محاضـرات

مـادة

جغرافية المـوارد الطـبيعية

للمدرس المساعد

محمد قحطان نعمة الغالبـي

الفصل الأول

الخصائص العامة للموارد الطبيعية

مفهوم الموارد الطبيعية: Concept of Natural Resources

هناك ثلاثة أنواع من الموارد (*Resources*) هي الموارد الطبيعية (هبات الطبيعة) والموارد البشرية (طاقة الإنسان) والموارد الحضارية (مهارات السكان والتطور التكنولوجي). إن الموارد الطبيعية (*Natural Resources*) تشكل أساس الثروة التي يعتمد عليها رفاه السكان ومستواهم ألمعاشي وقوة الدولة ووزنها السياسي. وقد اهتم الإنسان منذ القدم بموارد الثروة الطبيعية المحلية كالتربة والمياه والنبات إلا انه لم يفكر جدياً بضرورة الحفاظ عليها من خلال استثمارها بشكل اقتصادي إلا في الفترة الأخيرة من القرن العشرين.

إن الموارد الطبيعية يمكن تعريفها على أنها كل مادة موجود بصورة طبيعية في الكون وذات قابلية على الاستغلال يمكن أن يعتمد عليها الإنسان في حياته وانجازاته سواء على المستوى الاقتصادي أو الرفاه الاجتماعي. لذلك فان مفهوم الموارد الطبيعية لا يشتمل الهبات الطبيعية جميعها ألا اذا تمكن الأنسان من استثمارها، فعلى سبيل المثال تحوي مياه البحار والمحيطات على العديد من المعادن الذائبة ومن ضمنها الذهب وان كان بنسبة ضئيلة جداً تقدر بحدود 0.0001 % من مجموع المواد الذائبة في المياه البحرية ألا أن ضخامة حجم المياه في البحار والمحيطات وبمقدار 1.4 مليار كم^3 يجعل حجم الذهب المذاب في المياه البحرية ضخم جداً يقدر بألاف الاطنان، غير أن في الوقت الراهن يصعب تجميعه واستثماره من قبل الأنسان ولذلك لا يمكن عد الذهب المذاب في مياه البحار والمحيطات من ضمن الموارد الطبيعية. كما أن بعض المواد الطبيعية غير قابلة للاستثمار البشري في الوقت الراهن كبعض الحيوانات البرية الضارة وبعض الأحياء البحرية وبعض الأحياء المجهرية الموجودة في التربة فضلاً عن المعادن المتواجدة في أعماق بعيدة داخل الغلاف الصخري. ولذلك فان مفهوم الموارد الطبيعية في تبدل وتوسع مستمر بسبب زيادة إمكانيات الإنسان لاستثمارها

نتيجة توسع المعارف والتطور التكنولوجي. إذ تعتمد عملية استغلال الموارد الطبيعة المتاحة على ثلاثة أمور أساسية هي الخصائص الطبيعية لذات الموارد والمستوى الاقتصادي للإنسان والتطور التكنولوجي، لذلك تنشأ الموارد الطبيعية وتتطور نتيجة تفاعل ثلاثة عناصر وهي الطبيعة والإنسان والحضارة.

مما ينبغي الاشارة اليه في هذا الصدد إن التطور التكنلوجي والحضاري الذي يشهده العالم المعاصر قد مكن الإنسان من إشتقاق بعض المواد من مصاد طبيعية ومن ثم طورها وحولها الى موارد نافعة يعتمد عليها في حياته، كالطاقة الحيوية (Biogas) والطاقة الحرارية (Thermal electricity)، إن هذه الموارد المطورة وأن كانت من اصول طبيعية إلا نها تسمى حالياً بالموارد الصناعية (Artificial resources).

تصنيف الموارد الطبيعية: Classification of natural resources

يمكن تصنيف الموارد الطبيعية إلى عدة أقسام استناداً إلى المعيار الذي يتخذ أساساً للتصنيف، ومن ابرز تلك التصانيف ما يأتي:

1- التصنيف التركيبي: Structural Classification

تصنف الموارد الطبيعية على أساس التركيب أو الأصل إلى قسمين هما:

أ- موارد طبيعية ذات أصل عضوي (Organic) وتنشأ بفعل الغلاف الحيوي (Biosphere) مثل بعض الموارد المعدنية كالنفط والفحم الحجري والنبات الطبيعي والحيوانات والأسماك.

