مفهوم الموارد المائية: *Define of water Resources*

تقدر المساحة الإجمالية للكرة الأرضية بحدود 510 مليون كم^2، تشغل اليابسة مساحة تقدر بحدود 148 مليون كم^2 لتمثل حوالي 29% من المساحة الإجمالية للكرة الأرضية في حين تتسع مساحة المسطحات المائية إلى حوالي 362 مليون كم^2 لتمثل حوالي 71% من المساحة الإجمالية للكرة الأرضية. لذلك لابد أن يكون لهذه المساحة الواسعة للمياه على سطح الأرض من تأثيرات كبيرة على المجال الحيوي للكرة الأرضية (الغلاف الصخري والغلاف الجوي والغلاف الحيوي) مما يتطلب من علم الجغرافيا أن يعطي اهتماماً كبيراً لدراسة المياه (الغلاف المائي).

إن الموارد المائية (*Water Resources*) أو الهيدرولوجية (*Hydrology*) تدخل ضمن فروع الجغرافيا الطبيعية ويقصد بها العلم الذي يعنى بدراسة المياه في الكرة الأرضية وأنواعها وخصائصها وتوزيعها الجغرافي والتأثير المتبادل بين المياه ومكونات البيئة للمجال الحيوي في الكرة الأرضية.

يتكون مصطلح *Hydrology* من مقطعين الأول هو *Hydro* وأصله من الكلمة اليونانية *Hudor* ومعناها المياه والمقطع الثاني هو *Logy* وأصله من الكلمة اليونانية *Logia* ومعناها علم أو دراسة. إن الهيدرولوجية المعاصرة لا تشتمل بالضرورة على دراسة جميع الخصائص المتعلقة بالمياه وانما تهتم بشكل رئيس بدراسة المكونات الرئيسة للدورة الهيدرولوجية (*Hydrological Cycle*) ذات الارتباط المباشر بالأرض والعمل على استكشاف (*Explore*) التباينات المكانية للمياه وبيان العوامل المؤثرة فيها. ولا يقتصر دور الهيدرولوجية على الاستثمار الأمثل للمياه وتجهيز المياه لسد الاحتياجات المائية للاستخدامات البشرية المختلفة فحسب بل تمتد إلى المساهمة في الحد من الآثار السلبية

٢٦٥/٢٤

للتباينات المائية، وما يمكن أن تسببه من أخطار طبيعية (*Natural Hazards*) كالفيضانات المدمرة، والجفاف (*Drought*).

إن الهيدرولوجية تدرس من علوم عدة؛ الهندسية؛ والجيولوجية؛ والزراعية؛ وعلوم التربة؛ فضلاً عن الجغرافية؛ غير أن أكثر العلوم تخصصاً بالهيدرولوجية هي الهندسة والجيولوجيا والجغرافيا وهناك مساحات واسعة من التداخل بينها في هذا المجال ويصعب الفصل بين الهيدرولوجية الهندسية والجيولوجيا غير أنهما يميلان أكثر إلى الجانب التطبيقي (*Application*) والحسابات الرقمية (*Numerate*)، في حين تميل الهيدرولوجية في الدراسة الجغرافية إلى الجانب الوصفي (*Descriptive*) من خلال توضيح الدور الذي تؤديه أشكال الأرض (*Land Forms*) في تحديد أشكال المسطحات المائية وتباينها المكاني وتوضيح أصل العمليات التي قادت إلى حركة المياه حول الأرض في الدورة الهيدرولوجية والسعي لفهم الاتصال المكاني بين تلك العمليات[1].

أهمية الموارد المائية: *Importance of Water Resources*

إن الخصائص المميزة التي تتمتع بها المياه جعلتها من أهم الموارد الطبيعية على سطح الأرض. إذ تشتمل المياه المتواجدة ضمن مدى المناخ الأرضي على حالات المادة الثلاثة (الصلبة والسائلة والغازية)، مما جعل المياه العامل المسيطر في ديمومة ملائمة المناخ الأرضي للعيش من خلال امتصاص الطاقة وتحويلها بين الحالات الثلاثة ونقلها حول العالم (إعادة توزيعها)، إذ تنقل الطاقة من المناطق الاستوائية إلى الأقطاب. كما أن اللزوجة (*Viscosity*) المنخفضة للمياه جعلت منها وسيلة معتمدة للنقل والملاحة المائية (*Navigation*) سواء عبر المحيطات أو داخل القنوات والأنهار، وإن هذه

