

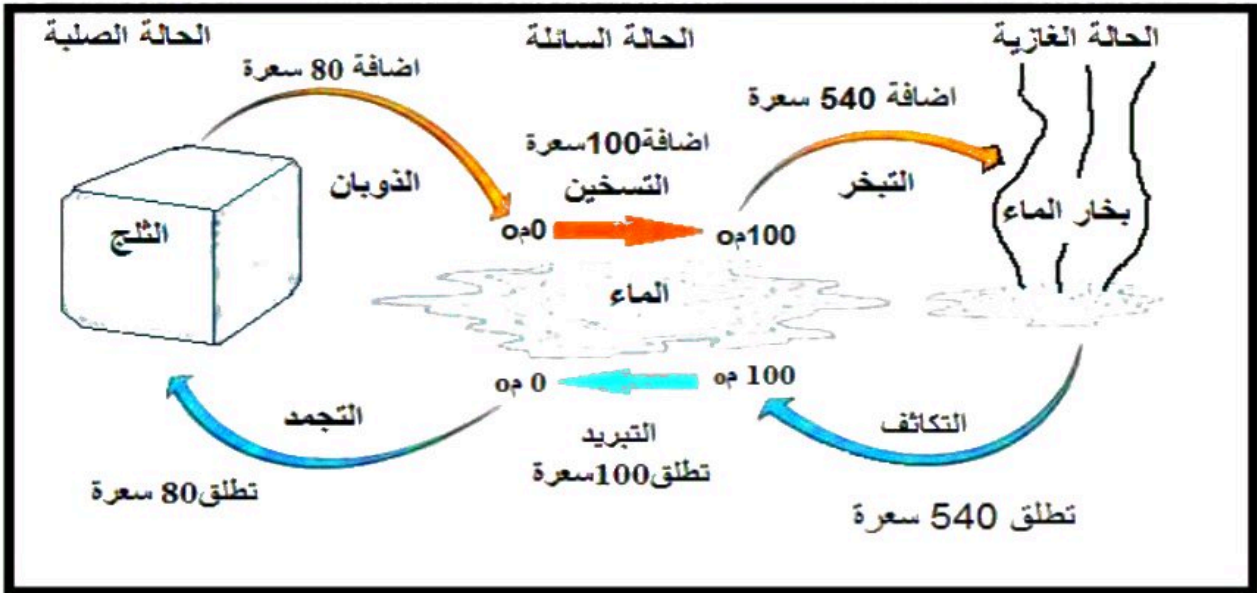
4- نوعية المياه: Water Quality

تتحدد نوعية المياه بشكل رئيس بدرجة تركيز الأملاح الذائبة، إذ تتباين ملوحة المياه بشكل كبير بين أشكال المياه المختلفة، كما تتباين الملوحة ضمن الشكل الواحد للمياه. إن المياه المالحة تسود مياه الكرة الأرضية إذ يقدر الحجم الإجمالي للمياه المالحة بحدود 1.36 مليار كم³ ليتمثل حوالي 97.5% من الكمية الإجمالية لمياه الكرة الأرضية (جدول 4)، وتمثل المياه المالحة مجمل مياه البحار والمحيطات و55% من حجم المياه الجوفية وحوالي 45.5% من حجم مياه البحيرات.

33

٢٦٥/٣٤

شكل 1 الحالات الفيزيائية للمياه في الكرة الأرضية.



34

المصدر:

Sverdrup, K. A., Duxbury, A.B. and Duxbury, A.C. 2006. Fundamentals of Oceanography, 5th edition, Mc Graw Hill Higher Education, New York, 342 p.

٢٦٥/٣٥

جدول 4 نوعية المياه في الكرة الأرضية.

النسبة من المياه العذبة	النسبة من إجمالي المياه	كمية المياه مليون كم ³	إشكال المياه	نوعية المياه
0.0	96.56	1349.9	البحار والمحيطات	مالحة
0.0	0.92	12.87	المياه الجوفية	
0.0	0.008	0.105	البحيرات المالحة	
0.0	97.5	1362.875	المجموع	
69.50	1.74	24.36	الجليد والتلوج	عذبة
30.04	0.75	10.53	مياه جوفية	
0.36	0.009	0.126	البحيرات	
0.05	0.0012	0.017	ماء التربة	
0.04	0.0009	0.013	بخار الماء	
0.006	0.0001	0.002	الأنهار	
100	2.5	35.048	المجموع	

المصادر:

[1] (جدول 2).

[2] Subramanya, K. 2004. Engineering hydrology, Second Edition, New Delhi, 392 P.