ب- موارد طبيعية ذات أصل غير عضوي وتنشأ بفعل الغلاف الصخري (Lithosphere) مثل الخامات المعدنية المختلفة (باستثناء النفط والفحم الحجري) والأملاح والترب. كما تنشأ من الغلاف الغازي (Atmosphere) كالطاقة

الشمسية والرياح. وكذلك تنشأ من الغلاف المائي (Hydrosphere) كطاقة الأمواج والمد والجزر.

2- التصنيف المكاني: Spatial Classification

تصنف الموارد الطبيعية على أساس التباين المكاني أو كثافة التواجد إلى ثلاثة أنواع هي:

أ- موارد طبيعية موجودة في كل مكان من الكرة الأرضية دون استثناء مثل الهواء في الغلاف الجوي والإشعاع الشمسي.

ب- موارد طبيعية شائعة الانتشار في الكرة الأرضية(Diffuse resources) مثل الغلاف المائي والغلاف الصخري والغابات.

ج- موارد طبيعية موجودة في أماكن محدودة على سطح الأرض(Point resourcesse) مثل الموارد المعدنية (Minerals).

3- التصنيف الإنتاجي: Productive Classification

على الرغم من أهمية التصنيفان السابقان إلا أن الدراسات الجغرافية تعطي أهمية اكبر لهذا التصنيف، وذلك لكون علم الجغرافية يهتم بشكل أساس في تحديد طبيعة العلاقة بين الموارد الطبيعية والنشاط البشري، وان هذا التصنيف يعطي تصوراً كافياً على المدة الزمنية التي يمكن من خلالها استثمار الموارد الطبيعية المتاحة مما يساعد الإنسان على كيفية التعامل مع الموارد الطبيعية لغرض استغلالها بأمثل صورة وإدامة وجودها أطول فترة ممكنه. كما اعطت الدراسات الحديثة اهتماماً كبيرة لهذا النوع من التصنيف، وذلك بسبب مساهمة انوع المورد الطبيعية في نشوء الصراعات السياسية والحروب الدولية وإدامة مدتها الزمنية، إذ إن اغلب تلك النزاعات يرجع سببها الرئيس الى ندرة الموارد المتجددة (Lujala,

6 :2003). تقسم الموارد الطبيعية على وفق مدة وجودها وإنتاجها إلى ثلاثة أقسام هي ما يأتي:

أ- الموارد الطبيعية الدائمة (Perpetual) وهي المواد التي لا تنضب مهما كان حجم الاستهلاك البشري، وذلك لضآلة حجم الاستهلاك البشري مقارنة بالقدرة العالية لتلك المواد على التجدد والتولد المستمر وبصورة طبيعية. ومن أمثلة هذه المواد الطاقة الشمسية والرياح والأمواج وطاقة الحرارة الأرضية.

ب- الموارد الطبيعية المتجددة (Renewable) وهي المواد التي لها قدرة محددة على التجدد المستمر عند الاستهلاك، ومن أمثلتها المياه الجوفية والترب والنباتات والحيوانات. ولذلك فان المواد المتجددة يمكن أن تنضب في حالة الاستهلال البشري المفرط أو المهمل، وعلى سبيل المثال إن العمليات المستمرة لقطع أشجار الغابات ستؤدي إلى انهيار الغابات إن لم يرافقها عمليات زراع النباتات والأشجار والتي يمكن أن تكون في المستقبل المعوض عن الأشجار المقطوعة.

ج- الموارد الطبيعية غير المتجددة (Nonrenewable) وهي المواد التي تتواجد بكميات محدودة أو تتولد طبيعياً بشكل بطيء، ولذلك فهي تجهز الاحتياجات البشرية بشكل محدود. ومن أمثلة المواد غير المتجددة الوقود المستخرج (الفحم والبترول الخام والغاز الطبيعي) والوقود النووي (اليورانيوم والثوريوم) وكافة المعادن المختلفة التي لا تستخدم وقود سواء كانت فلزية أو لا فلزية (الحديد والنحاس والألمنيوم والزنك والرصاص). أن هذه المواد تتعرض للتناقص بمقدار الاستهلاك البشري، ولذلك فهي قابلة للنضوب حتى في ضل الاستهلال البشري المدروس والمقنن وذلك بسبب محدودية كمياتها وقدرتها البطيئة على التجدد والتولد. وعلى الرغم من إمكانية إعادة استخدام العديد من المعادن غير أن عمليات التنقيب عن المعادن تكون أسرع من عمليات إعادة تصنيعها في الوقت الحاضر.

