ممكن من الفائدة.

والجسم الرئيس لهذا السد هو حائط حجري يبلغ طوله (175) مترا و ينعطف نحو الغرب بزاوية قائمة، ثم يمتد على مسافة (55) مترا ليشكل حافة قناة مسماة نهر البت.

وللسد ارتفاع أقصى يبلغ حوالي (15) مترا تقريبا، لكن هذا الارتفاع يتناقص بسرعة على الجوانب المنخفضة.

وفي الواقع يبلغ ارتفاع السد أربعة أمتار فقط على مسافة (45) مترا، انطلاقا من الطرف الشرقي. ويمثل المقطع المستعرض لجزئه الأوسط رسما صحيحا لشبه منحرف يبلغ سمكه ثلاثة أمتار في رأسه و(15) مترا في قاعدته . والجانب الداخلي للسد عمودي، أما الخارجي فهو مبني بانحدار منتظم، وله شكل مدرج .

وقد تم بناء السد بأكمله بكتل حجرية مرتبطة فيما بينها بواسطة أوتاد من الرصاص، وقد استخدمت في السد العظيم كبديل عن وصلات الملاط ، وما

زالآ آثاره باقية في ذلك المكان الذي يترك فيه مجرى الماء الهضبات المسماة بجبل حمريـن .

وفي إيران، أضاف المهندسون المسلمون سدودا إلى النظام الساساني الموجودة سابقا.

كما تم بناء سد جديد، يحمل اسم بول أ- بولاتي، في مدينة ششتار على نهر قارون.

وكان هذا السد مخصصا بشكل أساسي لتأمين الطاقة للطواحين.

وقد أقيمت هذه الطواحين في أنفاق محفورة داخل الصخر في كل طرف من السد، وكانت مياهه تؤمن ارتفاع سقوط ضروري لإدارة الطواحين.

وهناك مثال آخر يقدمه جسر سد ديزفول، الذي كان مستخدما لتأمين الطاقة لعجلة هيدرولوجية كبيرة، كانت أليتها ترفع الماء إلى (25) مترا وتقدم الخدمات لجميع بيوت المدينة .

وفي عهد عضد الدولة البويهى تم بناء سد بند أمير حوالي عام 349هـ / 960 م على نهر الكر في مقاطعة فرس بين مدينتي شيراز وإصطخر.

وقد وصف الجغرافي المقدسي في كتابه (أحسن التقاسيم) السد بعد فترة قصيرة من بنائه، فأورد أن عضد الدولة قد سد النهر بين شيراز وإصطخر بحائط كبير مؤلف من كتل حجرية صلبة مثبتة بالملاط ومدعمة بأوتاد من الرصاص، ويبلغ ارتفاعه (10) أمتار تقريبا وعرضه حوالي (75) مترا.

وقد شكلت المياه المتجمعة وراء السد بحيرة كبيرة، وأقيمت على ضفتي هذا السد سواقي مائية مشابهة للسواقي الموجودة في كازاخستان ، وفوق كل ساقية أقيمت مطحنة.

وكانت المياه تجري في القنوات وتسقي ثلاثمائة قرية موجودة في الوادي.

وفي أسبانيا شيدت العديد من السدود، وقد تم بناء عدد كبير منها إبان حكم الأمويين في الأندلس.

فعلى امتداد تلك المرحلة كلها تم على سبيل المثال، بناء العديد من السدود الصغيرة على نهر توريا الذي يبلغ طوله (150) ميلا ويجري من بلنسية باتجاه البحر الأبيض المتوسط.

وتقع ثمانية من هذه السدود على مسافة عدة كيلومترات من نهر في منطقة بلنسية، وهي تستخدم من أجل نظام الري المحلي.

كما أن بعض القنوات تحمل الماء إلى منطقة أكثر بعدا، وبخاصة إلى حقول الأرز البنسية.

وتتشابه جميع السدود الأندلسية في بنائها، فهي منخفضة، وجوانبها الداخلية عمودية، أما الخارجية فهي مدرجة، ونواتها مصنوعة من حجارة صغيرة متنوعة ومن الملاط، وإنشاءاتها مكسوة بكتل حجرية ضخمة مثبتة بواسطة الملاط.

وتوجد في قنوات التصريف بوابات تحكم تسمح لفائض الماء بالعودة إلى النهر وذلك بواسطة عمليات اعتيادية.

ويتم فتحها إلى الحد الأقصى وفق الظروف، لتفريغ ما يسبب انسداد القنوات. وتقوم بوابات التحكم هذه بمنع الطين والوحل اللذين يتجمعان وراء السد من إعاقة عملية سحب الماء ومن إغلاق القنوات نفسها.

وأساسات هذه السدود ضخمة، والبناء الحجري لإنشاءاتها يمتد على مسافة خمسة أمتار تقريبا في مجرى النهر، وهو مدعم بركائز خشبية كبيرة. وهذه الأساسات الضخمة بالقياس إلى السدود القليلة الارتفاع، ضرورية لمقاومة الفيضانات الكبيرة، كفيضانات توريا على سبيل المثال، التي تهدد بإغراق السدود بالمياه على ارتفاعات تزيد على خمسة أمتار. وعلى السدود أن تصمد أمام تدفق الماء والحجارة والصخور والأشجار المقتلعة بفعل التيار.

وبفضل قلة ارتفاعها وشكلها الموسع ونظرا لكونها قد نفذت على أساسات عميقة وصلبة للغاية، فإن السدود المبنية على نهر توريا كانت قادرة على البقاء على امتداد القرون في مثل هذه الظروف الصعبة للغاية.

ولقد راعى المهندسون المسلمون عند تشييدهم السدود ألا تدمر أساساتها على مر السنين بالطاقة الناتجة من اندفاع الماء من فوق قمة السد.

ففي السد الذي بناه المسلمون على نهر سيغورة بالقرب من مدينة مرسية جعل الجانب الخارجي من السد ذا سطح كبير، ومن ثم فالماء المنسكب من قمة السد يسقط عموديا من ارتفاع خمسة أمتار تقريبا على أرضية يبلغ عرضها ثمانية أمتار وتمتد على طول السد كله.

وتستخدم هذه الأرضية لتبديد طاقة الماء المنسكب من قمة السد، بعد ذلك يلتحق الماء بأسفل السد من الجانب الخارجي متبعا مقاطع أفقية ومقاطع أخرى خفيفة الانحدار.

وبهذه الطريقة، يعمل السد بأكمله كمصرف للمياه الفائضة، وتتبدد الطاقة التي تحملها المياه، مما يخفف كثيرا من خطر خراب الأساسات في الجانب الخارجي .

إن هذا المثال، بالإضافة إلى الكثير من الأمثلة الأخرى التي نستطيع ذكرها، يظهر بوضوح أن المسلمين كانوا يملكون فهما وإدراكا تجريبيا للمسائل الهيدرولوجية .

السدود الحديثة

تقسم السدود الحديثة على أساس الشكل الهيكلي لها والمواد المستخدمة في إنشائها.

أنواع الرئيسية للسدود هي:

- السدود الثقيلة

- القناطر

- السدود المدعمة والجسور.

وعادة ما تستخدم الخرسانة في إقامة الثلاثة أنواع الأولى.

وقد يوجد بناء واحد يحتوي على نوع أو أكثر من هذه السدود.

فعلى سبيل المثال، قد يحتوي السد المقوس على سد ثقيل وقنطرة لتحقيق ثبات معين، كما قد يوجد بالجسر جزء خرسانة وجزء من سد ثقيل يحتوي على قنوات لتصريف المياه الفائضة.

وهناك اعتبارات اقتصادية وأخرى هندسية تحدد اختيار نوع السد المناسب لمنطقة معينة.

وتعتمد تكاليف أنواع السدود المختلفة على مدى توافر مواد البناء وقرب وسائل النقل.

وغالبا ما تحدد شروط وضع الأساسات نوع السد الذي سيتم بناؤه في منطقة بعينها .

ففي السد الثقالي يقوم ثقل السد بمهمة احتواء ضغط الماء وبهدف الحصول على تدعيم إضافي، تضاف أحيانا زافات إلى الجانب الخارجي من السد، حتى لا يحدث تصدع في الأساسات بفعل التآكل المستمر

أما السدود المدعمة فهي مخصصة لتقاوم بشكل أفضل قوة الماء والوحل والطين بواسطة فعل عقد أفقي، وهي تصلح بخاصة في المواقع القليلة الطول بالمقارنة مع الارتفاع، وكذلك حيث تكون جوانب الوادي مؤلفة من صخور صلبة تقاوم قوة الدفع الشديدة في دعامتي العقد.