أما حجم المياه العذبة في الكرة الأرضية فينخفض إلى حوالي 35 مليون كم³ ليمثل حوالي 2.5% من الكمية الإجمالية لمياه الكرة الأرضية، وتمثل المياه العذبة مجمل الكتل الجليدية والتلوج وحوالي 45% من حجم المياه الجوفية وحوالي 54.5% من حجم مياه البحيرات فضلاً عن ماء التربة وبخار الماء ومياه الأنهار. إن حجم المياه العذبة تتباين بين أشكال المياه المختلفة إذ يرتفع الحجم في الجليد والتلوج إلى 24.36 مليون كم³ ليمثل 69.50% من الحجم الإجمالي للمياه العذبة، في حين ينخفض حجم المياه العذبة إلى 2 ألف كم³ في الأنهار ليمثل 0.006% من الحجم الإجمالي للمياه العذبة في الكرة الأرضية. إن المياه العذبة المتواجدة في الكتل الجليدية ورطوبة التربة وبخار الماء التي يقدر حجمها بحدود 24.39 مليون كم³ لتمثل حوالي 69.59% من الحجم الإجمالي للمياه العذبة تعد مياه غير متاحة للاستخدام (*Unavailable For Use*)، وعليه يقدر الحجم الواقعي للمياه العذبة المتاحة للاستخدام بحدود 10.658 مليون كم³ لتمثل حوالي 0.76% من الحجم الإجمالي للمياه في الكرة الأرضية.

5- توزيع المياه على سطح الأرض:

Distributions of Water on The Land

تشتمل الكرة الأرضية من الناحية الجيومورفولوجية على ثلاثة أنواع رئيسية من المسطحات المائية تغطي سطح الأرض وتتمثل في المحيطات والبحيرات والأنهار والتي تقدر مساحتها الإجمالية بحدود 372.26 مليون كم² لتمثل حوالي 73% من المساحة الإجمالية للكرة الأرضية. غير أن المسلم به من الناحية الجغرافية أن تحسب مساحة المياه التي تشغلها البحيرات والأنهار ضمن الجزء اليابس من الكرة الأرضية لتقتصر مساحة المسطحات المائية في الكرة الأرضية على مياه المحيطات فقط. إن احتساب البحيرات ضمن المساحة اليابسة على

من مساحة النصف الجنوبي (جدول 5)، ولذلك يطلق على هذا النصف من الكرة الأرضية بالنصف المائي. أما في النصف الشمالي للكرة الأرضية فإن مساحة المياه تتقلص لتمثل بحدود 41.83% من المساحة الإجمالية للمياه في الكرة الأرضية، وتمثل بحدود 59.4% من مساحة هذا النصف ولذلك تتسع مساحة الكتل اليابسة لتمثل حوالي 40.6% من مساحة النصف الشمالي.

أصل المياه: *Source Water*

تمتاز الكرة الأرضية عن سائر كواكب المجموعة الشمسية بوفرة المياه، إذ تقدر الكمية الإجمالية للمياه بحدود 1.4 مليار كم³ وتتسع المساحة التي تشغلها بحدود 362 مليون كم² لتشكل حوالي 71% من إجمالي مساحة الكرة الأرضية، في حين يندم أو يندر وجود المياه في سائر الكواكب إذ توجد بعض الثلوج في كوكب المريخ والزهرة. إن ضخامة المياه في الكرة الأرضية وانتشارها الواسع يستوجب البحث عن المصادر التي أدت إلى نشأت الغلاف المائي (*Hydrosphere*) على سطح الأرض.

إن المجال الحيوي للكرة الأرضية يضم حالياً أربعة أغلفة هي الغلاف البيولوجي (*Biosphere*) والغلاف الجوي (*Atmosphere*) والغلاف الصخري (*Lithosphere*) الذي يتمثل في طبقة القشرة الأرضية (*Crust*) والجزء الأعلى من طبقة الوشاح (*Mantle*) فضلاً عن اشتغال المجال الحيوي على الغلاف المائي. ويمكن احتمال تلك الأغلفة الثلاثة الأولى أن تكون مصدراً للمياه في الكرة الأرضية وتشكيل الغلاف المائي، ولذلك ستحصل مناقشة هذه الأغلفة لغرض التوصل إلى معرفة المصدر الأساس لنشأة المياه على سطح الأرض.

جدول 5 نسب مساحة المياه واليابسة وتوزيعها بين نصفي الكرة الأرضية.