٢٦٥/٢٥

الخصائص الفيزيائية للمياه هي أساس بقاء الإنسان على كوكب الأرض. أما خصائص المياه الكيميائية فهي مهمة أيضاً إذ تعد المياه من أفضل المذيبات الطبيعية (*Solvent Naturally*) المتواجدة على الأرض مما جعل المياه المادة الرئيسة المستخدمة في الغسل والنظافة والتخلص من التلوث، كما أن خصائص الذوبان للمياه تعد من العوامل الأساس في عملية امتصاص (*Uptake*) المغذيات من التربة إلى النبات وعملية انتقال المغذيات إلى داخل أنسجة النبات، كما أن قدرة المياه على إذابة الغازات سمحت للأحياء النباتية والحيوانية في العيش داخل الكتل المائية كالأنهار والبحيرات والمحيطات. أن أهمية المياه في حياة الكائنات الحية (*Organisms*) جعلتها مسئولة بشكل رئيس على التوزيع المكاني للأنظمة البيئية المختلفة (*Earth's Varied Ecosystems*) من حيوانات ونباتات وبكتريا، إذ تختلف الكائنات الحية في طبيعة علاقاتها بالمياه فعلى سبيل المثال بعض البذور (*Seeds*) في المناخ الجاف (*Arid Climate*) تبقى في سبات (*Dormant*) لسنوات عديدة وهي تنتظر تساقط الأمطار لتعيد نشاطها في النمو والازدهار، وعلى النقيض من ذلك فإن أشجار البلوط (*Oak*) في المناخ المعتدل (*Temperate Climate*) تعمل على تزويد الغلاف الجوي بالمياه بمقدار 15.14 م^3/سنة من خلال عملية النتح[2].

لقد تجاوزت أهمية المياه للكائنات الحية حدود المساهمة في خلق العديد من البيئات الملائمة لحياة الأجناس المتباينة كافة من الكائنات الحية، إذ دخلت المياه في تكوين الأجساد والخلايا الحية وتتباين نسبة المياه ما بين 65- 95% من الحجم الإجمالي لأجساد الكائنات الحية[3].

تدخل المياه في الاستخدامات البشرية كافة كالشرب والأغراض المنزلية والري الزراعي وإرواء الحيوانات وفي المشاريع الصناعية والسياحية. إذ يقدر المعدل العالمي للاحتياجات المائية (*Water Requirements*) للفرد الواحد

٢٦٥/٢٦

بحدود 100 متر مكعب في السنة (جدول 1). وتتباين الاحتياجات المائية الزراعية بسبب تباين الظروف المناخية ونوع المحصول وخصائص التربة، إذ يتباين معدل الاحتياجات المائية اللازمة لري هكتار واحد من الأراضي الزراعية بين 1500- 4500 متر مكعب في السنة الواحدة. ويتباين المعدل السنوي للاحتياجات المائية للحيوانات بين 10- 500 متر مكعب في السنة الواحد.

ولابد من التأكيد في هذا الصدد أن أغلب المشاريع السكنية والزراعية تعتمد الخزانات والبحيرات (*Reservoirs and Ponds*) لتلبية الاحتياجات المائية، ويتباين مقدار المياه المفقودة من تلك الخزانات بفعل النضح (*Seepage*) والتبخر بين 40- 70% من حجم المياه المخزونة[4] بسبب تباين نوع التربة والظروف المناخية ومواسم السنة مما يزيد من حجم الاحتياجات المائية للاستخدامات المختلفة بمقدار فواقد التبخر والنضح من المياه المخزونة والتي يقدر معدلها العام بحدود 50% من الحجم الإجمالي للمياه في الخزانات. ولتقدير الحجم الإجمالي للاحتياجات المائية ينبغي احتساب حجم المياه المفقودة من الخزانات المائية التي تجهز المياه للاستخدامات المختلفة.

مثال:

نفترض أن منطقة سكنية تضم 50 ألف شخص، احسب الحجم الإجمالي للاحتياجات المائية السنوية إذا علمت أن المعدل السنوي للاحتياجات المائية للشخص الواحد يقدر بحدود 100 م^3/سنة وأن معدل فواقد المياه من الخزانات يمثل بحدود 50% من حجم المياه المخزونة؟

الحل:

حجم الاحتياجات المائية للسكان = معدل استهلال الفرد الواحد × عدد السكان.

= 100 م^3 × 50,000 = 5 مليون م^3

٢٦٥/٢٧

جدول 1 الاحتياجات المائية للاستخدامات المختلفة.

نوع الاستخدام	حجم الاحتياجات السنوية
المنزلية والشرب	100 م^3/شخص
الري الزراعي	1500 -4500 م^3/هكتار
الماشية	300- 500 م^3
الغنم والماعز	20 م^3
الدواجن	10 م^3

المصدر:

Das, G. 2002. Hydrology and Soil Conservation Engineering, Second Printing, Prentice- Hall of India Private Limited, New Delhi, 489 p.

الحجم الإجمالي للاحتياجات المائية للسكان = نسبة فواقد المياه (50%)
× احتياجات السكان

$= \frac{100}{50} \times$ 5,000,000 م^3 = 2 × 5,000,000 م^3

= 10 مليون م^3.