يتم عادة تصميم السدود للأغراض المختلفة بعد عمل دراسات جيولوجية وهيدرولوجية تشمل التعريف



على طبيعة الصخور ونوعياتها والتراكيب الجيولوجية بالإضافة إلى دراسة وتحليل معطيات المحطات المناخية مثل : الأمطار ، درجات الحرارة ، الرطوبة ، البخر ، اتجاه الرياح ، تحديد الأودية ومساراتها ، مساحة مناطق تجمع الأمطار التي تغذيها السيول ومعدلات تدفق

السيول وكميات الرواسب التي تتجمع في أحواض السدود يتم التصميم الهندسي على ضوء هذه المعطيات .

وقد نجحت فكرة إقامة السدود في كثير من المناطق.

وقد أولت الحكومة في بعض الدول العربية ممثلثة في وزارة المياه والكهرباء اهتماما في بناء السدود واستغلال ثروات المياه السطحية الممتلئة بمياه الأمطار .

ويمكن أن نعرف السد بأنه عبارة عن منشأة تعترض حركة المياه في الأودية أو الأنهار حيث يقوم بحجز كمية المياه بشكل آمن لاستخدامها لغرض أو أكثر .

حيث تختلف استخدامات السدود في المناطق الجافة والصحراوية التي لا يوجد فيها أنهار لأغراض محددة منها :

- تغذية المياه الجوفية

- تخزين المياه للري

- للشرب

- وكذلك حماية المدن والتجمعات السكانية والأنشطة البشرية المختلفة من مخاطر السيول والفيضانات .

كما تستخدم السدود المنشأة على الأنهار لأغراض أخرى، مثل:

- إنتاج الطاقة الكهربائية
- التحكم في الفيضانات
- تشجيع وتسهيل الملاحة النهرية
- الترفيه وتربية الأسماك

السدود الكبيرة:

بالرغم من ما يشهده العالم من تطورات سريعة، وتيسير سبل الاتصال إلا أنه لا يوجد إحصائية دقيقة بعدد السدود في العالم، ويعتقد بأن هناك ما يزيد على ثلاث مائة ألف سد في العالم ، وتقوم الهيئة العالمية للسدود الكبيرة بعمل إحصائيات للسدود الكبيرة في العالم .

وتعرف السدود الكبيرة بأنها السدود التي يزيد ارتفاعها على خمسة عشر متر، أو التي تزيد سعة تخزينها على مليون متر مكعب أو تزيد كمية التدفق في الوادي على ألفي متر مكعب في الثانية .

وطبقاً لهذه الشروط فإنه يوجد في العالم أكثر من 45 ألف سد كبير ، ونصف هذا العدد موجود في الصين .

وتأتي المملكة العربية السعودية في المرتبة الرابعة في الشرق الأوسط بعد كل من تركيا وإيران وسوريا طبقاً لتصنيف عام 1999م.

السدود تضر البيئة والبشر

يقول تقرير علمي عن السدود الكبرى في العالم إن هذه السدود دمرت البيئة وشردت الملايين من سكان المناطق التي أقيمت فيها.

ويؤكد التقرير الذي نشرت صحيفة نيو ساينتست العلمية البريطانية مقتطفات منه والصادر عن الهيئة العالمية للسدود أن بعض السدود تم بنائها بدون النظر في التكاليف البيئية والاجتماعية التي تتركها على المنطقة والتي تفوق أحياناً المنافع المتوخاة منها.

ويسلط التقرير الضوء على عدد من السدود مثل مشروع سد إسيو في تركيا على نهر دجلة، وسد الممرات الثلاثة في الصين.

وجاء في التقرير أن بعض السدود أسهمت في الحد من خصوبة التربة وأثرت تماما على الثروة السمكية والطيور في المناطق التي شيدت فيها، وأدت كذلك إلى هزات اجتماعية وزيادة في الفيضانات وفشلت في تزويد كمية المياه المتوقعة .

السدود "تسبب" الاحتباس الحراري



الطاقة الكهربائية المولدة عن طريق المياه، والتي لطالما وُصِفَتْ بأنها أكثر مصادر الطاقة نقاء، يمكن أن تتسبب في التلوث أكثر مما يفعله الفحم ويعود سبب ذلك إلى أن حقينة السدود تُجمّع النباتات المتعفنة التي تصدر انبعاثات تسبب الاحتباس الحراري .

غير أنه من الصعب الإحاطة بالحجم الحقيقي للتلوث الذي يمكن أن يصدر عن أحد السدود، لأنها تختلف عن بعضها البعض بشكل كبير .
وقد جاء الإعلان عن هذا المسبب من مسببات تغير الطقس قُبَيْل الجولة المقبلة من مفاوضات تجري حول طرائق التصدي للاحتباس الحراري.
وأوردت مجلة نيوساينتيسست تقريراً أعدته في هذا الشأن اللجنة الدولية للسدود .

تكنولوجيا نظيفة

وتحظى اللجنة الدولية للسدود التي تتكون من علماء ومهندسين وأخصائيين في البيئة، بدعم الاتحاد العالمي لحماية البيئة، والبنك العالمي الذي يعتبر أكبر ممول لمشاريع بناء السدود .

ويرى أنصار بناء السدود أنه يتعين اعتبار هذا القطاع ضمن التكنولوجيا النظيفة وفق أحكام اتفاقية كيوتو 97 المتعلقة بالتعامل مع التغيرات الطارئة على الطقس.

ويؤكد العديد من العلماء وجود أدلة على أن درجة حرارة الأرض في ارتفاع متزايد، وأن أحد الأسباب الرئيسية لذلك الأنشطة البشرية، ولا سيما منها استخدام المحروقات .

ومن المقرر أن تعرض اللجنة الدولية للسدود ما توصلت إليه من نتائج خلال اجتماع يعقد في يونيو/حزيران في بون بألمانيا، يُناقش آليات التنمية النظيفة، التي نصت عليها اتفاقيات كيوتو .

وتقول اللجنة إن النفايات المتعفنة الواردة من الغابات، سرعان ما تطفو عندما تغزو الفيضانات السدود، وتسبب انبعاث غازين هما ثاني أكسيد الكربون والميثان.

وتضيف أن مزيدا من هذين الغازين تنتجه المواد العضوية التي تصل إلى حقينة السدود، مما يؤدي إلى استمرار العملية داخل خزان السد .

ويشار إلى أن الميثان يسبب الاحتباس الحراري بنسب تفوق بعشرين مرة ما يسببه غاز ثاني أكسيد الكربون. وهو ينبعث من المياه الراكدة .

ومن هذا المنطلق، فإن خزان السد ينتج كميات من الميثان أكثر مما يحصل مع الأنهار الجارية.

وتقول اللجنة إن هذه المشكلة أعمق مما كان يعتقد، مضيفة أن أكثر



السدود مصدرا للخطورة هي السدود الضحلة الموجودة في المناطق المدارية، خاصة إذا لم تتم تنقية الأنهار من الأوحال قبل بناء السدود .

وتشير في هذا السياق إلى أن أكثر السدود إثارة للانشغال هو سد بالبينا في البرازيل، والذي لا يتجاوز عمق المياه فيه أربعة أمتار في بعض

الأجزاء وتبلغ قوة الطاقة الكهربائية التي ينتجها بالبينا مئة واثنى عشر ميغاواط، ويتوقع أن يكون قد أدى إلى انبعاث ثلاثة ملايين طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنويا خلال الأعوام العشرين التي مرت على بنائه .

وبالمقابل فإن محطة توليد للكهرباء بنفس الكمية عن طريق الفحم لا تنتج سوى ثلاثمئة وخمسين ألف طن من الغاز ذاته في السنة.

أسرار المياه في القرآن

الماء الطهور والماء الفرات والماء الأجاج



القرآن الكريم يتحدث عن أنواع المياه بدقة فائقة ويصنفها بما يتناسب مع درجة نقاوتها.

فالقرآن يسمي الماء المقطر وهو ماء المطر بالماء الطهور ويسمي الماء العذب الذي نشربه من الأنهار والآبار بالماء الفرات ويسمي ماء البحر الذي يحتوي على نسبة عالية من الملوحة بالماء الأجاج، وقد ثبت علمياً الفوارق الكبيرة بين هذه الأنواع، وهذا ما سنعيش معه الآن من خلال الفقرات الآتية. ونود أن نشير إلى أن قطرة الماء الواحدة تحوي خمسة آلاف مليون جزيء ماء! فكم تحوي بحار الدنيا؟

القرآن يتحدث عن الماء المقطر

يقول سبحانه وتعالى في محكم الذكر: ﴿وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا﴾ [الفرقان: 48].