الموقع	نسبة اليابسة من إجمالي اليابسة	نسبة المياه من إجمالي المياه
النصف الجنوبي للأرض	30	58.17
النصف الشمالي للأرض	70	41.83
المجموع	100	100

الموقع	نسبة اليابسة من الكرة الأرضية	نسبة المياه من الكرة الأرضية	المجموع
النصف الجنوبي للأرض	8.7	41.3	50%
النصف الشمالي للأرض	20.3	29.7	50%
المجموع	29	71	100%

الموقع	نسبة اليابسة من نصف الأرض	نسبة المياه من نصف الأرض	المجموع
النصف الجنوبي للأرض	17.4	82.6	100%
النصف الشمالي للأرض	40.6	59.4	100%
المعدل	29	71	100%

المصادر:

[1] (جدول 2).

[2] (شكل 2).

إن مكونات الغلاف البيولوجي جميعها من إنسان وحيوان ونبات تحوي أجسادها نسباً عالية من المياه وبمقدار يتباين ما بين 65-95% من الحجم الإجمالي للأجساد ويمكن أن تكون مصدراً للمياه على سطح الأرض ولاسيما بعد موتها وتفسخ أجسادها. غير أن الحجم الإجمالي للمياه في الغلاف البيولوجي تقدر بحدود 0.001 مليون كم³ وهي كمية ضئيلة جداً إذ تمثل بحدود 0.00007% من حجم الغلاف المائي البالغ بحدود 1.4 مليار كم³، بل إن الغلاف البيولوجي لم يكن موجوداً في الأصل قبل تكون الغلاف المائي بسبب اقتران الحياة بالوجود المائي، ولذلك ينتفي احتمال أن يكون الغلاف البيولوجي مصدراً لنشأة المياه على سطح الأرض.

لما الغلاف الجوي فيمكن أن يكون مصدراً لمياه سطح الأرض من خلال عمليات التساقط الجوي والمتمثلة بالأمطار والثلوج بشكل أساس. أن نطاق الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية له طاقة استيعابية من المياه يمكن أن تعمل طبقة مائية على سطح الأرض سمكها لا يزيد على 5 سم^[5]، وذلك بعد أن تصل رطوبة الغلاف الجوي إلى درجة الإشباع التام (نسبة الرطوبة الجوية 100%) وأن هذه الرطوبة جميعها تسقط على سطح الأرض. كما تشير البيانات المناخية الحالية إلى أن الكمية الإجمالية للتساقط الجوي تقدر بحدود 0.5 مليون كم³ ويمكنها أن تغطي سطح الكرة الأرضية بطبقة مائية معدل عمقها بحدود متر واحد وذلك في حالة انتقاء تعرض تلك المتساقطات الجوية إلى عمليات التبخر السطحي والتسرب الأرضي. ومع ذلك فإن هذه الكمية قليلة مقارنة بمعدل أعماق المياه في المحيطات البالغ بحدود 3729 متراً، كما أن هذه الكمية من المياه المحتمل وجودها في الغلاف الجوي وتساقطها على سطح الأرض هي في الأصل جزء من المياه السطحية للكرة الأرضية وقد تعرضت لعمليات التبخر والتكاثف ومن ثم التساقط على سطح الأرض على شكل أمطار وثلوج، بل إن

الأدلة العلمية تشير إلى أن الغلاف الجوي لم يكن موجوداً حينما تكونت الكرة الأرضية. وعليه فلا يمكن احتمال أن يكون الغلاف الجوي المصدر الأساس لتشكيل الغلاف المائي.

أما فيما يتعلق بالغلاف الصخري فإن إجمالي مساحة سطح الأرض تقدر بحدود 510 مليون كم²، يشغل الجزء اليابس من سطح الأرض مساحة تقدر بحدود 148 مليون كم²، ويتباين سمك القشرة الأرضية (*Thickness*) بين 0-65 كم وبمعدل 40 كم فيكون حجم الكتلة اليابسة بحدود 6 مليار كم³. في حين تشغل مياه المحيطات مساحة من سطح الأرض تقدر بحدود 362 مليون كم²، ويتباين سمك القشرة الأرضية ما بين 0-10 كم وبمعدل 7 كم^[6] وبذلك يكون حجم الكتلة الأرضية التي تغطيها المياه البحرية بحدود 2 مليار كم³. ولذلك فإن الحجم الإجمالي لكتلة القشرة الأرضية يبلغ بحدود 8 مليار كم³. إن المياه المتواجدة في صخور القشرة الأرضية تمثل نسبة تتباين ما بين 0.1-0.5 % من الحجم الإجمالي لكتلة القشرة الأرضية^[7]، وعليه فإن حجم المياه في القشرة الأرضية والتي يمكن أن تخرج إلى السطح مع ثوران البراكين لا تزيد على 0.4 مليار كم³ في أحسن الحالات، وهي كمية ضئيلة جداً إذ تمثل أقل من 0.03% من إجمالي حجم المياه في الكرة الأرضية والبالغ بحدود 1.4 مليار كم³.