أهمية الموارد الطبيعية: Importance of natural resources

1- من خلال الموارد الطبيعية يستطيع الإنسان العيش والنمو والتكاثر ومنها يستطيع تلبية كافة متطلبات المعيشة.

2- إن الموارد الطبيعية من المقومات الأساسية لتنمية وتطور الموارد البشرية والحضارية لكونها تحفز الإنسان وتدفعه لاستثمار الموارد الطبيعية والانتفاع بها.

3- تتوقف إن الخطط التنموية الشاملة للدولة (كالزراعه والصناعه وأنشاء المستوطنات السكانية) تتوقف بشكل أساس على طبيعة وحجم الموارد الطبيعية المتاحة.

4- يعتمد معدل دخل الفرد ومستواه ألمعاشي في الدولة إلى حد كبير على طبيعة وحجم الموارد الطبيعية المتواجدة فيها.

5- تعد الموارد الطبيعية من المقومات الأساسية عند إحتساب قوة الدولة وميزانها الاقتصادي والسياسي ومدى تأثيرها في العالم الخارجي والاقليم الذي تقع ضمنه.

صيانة الموارد الطبيعية: Conservation of Natural Resources

إن استمرار الحياة بجوانبها المختلفة على كوكب الأرض لم يتوقف على توفر الجاذبية الأرضية والأوكسجين والمياه فحسب، وإنما يتوقف على توفر الموارد الطبيعية جميعها أيضاً. وقد شهد العالم خلال القرنين الماضيين تطوراً هائلاً في اعداد السكان ووالنمو الاقتصادي المتمثل بزيادة استغلال الموارد الطبيعة وعلى الرغم من براعة العقل البشري وقدرته على اكتشاف المزيد من احتياطي الموارد الطبيعة والبحث عن موارد بديلة وتقنين استغلال الموارد وتكرارها، الا أن المعادلة الواقعية تكشف وبسهولة تفوق النمو السكاني واستغلال الموارد على القابلية الطبيعية لنمو هذه الموارد وتجددها، واول من اشار الى هذه النتيجة هو عالم الاقتصاد الانكليزي توماس مالتوس(Thomas Malthus) في سنة 1798، وقد

عبر عن ذلك بان السكان تزداد بمعادلة هندسية (Geometrically) في حين يزداد الانتاج الزراعي بمعادلة حسابية (Arithmetically) مما يضعف قدرة السكان على انتاج الغذاء وهذا ما عرف بمعضلة مالثوس (Krautkraemer, 2005: 6-7). لذلك فقد يصل العالم إلى النهاية عند الإسراف في استغلال الموارد الطبيعية المتاحة. وقد أدرك العالم في العقود الاخيرة من القرن العشرين إن الموارد الطبيعية قابلة للنضوب بما فيها الموارد المتجددة مما يتطلب التفكير الجدي بضرورة إدامة تلك الموارد وتنميتها وهذا ما يطلق عليه اصطلاحاً بعملية الصيانة.

يقصد بصيانة الموارد الطبيعية مجموعة من الأنشطة لإدارة للموارد الطبيعية بإمثل صورة لتحقيق الحد لأقصى لمستويات الإستفادة من هبات الطبيعة دون تعرضها للتدهور مما يسهم في تطوير الموارد الطبيعية واستمرار إنتاجها لتامين احتياجات السكان لأطول مدة من الزمن. ويتحقق ذلك من خلال منع الاستثمار المفرط الذي يعمل على إجهاد الموارد واستنزافها، ومنع عمليات الاستغلال النوعي لبعض الموارد الذي يعمل على هدر وتبديد العديد من الموارد التي يمكن استغلالها في أوقات أخرى، والعمل على الحد من آثار التلوث البيئي المرافقة لعمليات استغلال الموارد الطبيعية.

إن فكرة صيانة الموارد الطبيعية لا تعني خزن الموارد والاحتفاظ بها في أماكن تواجدها ما دام بالإمكان استغلالها بشكل اقتصادي يلبي احتياجات السكان. وفي المناطق التي تشهد أنشطة بشرية تؤثر سلبياً في البيئة الطبيعة وتستنزف مواردها لاسيما الموارد الحيوانية والنباتية، فأن مفهوم صيانة الموارد قد يشتمل المحميات الطبيعية (Natural Protected) التي تعرف على أنها مناطق طبيعية ذات مساحات محددة تتمتع بالحماية القانونية والشرعية من اجل المحافظة على التنوع الحيوي (الحيواني والنباتي) من الاستغلال البشري وتغير الظروف الطبيعية.