تتحدث هذه الآية بدقة عن مواصفات ما يسميه العلماء بالماء المقطر. فقد اكتشف العلماء أن الماء الذي نشربه يحتوي على الكثير من المواد والأحياء.

فكأس الماء الذي نظنه نقياً فيه ملايين الأحياء الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات، وفيه مواد معدنية مثل الحديد والنحاس والألمنيوم والصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم، وفيه أيضاً مواد عضوية مثل الكربون والتراب وغير ذلك، وكل هذا موجود فيما نسميه ماء نقياً.

لقد اكتشف العلماء أيضاً أن هذا الماء يمكن تنقيته بتسخينه حتى درجة الغليان أي 100 درجة مئوية، ثم جمع البخار وتكثيفه وتبريده، والحصول على الماء المقطر الذي يكون نقياً لدرجة كبيرة.

ويقولون أيضاً إن أفضل أنواع الماء المقطر هو ماء المطر، ولكن قبل سقوطه على الأرض وتلوّثه بالملوثات الموجودة في الهواء.

لقد أفرزت حضارة هذا العصر الكثير من التلوث، حتى إن سقوط المطر ينظف الجو لأن ماء المطر وهو ماء مقطر يتميز بشراسته لامتصاص المواد، فيمتص من الجو غاز الكبريت وغيره من المواد والمعادن مثل الرصاص السام، وهكذا يكون طعم ماء المطر حامضياً.

مع العلم أنه في الماضي كان ماء المطر نقياً لأن الجو لم يكن قد تلوث. عندما ينزل ماء المطر على الأرض يتسرب عبر التربة وبين الصخور ويسلك مسارات معقدة جداً، وخلال رحلته يمتزج ببعض المعادن والأملاح الموجودة في الصخور، ويأخذ طعماً قلوياً شيناً ما.

ولذلك نجد أن طعم الماء المقطر غير مستساغ لأنه عديم الطعم، بينما طعم ماء الينابيع يكون مستساغاً.



يصرح العلماء اليوم أن ماء المطر هو ماء مقطر، هذا الماء النقي له خصائص مطهرة وهو مزيل ممتاز للأوساخ ويستطيع تطهير وتعقيم أي شيء.

وقد صدق الله تعالى عندما سمى الماء النازل من السماء بالماء الطهور، وهي تسمية دقيقة من الناحية العلمية ﴿وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا﴾ .

مواصفات ماء المطر:

والآن سوف نعدّد بعض خصائص الماء النازل من السماء وهو ماء المطر.

يعتبر ماء المطر ماء مقطراً مئة بالمئة فهو ناتج عن تبخر الماء من البحار وتكثفه على شكل غيوم ثم ينزل مطراً، لذلك هو ماء نقي تماماً.

ماء المطر يستطيع نزع الأوساخ من على جلد الإنسان أكثر من الماء العادي، لذلك يعتبر هذا الماء مادة معقمة ومطهرة تستخدم في الطب.

وهو خالٍ من الفيروسات والبكتيريا، وهو أيضاً ماء يمتلك خاصية امتصاص المعادن والغازات والغبار وأي مادة تصادفه بنسبة كبيرة، لذلك هو مادة مطهرة للجو أيضاً .

وبعد معرفتنا لهذه الصفات نجد أنها تجتمع في كلمة واحدة هي التي عبر بها القرآن عن حقيقة ماء المطر في قوله تعالى: ﴿وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا﴾ [الفرقان: 48].

فكلمة (طَهَرَ) في اللغة تعني إزالة الأوساخ والنجاسات والتنزه عنها كما في القاموس المحيط.

ولكن هنالك صفة جديدة لهذا الماء يحدثنا عنها العلماء وهي أن ه ماء يستطيع أن يجدد الخلايا في الجسم بشكل أكبر من الماء العادي.



أما علماء الطاقة فيؤكدون أن ماء المطر يمتلك كمية أكبر من الطاقة، وهذا ما ينعكس إيجابياً على الحالة النفسية للإنسان.

لقد سمى الله تعالى ماء الأنهار والماء

المخزن تحت الأرض والذي نشره بالماء الفرات، أي المستساغ الطعم، بينما سمى ماء البحر بالأجاج للدلالة على ملوحته الزائدة، وسمى ماء المطر بالماء الطهور، وبذلك يكون القرآن أول كتاب يعطينا تصنيفاً علمياً للمياه.

وليس غريباً أن نجد القرآن يحدثنا عن هذه الخصائص بشكل واضح في قوله تعالى: ﴿وَيُنَزِّلُ عَلَيْكُمْ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لِيُطَهِّرَكُمْ بِهِ وَيُذْهِبَ عَنْكُمْ رِجْسَ الشَّيْطَانِ وَلِيَرْبِطَ عَلَى قُلُوبِكُمْ وَيُثَبِّتَ بِهِ الْأَقْدَامَ﴾ [الأنفال: 11].

هذه الآية تتحدث عن ماء المطر من خلال قوله تعالى: ﴿مِنَ السَّمَاءِ مَاءً﴾ وتحدثنا عن خاصية التطهير الموجودة في هذا الماء في قوله عز وجل: ﴿لِيُطَهِّرَكُمْ بِهِ﴾ .

وتحدثنا عن خاصية الطاقة التي يمتلكها هذا الماء وتؤثر على الإنسان في إعطائه الدفع والقوة لتثبيت قدمه عند لقاء العدو، أي الحديث هنا عن الطاقة التي يستطيع الإنسان بواسطتها المواجهة أكثر وذلك في قوله تعالى: ﴿وَيُثَبِّتُ بِهِ الْأَقْدَامَ﴾ .

بينما نجد القرآن يفرق بين كلمة (طهوراً) وكلمة (فُراتاً) في آياته.

يقول تعالى: ﴿وَأَسْقَيْنَاكُمْ مَاءً فُرَاتًا﴾ [المرسلات: 27].

فالماء الذي نشربه من الأنهار والينابيع والآبار ماء عذب ومستساغ المذاق لأنه يحوي كمية من المعادن مثل الحديد الذي يجعل طعم الماء حلواً ، وهذا يناسبه كلمة (فُراتاً).

والماء الفرات في اللغة هو الماء المستساغ المذاق كما في المعاجم اللغوية.

بينما الماء النازل من السماء هو ماء مقطر يمتلك خصائص التعقيم والتطهير وليس له طعم ، لذلك وصفه البيان الإلهي بكلمة (طهوراً). فالماء عندما ينزل من السماء يكون طهوراً ثم يمتزج بالمعادن والأملاح في الأرض ليصبح فُراتاً.

وحتى عندما يتحدث القرآن عن مياه الأنهار نجده يستخدم كلمة (فُراتاً) ولا يستخدم كلمة (طهوراً) لأن ماء النهر العذب يحتوي على كثير من المعادن المحلولة فيه، يقول تعالى: ﴿وَمَا يَسْتَوِي الْبَحْرَانِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ سَائِغٌ شَرَابُهُ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ﴾ [فاطر: 12].

الماء الأجاج:

لقد استوقفني قوله تعالى: ﴿وَمَا يَسْتَوِي الْبَحْرَانِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ سَائِغٌ شَرَابُهُ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ﴾ [فاطر: 12].

لماذا أعطى الله تعالى لكل نوع من هذين النوعين صفتين: (عَذْبٌ فُرَاتٌ) ، (مِلْحٌ أُجَاجٌ).

فنحن نعلم بأن ماء النهر (عذب)، فلماذا أضاف الله صفة ثانية وهي (فُرات)؟ وكذلك ماء البحر (ملح) فلماذا أضاف الله له صفة ثانية وهي (أجاج)؟

وفي الوقت نفسه وصف الله تعالى ماء المطر بصفة واحدة فقط وهي (طهوراً)، فهل هنالك تكرار في القرآن أم إعجاز؟

لقد وجد بأن علماء المياه عندما يتعاملون مع الماء لا يكتفون بإطلاق صفة العذوبة أو الملوحة على الماء.