إن خصائص المياه وأهميتها البالغة في حياة الإنسان جعلتها تؤدي دور كبير في العديد من الأديان السماوية مما يجعل للمياه دوراً في التأثير على السلوك البشري. إذ تعطي العديد من الأديان للمياه دوراً مهماً في النصوص والطقوس الدينية، فالمسلمون يعتقدون أن المياه من أفضل المطهرات التي يجب الاغتسال بها قبل أداء أغلب طقوس العبادة، كما يعتقد النصارى أن المياه من أقوى المطهرات والعطاءات الإلهية وأن المياه حية في الأنهار.

أشكال المياه وحالاتها وتوزيعها الجغرافي:
Water Forms and Cases and Its Distribution

تتباين المياه في الكرة الأرضية في شكل تواجدها وطبيعة حالتها ونوعيتها ومساحتها وتوزيعها الجغرافي على سطح الأرض، وفيما يأتي بيان لتلك الخصائص:

1- أشكال المياه: *Water Forms*

إن المياه المتواجدة ضمن المجال الحيوي للأرض تتخذ ثمانية أشكال رئيسة وهي المحيطات والجليد والمياه الجوفية والبحيرات وماء التربة وبخار الماء والأنهار فضلاً عن المياه التي تحويها أجساد الكائنات الحية، وتقدر الكمية الإجمالية لحجم المياه في الكرة الأرضية بحدود 1.4 مليار كم^3 (جدول 2) لتشكل الغلاف المائي (*Hydrosphere*) للكرة الأرضية وهو واحد من الأغلفة الأربعة للبيئة الطبيعية. تسيطر مياه البحار والمحيطات على أشكال المياه الأخرى جميعها، إذ تبلغ كميتها بحدود 1.35 مليار كم^3 لتمثل 96.56% من الكمية الإجمالية لمياه الكرة الأرضية، في حين يمثل حجم المياه في الكائنات الحية أدنى أشكال المياه وبمقدار 0.001 مليون كم^3 ليمثل 0.00007 % من

٢٦٥/٢٩

جدول 2 أشكال المياه وكميتها المخمنة ومساحاتها على الكرة الأرضية.

أشكال المياه	كمية المياه (مليون كم^3)	المساحة (مليون كم^2)	النسبة من المياه	النسبة من المساحة
البحار والمحيطات	1349.9	362	96.56	70.98
الجليد والثلوج	24.36	16.3	1.74	3.2
المياه الجوفية	23.40	134.8	1.67	26.43
البحيرات	0.231	4.7	0.017	0.92
ماء التربة	0.017	82	0.0012	16.08
بخار الماء	0.013	510	0.0009	100
الأنهار	0.002	5.56	0.0001	1.09
الكائنات الحية	0.001	510	0.00007	100
المجموع	1397.924	510	100	100

المصادر:

[1] Suresh, R. 2005. Watershed hydrology (principles of hydrology), second Edition, Delhi, 692 P.

[2] 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.

٢٦٥/٣٠

الكمية الإجمالية للمياه في الكرة الأرضية. على الرغم من تعدد أشكال المياه في الكرة الأرضية غير أن أكثر أشكال المياه أهمية كموارد طبيعية ثلاثة؛ وهي المياه السطحية (البحيرات والأنهار) والمياه الجوفية والمحيطات وذلك بسبب كثرة استخدامها وارتباط حياة الإنسان بها وكذلك لسعة انتشارها واحتوائها على العديد من الموارد الطبيعية فضلاً عن آثارها البيئية الواسعة، لذلك غالباً ما تشتمل الدراسات الهيدرولوجية على تلك الموارد المائية الثلاثة فقط.

2- مساحة المياه: *Area of Water*

تتباين أشكال المياه المختلفة في المساحة التي تشغلها ضمن المجال الحيوي للكرة الأرضية بشكل لا يتناسب مع حجم المياه ولا يتعارض مع امتداد المساحة لكل شكل من أشكال المياه. فعلى الرغم من ضآلة حجم المياه المتمثلة في بخار الماء والكائنات الحية إلا أنهما يتواجدان تقريباً في جميع المساحة التي تشغلها الكرة الأرضية والبالغة 510 مليون كم^2 إذ يمثل كل منهما 100% من المساحة الإجمالية للكرة الأرضية (جدول 2)، بسبب إحاطة الغلاف الجوي بالكرة الأرضية إحاطة شاملة، أما الكائنات الحية فهي تتواجد في جميع أجزاء الغلاف الصخري والغلاف المائي.