أسباب صيانة الموارد الطبيعية:

كان الانسان يستثمر الموارد الطبيعية دون ان يلتفت الى احتمالية نفاد ونضوب تلك الموارد أو على الاقل التفكير باحتمالية تدهورها مما ولد اجهاداً كبيراً على الموارد الطبيعية وما رافق استغلال الموارد من اثار سلبية على البيئة ولانسان. إن نضوب الموارد الطبيعية وإجهادها قد فرض فكرة صيانتها وبفعل التباين في تاريخ استثمار الموارد الطبيعية فقد تباينت بدايات ظهور فكرة الصيانة، إذ إن أول الموارد التي نالت أهتمام المعنيين بصاينتها هي الأراضي الزراعية كونها أول الموارد الطبيعية المستثمرة من الأنسان في حين تأخر الاهتمام بصيانة الثروة السمكية في البحار وذلك بفعل ضخامتها وتأخر تاريخ إجهاده في حين لم تنال الأحياء البرية الرعاية والاهتمام الكافي حتى الأن وذلك لضخامة حجمها وتعدد أنواعها وإختلاف بيئاتها وانتفاء الكشف التام لتاثيراتها على الأنسان والبيئة. وعلى الرغم من كون الدلائل التأريخية تشير الى إن الفكرة الاولى لصيانة الأراضي الزراعية قد ظهرت في سنة 1989 (Kinght & Bates, 1995: 9-23)، إلا أن التفكير الجاد بصيانة الموارد الطبيعية هو تفكير مستحدث نسبياً ويرجع ذلك لأسباب عديدة أبرزها ما يأتي:

1 – ظهور العديد من المشكلات والأزمات الاقتصادية التي يشهدها العالم بين الحين والأخر بسبب الحروب والكوارث الطبيعية أو لظروف سياسية مما ينتج حالة من العجز والنقص في توفير الموارد الغذائية وهذا ما يتطلب التفكير الجدي بتامين هذه الموارد في فترات الرخاء والأزمات.

2– تزايد أعداد السكان بشكل هائل ومتسارع مما يستوجب التفكير في قابلية الأرض على استيعاب السكان ومدى إمكانية الموارد الطبيعية على تامين احتياجاتهم، حيث يبلغ عدد سكان الكرة الأرضية بحدود 7.35 مليار شخص وفقاً لتقديرات عام 2016، ويقدر المعدل السنوي للزيادة السكانية بحدود 74 مليون

شخص أي ما يقدر بحدود 202 ألف شخص في اليوم الواحد. وفي ظل النمو الحالي للسكان فان عدد سكان العالم سيبلغ بحدود 9.73 مليار شخص بحدود عام 2050 (UN, 2015: 1) مما يتطلب مزيد من الأرض للسكن والزراعة ومزيد من الموارد المائية والمعدنية والوقود والطاقة. وفي حالة ثبات المعدلات الحالية لإستهلاك الموارد الطبيعية ومعدلات نمو السكاني فمن المتوقع في عام 2050 أن يكون حجم الموارد الطبيعية المتاحة غير قادرة على تلبية متطلبات الاحتياجات السكانية.

3- إن التقدم التكنولوجي قد سهل من إمكانية الكشف عن الموارد الطبيعية واستثمارها بطرق متعددة مما يستدعي استخدام الطرق الاقتصادية للحفاظ على الموارد الطبيعية، كما أن النمو الاقتصادي وتطوره أدى إلى استخدام متزايد من الوقود والطاقة والموارد الطبيعية.

4- ارتفاع المستوى ألمعاشي والثقافي لسكان الدول الصناعية أدى إلى زيادة الاستهلاك والطلب على الموارد الطبيعية، فضلاً عن ذلك تعمل الكثير من الدول النامية على رفع المستوى الاقتصادي والمعاشي للسكان مما يزيد من الطلب على الموارد الطبيعية.

5- تفاقم مشكلة التلوث البيئي وما رافقها من تغير مناخي بسبب تنامي النشاطات الصناعية وكثافة استخدام المواد الكيميائية، مما يؤثر حجم الموارد الطبيعية المتاحة ونوعيتها، وهذا ما يهدد مستقبل النشاط الاقتصادي وحياه السكان بصورة عامة. فعلى سبيل المثال يتعرض 96% من حجم الثروة السمكية في البحيرات العظمى في الولايات المتحدة الأمريكية لتهديدات الاستنزاف والنضوب بفعل التلوث البيئي ولاسيما التلوث الزئبقي (HPTF, 2004: 5).