فكل المياه التي نراها على الأرض سواء في الأنهار أو البحيرات أو مياه الآبار جميعها تحوي أملاحاً بنسبة لا نكاد نشعر بها، ولكنها لا تغيب عن الله تعالى وهو خالقها.

لذلك جاء البيان الإلهي بصفة ثانية وهي (فرات) أي مستساغ المذاق بسبب انحلال بعض المعادن والغازات فيه والتي تعطي الماء طعمه المعروف. وبالمقابل نجد أن صفة (ملح) لا تكفي لوصف ماء البحر بشكل دقيق فأتبعها الله تعالى بصفة ثانية وهي (أجاج) أي زائد عن الحد، وهذه الكلمة من فعل (تأجج) أي زاد وبالغ كما في معاجم اللغة العربية.

ولكن هل تكفي صفة واحدة وهي (طهوراً) لوصف ماء المطر؟ نعم لأن ماء المطر كما رأينا هو ماء نقي ومقطر ولا طعم له أو رائحة، ولذلك تكفيه صفة واحدة.



ماء البحر هو الماء الأجاج، وفي اللغة الفعل (أَجَجَ) يعني زاد عن الحد، وهذا ما نجده في مياه البحر التي تحتوي على درجة ملوحة زائدة.

وصف الله تعالى ماء البحر بأنه (ملح أجاج)، لأن كلمة (ملح) لوحدها لا تكفي، فالمياه العذبة تحوي على نسبة من الملوحة، ولكننا لا نشعر بها.

وجه الإعجاز

ويتجلى وجه الإعجاز في أن القرآن يستخدم كلمة (طهوراً) مع الماء النازل من السماء لأنه ماء نقي، وهو ما يسميه العلماء بالماء المقطر ويعدونه مادة مطهرة. بينما كلمة (فراتاً) لا يستخدمها الله تعالى مع ماء السماء أبداً، بل مع الماء الذي نشربه.

لأن ماء الأنهار ليس نقياً مئة بالمئة، بل هنالك بعض الأملاح والمعادن المنحلة فيه والتي تعطيه طعماً مستساغاً.

ولو تأملنا حديث القرآن عن ماء البحر نجد كلمة (أجاج) للدلالة على الملوحة الزائدة فيه. والقرآن لا يكتفي بإطلاق صفة الملوحة على ماء البحر، أي لم يقل ربنا سبحانه (وهذا ملح) بل قال: ﴿ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ ﴾ ، لأننا من الناحية العلمية إذا قلنا إن هذا الماء يحوي أملاحاً فإن هذا لا يعني شيئاً لأن كل المياه على الأرض فيها أملاح بنسبة أو أخرى، ولذلك يجب أن نحدد نسبة الملوحة فيه، وهذا ما فعله القرآن.

هنالك شيء آخر وهو أن القرآن أول كتاب تحدث عن خاصية التطهير الموجودة في ماء المطر أو الماء المقطر، وهذه الصفة كما قلنا لم تُستخدم في القرآن إلا مع ماء السماء.

بينما نجد كتب البشر لا تفرق بين الماء العذب والماء الطهور والماء الفرات، بينما القرآن ميز بينها ووضع كل كلمة في مكانها الدقيق.

فسبحان الذي أحكم آيات كتابه وكلماته وكل حرف من حروفه.

والسؤال الذي نودّ أن نوجهه لأولئك المشككين بإعجاز القرآن: لو كان القرآن من تأليف بشر هل استطاع التمييز بين هذه الكلمات في ذلك العصر؟

إذن نستطيع القول بأن القرآن تحدث عن مواصفات وخصائص الماء قبل أن يكتشفها علماء الفيزياء بقرون طويلة.

أي أن القرآن هو أول كتاب يفرّق بين أنواع المياه، أليس هذا دليلاً مادياً على أن القرآن صادر من الله تبارك وتعالى؟

التحديد القرآني لدور المياه في الحياة

سوف نتحدث عن التحديد القرآني لدور الماء في عالم الأحياء ما بين الخلق والجعل، على ضوء المكتشفات العلمية الحديثة، مثل اكتشاف أنواع من



البكتيريا لا يدخل الماء في تفاعلاتها مثل (بكتيريا الكبريت القرمزية)، ونتحدث كذلك عن الجزيئات الحديثة التي عليها شواهد من نظريات تكون الحياة على الأرض مثل بدء الحياة كلها باستثناء الإنسان في الماء مبدئياً.

ويتكون أكسجين الغلاف

الجوي من مادة الماء ذاتها، ويثبت البحث مدى دقة اللفظ القرآني الذي سبق هذه النظريات الحديثة بأربعة عشر قرناً كاملة، مما يدعو إلى إعادة تناول اللفظ القرآني بدقة تلتزم ثوابت اللغة العربية والأسلوب القرآني المتفرد وصولاً إلى فهم أصح لما يحتويه القرآن الحكيم من إعجاز علمي مذهل.

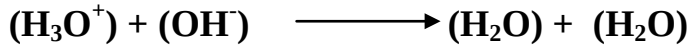
قال الله سبحانه وتعالى: ﴿أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾ سورة الأنبياء، آية (30).

وقال الله سبحانه: ﴿وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ مِنَ الْمَاءِ بَشَرًا فَجَعَلَهُ نَسَبًا وَصِهْرًا﴾ سورة الفرقان ، آية (54).

نصّ القرآن الكريم على أن الماء هو أهم مكونات الخلق، ولا يخفى على العلماء الدور الذي يلعبه الماء في الخلق والحياة، والمقصود من تكرار الحقائق القرآنية هو إظهار الدقة الشديدة للفظ القرآني عند التناول العلمي للقضايا المختلفة، وكيف أن الخلط أحياناً في تأويل اللفظ القرآني قد يجرّ لمشكلات تنبع من محاولة التفسير الخاطئ المتسرع الذي يدقق بحرص متناه في اللفظ القرآني ذاته.

الماء هذا السائل الذي يُكوّن من (70 – 90 بالمائة) من أوزان معظم أنماط الحياة، وهو سائل شديد التفاعلية وله خواص كيميائية تختلف عن كل السوائل الأخرى.

إن للماء وجزئياته (H_2O)، أو لمركباته الكهربائية المتأينة مثل الهيدرونيوم (H_3O^+) أو الهيدروكسيد (OH^-)، أهمية ضخمة في كل التفاعلات الحيوية التي تحدث داخل الخلية، وهذه الميزات هي التي تحدد كل الخواص البيولوجية للمواد العضوية الكيميائية الأخرى مثل البروتينات والأحماض النووية وأغشية الخلايا والريبوسومات وغيرها من التراكيب، ومنه فتغير نسب الماء قد يدمر كل التفاعلات الكيميائية، وبالتالي الوظائف الحيوية للخلية. وينتج الماء من تفاعل الهيدرونيوم مع الهيدروكسيد وفق المعادلة العكوسة التالية:



ولكن بالرغم من دور الماء الهام في التفاعلات الحيوية للكائنات ظهر استثناء في عالم النبات، أنه لا يحتاج



لاستعمال الماء في عملياته الحيوية هي (بكتيريا الكبريت القرمزية) Purple Sulphur Bacteria، وهذا النوع من البكتيريا (بكتيريا خلايا نباتية بدائية) اكتشف قرب الحمم البركانية على البر وفي أعماق المحيط، وهي لا تستعمل الماء مثل كل الكائنات الأخرى لإنتاج موادها العضوية التي تتغذى عليها، بل إنها تستعمل (كبريتيد الهيدروجين) مع ثاني أكسيد الكربون ولا يدخل الماء في التفاعل الكيميائي مطلقاً.

مما جعل أعداء الإسلام يضعون الشبهات حول آيات القرآن الكريم وخصوصاً في قول الله سبحانه وتعالى:

﴿أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾ سورة الأنبياء ، آية (30) .

وسأل المعارضون: كيف جعل الله سبحانه من الماء كلَّ شيء حيٍّ، وهذه البكتيريا لا تحتاج للماء في حياتها؟

مع العلم أنهم درسوا النظرية العلمية لنشوء الحياة.

وحسب هذه النظرية تعتمد الكائنات وبالذات الحيوانية والنباتية والبشرية على عاملين هما:

الماء والأكسجين, وتنص على التالي:

أ. إن كل أنماط الحياة بدءًا بالنباتية ثم تليها الحيوانية نشأت من الماء وفي الماء أولاً ثم خرجت لاحقاً لليابسة.