من خلال هذا العرض والتحليل المنطقي المدعوم بالأدلة العلمية يتبين أن الأغلفة المتواجدة جميعها في المجال الحيوي للكرة الأرضية ليس فيها القدرة الكاملة على إنتاج هذه الكمية الهائلة من المياه المتواجدة حالياً في الكرة الأرضية، مما دفع المختصين للبحث عن مصادر أخرى تكون أكثر منطقية في تفسير عمليات إنتاج المياه وتشكيل الغلاف المائي، ومن هنا ظهرت نظريات جديدة عالجت موضوع أصل المياه في الكرة الأرضية ومن أهمها نظرية إزالة الغازات المتشربة (*Out Gassing Theory*).

تشير نظرية إزالة الغازات إلى أن تطاير الغازات المتشربة مع مكونات باطن الأرض إلى القشرة الأرضية والسطح هي المصدر الأساس للمياه على سطح الأرض، إذ تتكون هذه الغازات المتطايرة من 70% بخار الماء و15% ثاني أكسيد الكربون و5% نيتروجين و5% أكسيد الكبريت والنسبة المتبقية تشتمل على الكلور والهيدروجين والاركون^[8]. على الرغم من أن الكثير من الماء المنبثق من باطن الأرض يتبخر ويكون جزءاً من الرطوبة الجوية أو يتغلغل في داخل الشقوق والتصدعات الموجودة في الصخور بحيث لم يبق منه إلا الجزء القليل على السطح، غير أن معدل السرعة الحالية لإزالة أو تطاير الغازات المتشربة مع مكونات باطن الأرض كافية لوجود المياه على سطح الأرض بهذا الحجم البالغ بحدود 1.4 مليار كم³ ولاسيما إن فترة إزالة تلك الغازات مستمرة منذ نشأة الأرض والتي تقدر بحدود 4.5-4.6 مليار سنة ماضية.

لقد تباينت كمية المياه المندفعة من باطن الأرض خلال الأزمنة الجيولوجية الأربعة للأرض إذ يعد منتصف الزمن الجيولوجي الثالث أكثر الفترات التي تطايرت فيها الأبخرة والغازات من باطن الأرض بسبب حدوث أعظم الحركات الأرضية الالتوائية والانكسارية وفيها حدثت أعظم ثوران للبراكين^[9]. وعلى وفق نظرية إزالة الغازات المتشربة فإن حجم المياه في الكرة الأرضية غير ثابت مع الزمن وإنما يتجه نحو الزيادة، واستناداً إلى الحجم الحالي للمياه فإن حجم الزيادة السنوية للمياه يقدر بحدود 0.3 مليون كم³. وهناك أدلة حالية تثبت صحة تلك النظرية وهي انبثاق الماء من ينابيع الكبريت الحارة والحمام البركانية.

أما أسباب انعدام أو ندرة المياه في الكواكب الأخر فتتبع إلى صغر مساحتها مقارنة بمساحة الأرض مما يقلل من درجة الحرارة والضغط في باطنها وهذا يؤدي إلى بطء سرعة إزالة الغازات وتكوين المياه. وعليه فإن التاريخ

ماضية.

لقد تباينت كمية المياه المندفعة من باطن الأرض خلال الأزمنة الجيولوجية الأربعة للأرض إذ يعد منتصف الزمن الجيولوجي الثالث أكثر الفترات التي تطايرت فيها الأبخرة والغازات من باطن الأرض بسبب حدوث أعظم الحركات الأرضية الالتوائية والانكسارية وفيها حدثت أعظم ثوران للبراكين^[9]. وعلى وفق نظرية إزالة الغازات المتشربة فإن حجم المياه في الكرة الأرضية غير ثابت مع الزمن وإنما يتجه نحو الزيادة، واستناداً إلى الحجم الحالي للمياه فإن حجم الزيادة السنوية للمياه يقدر بحدود 0.3 مليون كم³. وهناك أدلة حالية تثبت صحة تلك النظرية وهي انبثاق الماء من ينابيع الكبريت الحارة والحمم البركانية.

أما أسباب انعدام أو ندرة المياه في الكواكب الأخرى فترجع إلى صغر مساحتها مقارنة بمساحة الأرض مما يقلل من درجة الحرارة والضغط في باطنها وهذا يؤدي إلى ببطء سرعة إزالة الغازات وتكوين المياه. وعليه فإن التاريخ

الجيولوجي هو السبب في انعدام أو ندرة وجود المياه على سطح الكواكب الأخرى، وإن اكتشاف البراكين ووجود الثلج على أقطاب المريخ دليل آخر على صحة هذه النظرية.