6- انعقاد العديد من المؤتمرات الدولية والإقليمية والمحلية من اجل ضرورة الحفاظ على الموارد الطبيعية وحمايتها من التلوث والاستنزاف. ومن ابرز المؤتمرات الدولية مؤتمر استوكهولم في السويد عام 1972 ومؤتمر ريودي جانير

في البرازيل عام 1992 ومؤتمر جوهانسبورغ في جنوب افريقيا عام 2002 وأخيراً مؤتمر ريودي جانيرو (ريو +20) عام 2012.

مصادر الفصل الأول: References

[1] Krautkraemer, J. A. (2005) Economics of Natural Resource Scarcity: The State of the Debate, Washington, p. 6-7.

[2] Knight, R. L. and Bates, S. F. (1995) A New Century For Natural Resources Mangemnt, Island Press, Washington, pp 9- 23.

[3] Health Professionals Task Force (HPTF) (2004) Great Lakes Fish Consumption Advisories, Discussion Paper prepared by the Health Professionals Task Force for the International Joint Commission, 23 P.

[4] Lujala, P. (2003) Classification of Natural Resources, Paper prepared for presentation at the 2003 ECPR Joint Session of Workshops, Edinburgh, UK 28.3 – 2.4., 21 p.

[5] United Nations (UN) (2015) World Population Prospects, Department of Economic and Social AffairsPopulation Division, New York

الفصل الثاني

التربة

أهمية التربة: Importance of Soil

تعد التربة من الموارد الطبيعية المهمة للإنسان كونها البيئة الحاضنة لجميع النباتات البرية ومصدر غذاءها، مما جعلها المقوم الأساس للنشاط الزراعي الذي يعد اهم الحرف التي يزاولها السكان، ولذلك فان التربة تؤثر بصورة غير مباشرة في التوزيع الجغرافي للسكان من خلال ارتباطهم في النشاط الزراعي ولاسيما أن التربة هي المادة الأولية المعتمدة في صناعة اغلب المواد الإنشائية التي تستخدم في المباني السكنية. كما تحتوي الترب على العديد من الموارد المعدنية، مما جعلها تكتسب أهمية في النشاط الصناعي. كذلك للتربة تأثير مباشر في الموارد المائية من خلال حجم التسرب الداخلي، فالترب ذات النسيج الخشن تكون مساماتها كبيرة مما يزيد من حجم المياه المتسربة في أعماق التربة ولذلك يزداد حجم تغذية المياه الجوفية في حين يقل حجم المياه السطحية وبخلاف ذلك في الترب الناعمة إذ يزداد حجم الجريان السطحي وتقل تغذية المياه الجوفية بفعل انخفاض حجم التسرب الداخلي. فضلاً عن ذلك فان التربة تسهم في التأثير على توزيع أنواع النبات الطبيعي وبعض الحيوانات.

مفهوم التربة: Concept of Soil

ليس هناك من تعريف قياسي للتربة ولكن بصورة عامة يمكن تعريف التربة بشكل مبسط على انها طبقة هشة تغطي سطح القشرة الأرضية بأعماق متباينة بين بضعة مليمترات الى العديد من الامتار وفقاً لظروف البيئة المحلية، تكونت بشكل أساس من الفتات الصخري الناتج من عمليات التجوية المختلفة للصخور، والمواد العضوية الناتجة من إفرازات ومخلفات الكائنات الحية فضلاً عن تواجد الماء والهواء بين جزيئات الفتات الصخري، ويتألف مقطع التربة الناضجة من

ثلاثة طبقات رئيسة تتباين في نسبة ما تحتويه من المواد المعدنية والعضوية والماء والهواء.