ب. إن جو الأرض أولاً لم يكن به أكسجين على الإطلاق، ونشأ هذا الأكسجين وتراكم تدريجياً في الغلاف الجوي للأرض بعد نشوء الحياة نتيجة لعملية (التمثيل الضوئي) للنباتات البدائية الموجودة في مياه المحيطات التي كانت تغمر الأرض حينذاك، أي أن غاز الأكسجين الهام جداً وهو نتائج لعمليات بيولوجية تمت في الماء وبواسطة الكائنات المائية البدائية.

وجود الأكسجين أو قربه الكيميائي الأوزون (O_3) في أي منطقة كونية ثبت فوراً وقطعياً حسب النظريات العلمية وجود الحياة، أما وجود الماء فهو قرينة على إمكانية نشوء حياة وليست دليلاً قاطعاً على وجودها بالفعل. للرد على المشككين في صحة آيات الذكر الحكيم نبين مواطن الإعجاز في الآية الكريمة:

1 . الإعجاز البياني

أ- الفرق بين فعل (خلق) وفعل (جعل).

ليس هناك تعارض مطلقاً بين النص القرآني، والمكتشفات العلمية، إنما التشوُّش نشأ عن الخلط والتسرع في تفسير النص القرآني دون مراقبة اللفظ القرآني بدقة، ودون اللجوء للقرآن ذاته كمفسر لذاته.

وبمراجعة الآيات الكريمة السابقة نجد أن الله سبحانه وتعالى عبّر عن دور الماء في (كل شيء حي) بصورة عامة بالفعل (جَعَلْنَا)، بينما عبّر عن الأنماط الحية القادرة على الحركة بأنماطها المختلفة (الدواب) بفعل (خلق).

واختلاط الأمور نشأ أولاً من الخلط بين معنى الفعلين (جعل) و(خلق).

ولتبين الحقيقة نقول:

إننا (خلق) هو الإيجاد المبدئي من العدم، وهو فعل يدل على خاصية إلهية لا يجوز أن تنسب لبشر.

أما (جَعَلَ) فهو فعل يعني تقدير أو إنتاج أو إضفاء هيئة معينة وحال معين على شيء تم خلقه فعلاً قبلاً.

ودعنا نلاحظ النصوص القرآنية العديدة التي جمعت الفعلين معاً لندرك الفرق بينهما.

قال الله تعالى: ﴿وَاللَّهُ جَعَلَكُمْ مِمَّا خَلَقَ ظِلَالًا﴾ سورة النحل ، آية (81).
ويقول تعالى: ﴿اللَّهُ الَّذِي خَلَقَكُمْ مِنْ ضَعْفٍ ثُمَّ جَعَلَ مِنْ بَعْدِ ضَعْفٍ قُوَّةً
ثُمَّ جَعَلَ مِنْ بَعْدِ قُوَّةٍ ضَعْفًا وَشَيْبَةً يَخْلُقُ مَا يَشَاءُ وَهُوَ الْعَلِيمُ الْقَدِيرُ﴾ سورة
الروم ، آية (54) .

ويقول سبحانه: ﴿وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ مِنَ الْمَاءِ بَشَرًا فَجَعَلَهُ نَسَبًا وَصِهْرًا﴾
سورة الفرقان، آية (54).
ويقول الله عز وجل: ﴿ذَرْنِي وَمَنْ خَلَقْتُ وَحِيدًا﴾ سورة المدثر، آية (11)

ويقول الله عز وجل: ﴿جَعَلْنَاهُ مَالًا مَمْدُودًا﴾ سورة المدثر، آية (21).
ويقول الله العلي القدير: ﴿يَا أَيُّهَا النَّاسُ إِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِنْ ذَكَرٍ وَأُنْثَى
وَجَعَلْنَاكُمْ شُعُوبًا وَقَبَائِلَ لِتَعَارَفُوا﴾ سورة الحجرات، آية (13).
ويقول الله عز وجل: ﴿ثُمَّ كَانَ عِلْقَةً فَخَلَقَ فَسَوَّى * فَجَعَلَ مِنْهُ الزَّوْجَيْنِ
الذَّكَرَ وَالْأُنْثَى﴾ سورة القيامة، آية (38-39) .

ومن هذه الآيات الكريمات كلها نستطيع أن نلاحظ أن معنى الفعل (خلق)
يختلف لغويًا تمامًا عن الفعل (جعل)، وبالذات في نطاق الخلق والتقدير الإلهي
للكائنات الحية.

ولكن هناك موضع واحد في قصة الخلق كلها يتم فيه التعبير بصورة
متساوية بفعل (خلق) و(جعل) عن قضية واحدة وبنفس المعنى، هذا الموضع
هو المتعلق بخلق الزوج (الأنثى)، بداية من الزوج الأول حواء عليها السلام
حيث أن إيجاد حواء من جسد آدم عليهما السلام (أي خلق الخلية الأنثوية من
الخلية الذكرية) هو واقعة بيولوجية غير متكررة، ولن تحدث مرة ثانية على
الأرض، فتلك الواقعة إذن يمكن التعبير عنها تمامًا بفعل (خلق)، ولكن لأنها
واقعة غير مسبوقه ولا متكررة وهي حادثة فريدة في التكاثر البشري ولا يمكن
أن تحدث على الأرض حسب النواميس الإلهية، فهي إذن أيضًا يمكن التعبير
عنها بـ (خلق).

يقول تعالى: ﴿يَا أَيُّهَا النَّاسُ اتَّقُوا رَبَّكُمُ الَّذِي خَلَقَكُمْ أَنْفُسَ وَاحِدَةً
وَخَلَقَ مِنْهَا زَوْجَهَا وَبَثَّ مِنْهُمَا رِجَالًا كَثِيرًا وَنَسَاءً وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي تَسَاءَلُونَ بِهِ
وَالْأَرْحَامَ إِنَّ اللَّهَ كَانَ عَلَيْكُمْ رَقِيبًا﴾ سورة النساء، آية (1).

وعلى هذا فالخلاصة:

أن فعل (خلق) المعروف يختلف عن فعل (جعل) قرآنياً، وإن كان ذلك لا يمنع اقتراب المعنى في بعض المواقف المحددة فقط، مثل الموقف المعبر عن خلق الزوج (حواء عليها السلام).

وهذا يعني:

- إضفاء حالة وهيئة وتقدير وصيرورة معينة على الخلق.

- تحويل المخلوق من هيئة لأخرى.

- جعل فيه: تعني وضع أو ألقى فيه أو بداخله.

وبالعودة إلى الآية الكريمة: ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾ .

نجد أن التعبير (جعلنا) يخالف التعبير (خلقنا) هنا ولا يتطابق معه، فلو قال الله تعالى: (وخلقنا من الماء كل شيء حي) مثلاً، لعنى ذلك أن الماء لا بد وأن يكون جزءاً رئيساً وحيوياً في تراكيب ووظائف كل الخلق الحي، ولا بد أن يعتمد عليه كل الأحياء، بلا استثناء في حياتهم.

أما التعبير بـ(جعلنا) فيعني أن (الماء) له علاقة شديدة بكل أنماط الحياة، لكنه لا يعني بالضرورة وجودها في تركيب الخلق ذاته بكل أنماطه.

ب- معنى حرف (من) في الآية الكريمة:

من أسرار اللغة العربية تعدد معنى الحرف الواحد فمثلاً:

حرف الجر (من) قد يستعمل لغوياً لثلاثة أغراض رئيسة:

حيث إن (من) بالكسر هو حرف خافض وهو أولاً يستعمل لابتداء الغاية، كقولك: خرجت من بغداد للكوفة، حيث إن بغداد هنا هي بداية الرحلة.

قد يكون أيضاً (من) للتبعيض (بعض الشيء) كقولك: (هذا الدرهم من درهم).

قد يكون (من) للبيان والتفسير كقولك: (الله دره من رجل).

وقد ساق الإمام الرازي في مختار الصحاح مثلاً قرآنياً رائعاً تظهر فيه الثلاثة مواضع السابقة في قوله تعالى: ﴿وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ جِبَالٍ فِيهَا مِنْ بَرَدٍ﴾ سورة النور، آية (43).

حيث إن (من) الأولى لابتداء الغاية، و(من) الثانية للتبعيض، و(من) الثالثة للتفسير والبيان.

ومن مناقشة الفرضية القوية لنشوء الكائنات كلها (عدا الإنسان) من أصول مائية، أي أن الحياة نشأت أولاً (في الماء ومن الماء)، فنقول هنا: إنه يجب أن نلاحظ في آيتنا الكريمة: ﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ﴾ ، أن المفسرين تبوّأوا تفسير حرف الجر (مِنْ) بأنه للتبعيض، أي أن الماء هو ولا بد أن يكون من مكونات كل الحياة والأحياء بلا استثناء (كل شيء حي).