في حين تضيق المساحة التي تشغلها مياه البحار والمحيطات إلى حوالي 362 مليون كم^2 لتمثل حوالي 71% من المساحة الإجمالية للكرة الأرضية على الرغم من ضخامة حجم المياه في البحار والمحيطات، ويرجع السبب في ذلك إلى اتصال المياه البحرية فيما بينها لتشكل كتلة مائية واحدة وانتفاء تناثر أجزائها كما في بخار الماء والكائنات الحية، إن مياه البحار والمحيطات وعلى الرغم من التضييق النسبي لامتداد مساحتها مقارنة ببخار الماء والكائنات الحية إلا أنها تعد أكبر مظهر جيومورفولوجي في الطبيعة. وتمثل المياه في الأنهار أدنى

٣٦٥/٣١

أشكال المياه في امتداد المساحة وبمقدار 5.56 مليون كم^2 ليمثل 1.09% من المساحة الإجمالية للكرة الأرضية.

3- حالات المياه: *Water States*

تتمثل مياه الكرة الأرضية في ثلاث حالات فيزيائية وهي كل من الحالة الصلبة (*Solid*) التي تمثلها الكتل الجليدية في العروض العليا والثلوج في القمم الجبلية المرتفعة، كما تتمثل المياه في الحالة السائلة (*Liquid*) والتي يمتثل معظمها في مياه المحيطات والبحيرات والأنهار والمياه الجوفية ورطوبة التربة، وكذلك تتمثل المياه في الحالة الغازية (*Gas*) والتي يمثلها بخار الماء في الغلاف الجوي القريب من سطح الأرض. إن الحالة السائلة للمياه تسيطر على حالات المياه الأخرى، إذ يقدر حجم المياه في الحالة السائلة بحدود 1.37 مليار كم^3 لتمثل بحدود 98.26% من الكمية الإجمالية لمياه الكرة الأرضية (جدول 3)، وينخفض حجم المياه في الحالة الصلبة إلى حوالي 24.36 مليون كم^3 ليمثل 1.74% من الكمية الإجمالية لمياه الكرة الأرضية، في حين يمثل حجم المياه في الحالة الغازية أدنى حالات المياه وبمقدار 0.013 مليون كم^3 ليمثل حوالي 0.0009% من الكمية الإجمالية لمياه الكرة الأرضية. إن المياه السائلة تتجمد (*Freezing*) وتتحول إلى الحالة الصلبة لتشكل الجليد والثلوج عندما تنخفض درجة حرارة المياه إلى ما دون درجة الصفر المئوي فإن ارتفعت درجات الحرارة فوق درجة الصفر المئوي تبدأ الكتل الجليدية بالتكسر والذوبان (*Malting*)، وعندما ترتفع درجات الحرارة إلى 100 درجة مئوية تبدأ عملية الغليان (*Boiling*) لتتحول المياه إلى الحالة الغازية بفعل نشاط عمليات التبخر (*Evaporation*)، ولذلك فإن المياه يمكنها أن تحافظ على حالتها السائلة

٢٦٥/٣٢

جدول 3 حالات المياه في الكرة الأرضية.

حالات المياه		كمية المياه (مليون كم^3)	النسبة من الكمية الإجمالية للمياه
السائلة	البحار والمحيطات	1349.9	96.56
	المياه الجوفية	23.40	1.67
	البحيرات	0.231	0.017
	ماء التربة	0.017	0.0012
	الأنهار	0.002	0.0001
	الكائنات الحية	0.001	0.00007
	المجموع	1373.551	98.256
الصلبة	الجليد والثلوج	24.36	1.74
الغازية	بخار الماء	0.013	0.0009
المجموع		1397.924	100

المصدر:

(جدول 2).

٣٦٥/٣٣

عندما تتباين درجة حرارتها بين أكثر من 0 درجة مئوية إلى أقل من 100 درجة مئوية.

إن عملية تحول الماء من الحالة الصلبة (الثلج) في درجة حرارة الصفر المئوي إلى الحالة السائلة من خلال عمليات التدفئة (*Warming*) والذوبان تتطلب كمية من الحرارة مقدارها 80 سعرة/غم، وبما أن عملية التجمد عكس عملية الذوبان لذلك فإن عملية تحول الماء من الحالة السائلة في درجة حرارة الصفر المئوي إلى الحالة الصلبة من خلال عملية التبريد (*Cooling*) تطلق كمية من الحرارة مقدارها 80 سعرة/غم (شكل 1). كما أن عملية تحول الماء من الحالة السائلة في درجة حرارة 100 مئوية إلى الحالة الغازية من خلال عمليات التدفئة (*Warming*) والتبخر تتطلب كمية من الحرارة مقدارها 540 سعرة/غم، وبما أن عملية التكاثف (*Condensing*) عكس عملية التبخر لذلك فإن عملية تحول الماء من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة من خلال عملية التبريد (*Cooling*) تطلق كمية من الحرارة مقدارها 540 سعرة/غم.

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 كم^3 ليمثل 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.

٢٦٥/٣٤