ونقول: إن حرف الجر (من) يستعمل أيضاً لابتداء الغاية، أي أن (كل شيء حي) أتى (من) (الماء) أولاً ثم خرج لليابسة بعد ذلك.

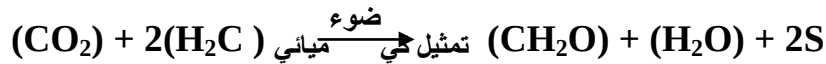
الإعجاز العلمي في الآية الكريمة:

أولاً: الماء العامل الأول الهام في إيجاد الحياة.

إن الإعجاز البلاغي القرآني هو أحد المفاتيح الذي يعبر عن الحقائق العلمية بدقة متناهية، ففي المثال الذي ضربناه عن (بكتيريا الكبريت القرمزية) و القليل من الكائنات الشبيهة بها، نرى أن تلك البكتيريا لا تعتمد على الماء (H₂O) للحصول على ذرات الهيدروجين اللازمة لإنتاج الكربوهيدرات التي تتغذى عليها مثلما يحدث في كل الأحياء الأخرى، بل هي تعتمد على مركب آخر هو كبريتيد الهيدروجين (H₂S).

ونلاحظ أن هذا هو النمط الحي الوحيد الذي تم اكتشافه ولا يعتمد على الماء، وحتى هنا لا يقع أي تصادم أو تعارض مع الآية القرآنية التي عبّرت عن إيجاد الأحياء (كل شيء حي) بفعل (جعل) وليس (خلق)، هذا لأنهم اكتشفوا أنه في تلك البكتيريا يحدث التفاعل التالي:

أ - معادلة التمثيل الضوئي في هذه البكتيريا (لا عكوسة) هي:



وهنا نرى على الرغم من أن الماء لا يدخل في التفاعل، إلا أنه ينتج عنه، كمنتج أساسي لا غنى عنه لإتمام العملية الحيوية، وهكذا فالماء لا يزال هنا له علاقة شديدة بخاصية الحياة لدى تلك البكتيريا الحية، ورغم أنها لا تستهلكه إلا أنها لو توقفت عن إنتاجه لفست العملية كلها وانتهت حياة هذا المخلوق.

الكثير جداً من تلك البكتيريا والأنماط المشابهة لها، تعيش في أعماق المحيط بجوار فوهات البراكين الموجودة فيها.

وتلك البكتيريا الموجودة في الأعماق لا تعتمد على الضوء لإنتاج الغذاء واستمرار الحياة، حيث إن تلك البكتيريا تقوم بالتمثيل الكيميائي بدلاً من التمثيل الضوئي (لعدم وجود الضوء في الأعماق).

وتعتمد هذه البكتيريا على شيء واحد هام لاستمرار تلك التفاعلات الجوهرية لحياتها والتي لا يدخل فيها الماء أحياناً، وهذا الشيء الواحد هو الماء أيضاً، وتفسير ذلك اكتشاف البحوث العلمية أن مياه المحيط تندفع في الشقوق الموجودة في الصخور البركانية بين صفائح القشرة الأرضية (التكتونية) الحارة جداً.

وعلى هذا فالماء المتواجد هناك حارٌ جداً، والأهم من ذلك أن هذا الماء الساخن يتفاعل كيميائياً مع الصخور الموجودة تحت القشرة الأرضية في تلك الظروف من الضغط والحرارة المرتفعة جداً (300 درجة للحرارة و 280 كغم على كل سنتيمتر مربع للضغط)، وهنا تحدث تفاعلات كيميائية أهمها هو اختزال مادة الكبريتات (السلفات) Sulphates الموجودة في ماء البحر إلى كبريتيد الهيدروجين (الذي تعتمد عليه تلك البكتيريا كبديل للماء) وباستعمال الطاقة المستخلصة من الماء الحار بدلاً من الطاقة الضوئية.

وهنا تقوم تلك البكتيريا بأكسدة الكبريتيدات لتأخذ طاقة تمكنها من القيام بالغذاء.

إذن فتلك الأنماط البكتيرية التي لا تستعمل الماء لا تزال:

تعيش في الماء وعلى أعماق كبيرة منه ويلعب الماء الدور الأساس والرئيس لاستمرار حياتها رغم أنه لا يدخل في التفاعلات، وذلك عن طريق التجهيز الحراري والكيميائي اللازم للمواد المتفاعلة.

الماء إذاً منتج جانبي رئيسي لتلك العمليات الحيوية.

ثانياً: الأكسجين العامل الثاني الهام في إيجاد الحياة.

حسب النظرية العلمية لنشوء الحياة نجد غاز الأكسجين، الذي لولاه ما كانت الحياة على الأرض، والذي تشير الأدلة العلمية أنه نشأ على الأرض نتيجة لعمليات بيولوجية (مثل التمثيل الضوئي) للكائنات المائية البدائية، وما كان موجود قبلاً في الغلاف الغازي لكوكب الأرض.

وهنا نلاحظ:

أ- أن العملية التي أدت لإنتاج هذا الأكسجين تمت كلها في الماء وبواسطة الكائنات التي تعيش في الماء ﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ﴾ ، وتلك نقطة قرآنية هامة لها مصداقيتها العلمية نستطيع تبينها من الآية الكريمة.

ب - إن عملية إنتاج الأكسجين كما تحددها النظريات العلمية الآن لم تتم فقط في الماء أو بواسطة الماء، بل إن غاز الأكسجين المتواجد في الهواء والذي هو أساس لحياتنا نحن وكل الأنماط الحية المتحركة، ثبت أنه مستخلص من جزئي الماء (H_2O) وليس ثاني أكسيد الكربون (CO_2) كما كان معتقداً حتى وقت قريب.

إذن فغاز الأكسجين الذي يمثل الأساس للحياة، لم ينشأ فقط في الماء أو بواسطة الكائنات النباتية المائية، بل هو نفسه مستخلص من الماء وجزء منه. وأخيراً فإننا عندما نقول: إن التعبير الإلهي الوارد في القرآن المجيد بشأن الإيجاد بواسطة الماء بفعل (خلق) فإن هذا التعبير قد جاء في وصف (الدواب) و(البشر) في قوله تعالى: ﴿ وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ ﴾ سورة النور، آية (45). وقوله تعالى: ﴿ وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ مِنَ الْمَاءِ بَشَرًا فَجَعَلَهُ نَسَبًا وَصِهْرًا ﴾ سورة الفرقان، آية (54).

فإن الحقيقة العلمية القاطعة تقول: إن كل الكائنات التي لها خاصية الحركة، والتي تتميز بها الأنماط الحية الأكثر رُقِيًّا تسمى قرانياً (الدواب)، والأسلوب البيولوجي لوحدها الحركية مذكور في الآية نفسها من سورة النور، فكلها مخلوقة من الماء الذي يدخل في كل تفاعلاتها الكيماوية الخلوية، ولذا لا تستغني عنه مطلقاً.

وهذا ينطبق أيضاً على البشر، ولعله من الغريب هنا أن نقول: إن الأنماط البيولوجية التي ذكرناها قبل ولا تستهلك الماء كلها أنماط نباتية دنيا (المملكة الحيوانية تختلف عن المملكة النباتية بخواص أهمها خاصية القدرة على الحركة).

وأيضاً وكما أن البكتيريا عموماً تنقسم إلى متحركة Motile عن طريق الأهداب وغيرها، وغير متحركة Immotile، فإن البكتيريا التي لا تستهلك الماء مثل بكتيريا الكبريت القرمزية تقع ضمن الطائفة (غير المتحركة) أي التي لا تدب.

مع تحيات د. سلام حسين عويد الهلالي

<https://scholar.google.com/citations?>

[user=t1aAacgAAAAJ&hl=en](https://scholar.google.com/citations?user=t1aAacgAAAAJ&hl=en)

salamalhelali@yahoo.com

<https://www.facebook.com/salam.alhelali>

[https://www.facebook.com/groups/
/Biothesis](https://www.facebook.com/groups/Biothesis)

[https://www.researchgate.net/profile/
/Salam_Ewaid](https://www.researchgate.net/profile/Salam_Ewaid)

07807137614



أي ببساطة أن الآيات القرآنية التي تحدثت عن دخول الماء كمكون أساس في أجساد المخلوقات الحية (بفعل خلق)، والتي خصصت الآيات القرآنية منها اثنتين بالتحديد هما الدواب والبشر، أي الكائنات القادرة على الحركة، لتثبيت قطعي أن القرآن الكريم هو وحي من عند الله.

أما النقاش القرآني للكائنات الحية عمومًا ودور الماء فيها، فإنه لوجود بعض الاستثناءات الضئيلة التي اكتشفت حديثًا، فقد جاء التعبير القرآني فيها بفعل (جعل) وليس (خلق)، كلها حقائق قرآنية إعجازية يشيب لها الولدان وتقشعر لها الأبدان، فسبحان الله العظيم.

من آيات الله ...

الرعد يسبح بحمد الله

الرعد ظاهرة كونية طبيعية، واحدة من جند الله، يسبح بحمد ربه، وطريقة تسبيحه هذه لا يعلمها إلا الله خالقه، خاضعا لأوامره، ضارعا له مداوما على ذكره، يشكره اعترافا لجلاله بالألوهية والوحدانية، وبأنه خالق الكون ومليكه والمتفرد فيه بالسلطان والمبدع له بعلمه وحكمته وقدرته.

وظاهرة الرعد فيها الكثير من الرحمة، وأيضا فيها العديد من صور العقاب والعذاب إن تحولت إلى صواعق مهلكة ونتجت عنها سيول جارفة، وهي تحدث بأوامر الله، وكذلك تتحرك وفق سننه وإبداعه في خلقه، تقدم صورة من صور تسبيح الكائنات والمخلوقات لخالقها، فهو حمد وتسبيح وتقديس لله تعالى وخضوع لجلاله بالطاعة والعبادة على الحقيقة لا على المجاز، وهذا التسبيح والتنزيه والتقديس والعبادة لله تعالى من قبل الظواهر الكونية والجمادات والأحياء دون الخلق المكلف، هو ضرب من ضروب الغيب المحبوب عن الإنسان وعن إدراكه وحسه رحمة به واستكمالا لمتطلبات اختباره وابتلائه في هذه الحياة الدنيا.

ومن ضروب الغيب الذي يجب على كل مؤمن بالله أن يتلقاه بالتصديق والتسليم والتفويض إلى الله تعالى الخالق البارئ المصور الذي أبدع هذا الكون بعلمه وحكمته وقدرته، ووصف خلقه كله بأنه مسبح فقال: ﴿تُسَبِّحُ لَهُ السَّمَوَاتُ السَّبْعُ وَالْأَرْضُ وَمَنْ فِيهِنَّ وَإِنْ مِّن شَيْءٍ إِلَّا يُسَبِّحُ بِحَمْدِهِ وَلَكِنْ لَا تَفْقَهُونَ تَسْبِيحَهُمْ إِنَّهُ كَانَ حَلِيمًا غَفُورًا﴾ سورة الإسراء، آية (44).

سورة الرعد

وقد أفرد القرآن الكريم سورة كاملة باسم "الرعد" .

تبدأ سورة الرعد بقضية عامة من قضايا العقيدة وهي قضية الوحي بهذا الكتاب.

قال تعالى: ﴿تِلْكَ آيَاتُ الْكِتَابِ وَالَّذِي أُنْزِلَ إِلَيْكَ مِنْ رَبِّكَ الْحَقُّ وَلَكِنَّ أَكْثَرَ النَّاسِ لَا يُؤْمِنُونَ﴾ سورة الرعد، آية (1) .

وهذا الافتتاح يلخص موضوع السورة كله، ويشير إلى جملة قضاياها، وتسترسل السورة في استعراض آيات القدرة وعجائب الكون الدالة على قدرة الله الخالق الناطقة بأن من مقتضيات هذه الحكمة أن يكون هناك وحي لتبصير الناس، وأن يكون هناك بعث لحسابهم ورجوعهم إلى الخالق الذي بدأهم وبدأ الكون كله قبلهم وسخره لهم ليلوهم فيما آتاهم، وتبدأ الآيات الرائعة في رسم المشاهد الكونية الضخمة، نظرة إلى السماء ونظرة إلى الأرض ومشاهدها وكوامن الحياة، وهذه اللفتة إلى مظاهر القدرة الإلهية تحرك الوجدان أمام هذا المشهد الهائل بما فيه من عظمة وقدرة وإتقان.

ونصل إلى قول الله تعالى: ﴿هُوَ الَّذِي يُرِيكُمُ الْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنْشِئُ السَّحَابَ الثِّقَالَ* وَيُسَبِّحُ الرَّعْدُ بِحَمْدِهِ وَالْمَلَائِكَةُ مِنْ خِيفَتِهِ وَيُرْسِلُ الصَّوَاعِقَ فَيُصِيبُ بِهَا مَنْ يَشَاءُ وَهُمْ يُجَادِلُونَ فِي اللَّهِ وَهُوَ شَدِيدُ الْمِحَالِ﴾ سورة الرعد، آية (12-13).

فيخبر الله سبحانه وتعالى أنه هو الذي سخر البرق وهو ما يرى من النور اللامع ساطعاً من خلال السحاب، يخاف المسافر أذاه وشقته ، وطمعا يرجو بركته ومنفعته ويطمع في رزق الله وينشئ السحاب الثقيل بالماء، ويسبح الرعد بحمده، أي يظهر قدرته تعالى وجبروته وتسخيره لجميع ظواهر هذا الكون كقوله تعالى: ﴿وَإِنْ مِنْ شَيْءٍ إِلَّا يُسَبِّحُ بِحَمْدِهِ﴾ .

وكان رسول الله صلى الله عليه وسلم إذا سمع الرعد والصواعق قال: (اللهم لا تقتلنا بغضبك ولا تهلكنا بعذابك وعافنا قبل ذلك).

وعن أبي هريرة أنه كان إذا سمع الرعد قال: "سبحان من يسبح الرعد بحمده".

وعن عبد الله بن الزبير أنه كان إذا سمع الرعد ترك الحديث وقال: "سبحان من يسبح الرعد بحمده والملائكة من خيفته، إن هذا الوعيد شديد لأهل الأرض".

والرعد والبرق والسحاب مشاهد معروفة، وكذلك الصواعق التي تصاحبها في بعض الأحيان، وهي بذاتها مشاهد ذات أثر في النفس حتى اليوم

وعند الذين يعرفون الكثير عن طبيعتها، والسورة تذكر هذه الظواهر متتابعة، وتضيف إليها الملائكة والتسبيح والسجود والخوف لتصوير سلطان الله المتفرد بالقهر والنفع والضرر، وقد سميت السورة بـ"الرعد" لقوله سبحانه وتعالى: **وَيُسَبِّحُ الرَّعْدُ بِحَمْدِهِ**.

والرعد ذلك الصوت المدوي وهو أثر من آثار الناموس الكوني الذي صنعه الله أيا كانت طبيعته وأسبابه، فهو رجع صنع الله في هذا الكون، وهو يحمد ويسبح بلسان الحال، للقدرة التي صاغت هذا النظام، كما أن كل مصنوع جميل متقن يسبح ويعلن عن حمد الصانع والثناء عليه بما يحمله من جمال وإتقان.

وقد اختار الله سبحانه وتعالى أن يجعل صوت الرعد تسبيحا للحمد، اتباعا لمنهج التصوير القرآني في مثل هذا السياق وخلق سمات الحياة وحركاتها على مشاهد الكون الصامتة لتشارك في المشهد كله، وقد انضم إلى تسبيح الرعد بحمد الله تسبيح الملائكة من خوفه وتعظيمه، وفي آية أخرى يقول: **﴿وَالْمَلَائِكَةُ يُسَبِّحُونَ بِحَمْدِ رَبِّهِمْ﴾**.

وقد وردت الإشارة إلى تسبيح الرعد في القرآن مرة واحدة في الآيتين 12 و13 من سورة الرعد، وهاتان الآيتان الكريمتان تشيران إلى ترابط الظواهر الكونية الواردة فيهما من الرعد والبرق والسحاب الثقال والصواعق ببعضها بعضاً، وهو ما أثبتته العلم الحديث.

وتشير إلى أن الرعد يسبح لله تعالى ويخاف من عقابه تسبيحا يشبه تسبيح الملائكة وصالحى الإنسان والجن وبقية الخلق.

والسياق القرآني في الآيتين يحشد تلك الظواهر الجوية العابدة لله، المسبحة بحمده، ويضيف إليها الملائكة في مشهد إيماني يظهر الخضوع لأوامره وخوفا ورهبة من غضبه وعقابه واعترافا لجلاله.

ويذكر أهل العلوم الكونية أن كلا من ظاهرتي البرق والعواصف الرعدية تنشآن عن تصادم شحنات كهربائية متعاكسة في السحب، وعندما تتعاظم تلك الشحنات يحدث تفريغ كهربائي على هيئة البرق، ويؤدي الشرر الناتج عن البرق إلى الارتفاع المفاجئ في درجة حرارة الهواء داخل السحب مما يؤدي إلى تمدده بأصوات انفجارية شديدة تسمى بالرعد.

ونحن نرى البرق بمجرد حدوث الوميض ثم نسمع الرعد، ويقدر حدوث العواصف الرعدية في بعض مناطق العالم بحوالي 45 ألف عاصفة يوميا، وتعتبر من أعظم الظواهر الجوية المعروفة لنا.

مصدر المياه على الأرض

من الحقائق العلمية في علم المياه أن الماء الذي نراه من حولنا في هذا الكوكب قد خرج أصلاً من الأرض نفسها، ففي بداية خلق الأرض كانت الحمم البركانية تتدفق من كل مكان تقريباً على سطح الأرض، استمرت هذه التدفقات لملايين السنين.

هذه الحمم الملتهبة تحمل معها كميات معتبرة من بخار الماء الذي كان يصعد لطبقات الجوّ الباردة ثم ما يلبث أن يتكاثف ليعود على شكل أمطار غزيرة تتجمع على الأرض .

وقد بدأت الحياة في الماء واستمرت حتى يومنا هذا بوجود الماء، ونحن أمام حقيقة علمية وهي أنه حيث يوجد الماء توجد الحياة.

ولولا خروج هذه الكميات الضخمة من الماء ما كانت الحياة لتبدأ على الأرض.

وقد أشار القرآن الكريم إلى هذه الحقيقة العلمية بقوله تعالى: ﴿ أَخْرَجَ مِنْهَا مَاءَهَا وَمَرْعَاهَا ﴾ سورة النازعات، آية (31).

كما أشار القرآن العظيم إلى أن الحياة خرجت من الماء، كما في قوله تعالى: ﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ﴾ سورة الأنبياء، آية (30) .
كما أكد القرآن أن كميات الماء على الأرض تتوزع بنظام محسوب وليس عشوائياً، يقول تعالى: ﴿ وَلَقَدْ صَرَّفْنَاهُ بَيْنَهُمْ لِيَذَكَّرُوا ﴾ سورة الفرقان، آية (50).

والعلم يخبرنا بأن كميات الأمطار تتوزع بنظام وكميات المياه تتوزع بنظام. وانظر معي إلى كلمة (صرّفناه) والتي تدل على وجود نظام لتصريف المياه على سطح الأرض.

والسؤال الذي يطرح نفسه: أليست هذه الحقائق العلمية دليل على صدق كتاب الله تعالى وصدق رسالة الإسلام ؟

الأعاصير في القرآن الكريم

وردت كلمة إعصار مرة واحدة في القرآن الكريم، وذلك في قوله تعالى: ﴿ أَيَوَّدُ أَحَدُكُمْ أَنْ تَكُونَ لَهُ جَنَّةٌ مِّنْ نَّحِيلٍ وَأَعْنَابٌ تَجْرِي مِنْ تَحْتِهَا الْأَنْهَارُ لَهُ فِيهَا مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ وَأَصَابَهُ الْكِبَرُ وَلَهُ ذُرِّيَّةٌ ضُعَفَاءُ فَأَصَابَهَا إِعْصَارٌ فِيهِ نَارٌ فَاحْتَرَقَتْ كَذَلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ لَكُمْ الْآيَاتِ لَعَلَّكُمْ تَتَفَكَّرُونَ ﴾ سورة البقرة، آية (266).
الإعصار هو الريح الشديدة ﴿ فِيهِ نَارٌ فَاحْتَرَقَتْ ﴾ أي أحرق ثمارها وأباد أشجارها.

كما قال تعالى في وصف الريح الشديدة (ربما الأعاصير وما يتكون منها من التورنادو): «مَثَلُ مَا يُنْفِقُونَ فِي هَذِهِ الْحَيَاةِ الدُّنْيَا كَمَثَلِ رِيحٍ فِيهَا صِرٌّ أَصَابَتْ حَرْثَ قَوْمٍ ظَلَمُوا أَنْفُسَهُمْ فَأَهْلَكَتْهُ وَمَا ظَلَمَهُمُ اللَّهُ وَلَكِنْ أَنْفُسُهُمْ يَظْلِمُونَ» سورة آل عمران، آية (117).

والمقصود بـ «رياح فيها صرٌّ» أي برد شديد، بحسب قول ابن عباس وعكرمة وسعيد بن جبير والحسن وقتادة والضحاك والربيع بن أنس وغيرهم . وقال عطاء هو برد وجليد، وعن ابن عباس أيضًا ومجاهد فيها صر ، أي نار، وهو يرجع إلى الأول فإن البرد الشديد ولاسيما الجليد، يحرق الزروع والنمار كما يحرق الشيء بالنار .

كذلك قال سبحانه وتعالى: «هُوَ الَّذِي يُسَيِّرُكُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ حَتَّى إِذَا كُنْتُمْ فِي الْفُلِكِ وَجَرَيْنَ بِهِم بِرِيحٍ طَيِّبَةٍ وَفَرِحُوا بِهَا جَاءَتْهَا رِيحٌ عَاصِفٌ وَجَاءَهُمُ الْمَوْجُ مِنْ كُلِّ مَكَانٍ وَظَنُّوا أَنَّهُمْ أُحِيطَ بِهِمْ دَعَوُا اللَّهَ مُخْلِصِينَ لَهُ الدِّينَ لَئِنْ أَنْجَيْتَنَا مِنْ هَذِهِ لَنَكُونَنَّ مِنَ الشَّاكِرِينَ» سورة يونس ، آية(22).

رياح عاصف، أي شديدة وجاءهم الموج من كل مكان ، أي اغتلم البحر عليهم. وسنى من خلال هذا الموضوع الارتباط الوثيق بين الإعصار والفيضانات وطغيان مياه البحر على اليابسة بسبب تراكم الأمواج التي ترتفع بعدها إلى أكثر من 5 - 10 أمتار عن مستوى المد العادي.

المصادر والمراجع

- الدكتور/ عبد العزيز محمد البسام، أستاذ جيولوجيا المياه المشارك، جامعة الملك سعود.
- الشركة العربية للنشر الإلكتروني .
- العين - داوود محمد.
- م. علي محمد بعيو، مدير مختبر المياه المركزي – أجدابيا.
- المهندس عبد الدائم الكحيل، باحث في إعجاز القرآن الكريم والسنة النبوية، سورية – حمص newmiracle7@hotmail
- جامعة بير زيت ، مركز علوم صحة البيئة والمهنة.
- موقع فضيلة الشيخ المقريء محمد صديق المنشاوي
- الأستاذ بشير الحزمي، aihazmi@hotmail.com
- أحمد سعد الدين
- جريدة الخليج، الإمارات، 2004/4/22م
- الموسوعة العربية العالمية- مصادر أخرى
- الدكتور محمد دودح، طبيب وباحث في الهيئة العالمية للإعجاز العلمي في القرآن .
- د.حسن سيد أحمد ابو العينين، 1980، أصول الجغرافيا المناخية، ط1، مؤسسة الثقافة الجامعية.
- د.علي علي البناء، 1970، أسس الجغرافيا المناخية و النباتية، ط2، دار النهضة العربية.
- د.يوسف عبد المجيد فايد، 1982، جغرافية المناخ والنبات، ط2، دار النهضة العربية.
- د. إسلام محمد الشبراوي (رحمه الله تعالى)
- الإدارة المعنية بإدارة الموارد المائية وتنميتها ، صدرت في أكتوبر/تشرين 2002.

مواقع انترنت:

1. <http://spaces.msn.com/minshawi>
2. <http://www.juicersaustralia.com.au/waterchoiceisclear.htm#>
3. <http://www.infinitywater.us/about.html>
4. http://www.bbc.co.uk/weather/features/basics_watercycle.shtml
5. http://www.absoluteastronomy.com/encyclopedia/w/wa/water_resources.htm
6. <http://www.tipsofallsorts.com/water.html#fact>