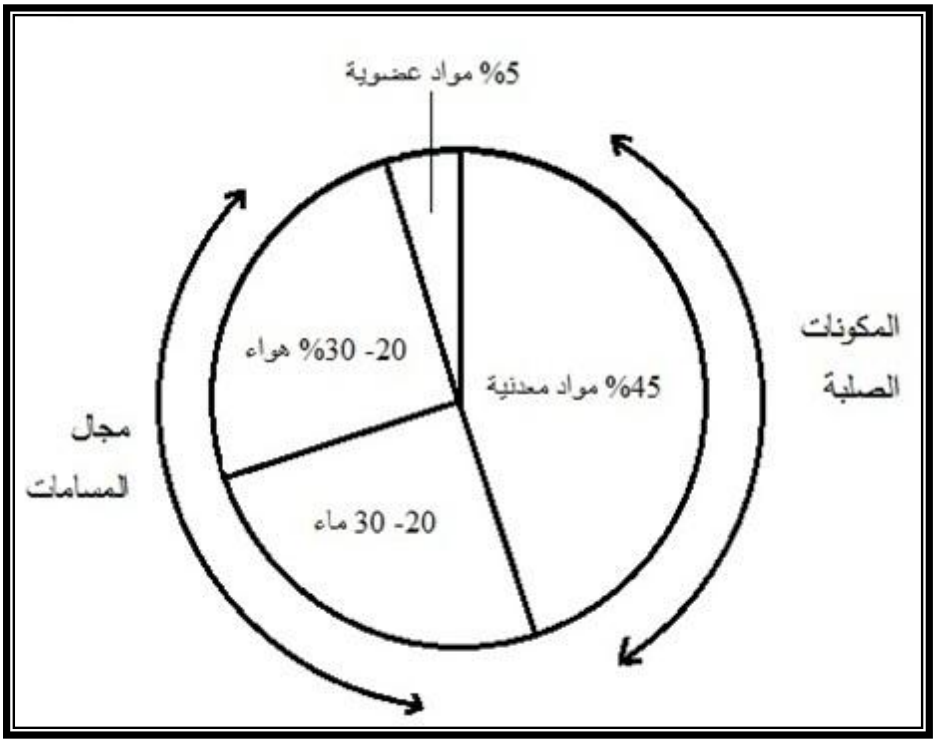
مما ينبغي التأكيد عليه في هذا الصدد إن التربة ليست متاحة في جميع أجزاء سطح الأرض، إذ ينتفي وجودها في قيعان المسطحات المائية ولاسيما في أعماق البحار والمحيطات وان ما يتواجد من فتات صخري ومواد عضوية في قيعان المسطحات المائية يسمى بالرواسب (*Sediments*) وليس تربة وذلك لخلو هذه الرواسب من الهواء، كما تخلو بعض الصحاري من الترب إذ يسمى الفتات الصخري الذي يغطي سطحها بالكثبان الرملية وليس تربة وذلك لكون هذا الفتات الصخري في الغالب يخلو من المواد العضوية والمياه، كذلك قد يكون السطح خالي من الترب في اغلب قمم الجبال الانكسارية وبعض السفوح ذات الانحدار الشديد وكذلك الحال في المناطق التي تتحرك عليها الثلاجات الجليدية.

مكونات التربة: Soil Constituents

من خلال تعريف التربة يتضح اشترك الأغلفة الأربعة في تشكيل التربة حيث يزود الغلاف الصخري التربة بالمواد المعدنية المتواجدة في الفتات الصخري بينما يزود الغلاف البيولوجي التربة بالمواد العضوية المتواجدة في الكائنات الحية (النباتية والحيوانية) كما يزود الغلاف الجوي التربة بالهواء ويزود الغلاف المائي التربة بالمياه. كما يمكن أن ننضر إلى مكونات التربة من زاوية حالة المواد حيث تتكون التربة من مواد صلبة (المواد المعدنية والعضوية) ومواد سائلة (الماء) ومواد غازية (الهواء) (شكل 1). وفيما يأتي بيان موجز لمكونات التربة:

1- المواد المعدنية (Mineral material): إن مصدر المواد المعدنية في التربة هو الغلاف الصخري. إذ أن الاجزاء المعدنية للتربة تشتق بشكل اساس من عمليات التجوية الفيزيائية والكيميائية (Weathering) للصخور الموجودة اسفل

شكل 1 مكونات التربة.



التربة والتي تسمى بالحجر الاساس أو الصخرة الام (Bedrock)، فضلاً عن ترسبات بعض المواد المعدنية المنقولة بفعل حركة الرياح او المياه. إن الصخور الام يمكن تصنيفها الى صخور نارية (Igneous) ورسوبية (Sedimentery) وصخور متحولة (Medamorphic). تشكل المواد المعدنية في الترب المثالية بحدود 45% من مكونات التربة المختلفة.

2- المواد العضوية (Organic matters): على الرغم من تعدد مصادر المواد العضوية في التربة الا ان المصدر الاساس لاشتقاق المواد العضوية في الترب

هو فضلات النباتات (Plant litter) من اوراق وجذور واغصان، كما تسهم الحيوانات في تزويد التربة بالمواد العضوية. ولذلك فإن مصدر المواد العضوية في التربة هو الغلاف العضوي، وتشكل المواد العضوية بحدود 5% من مكونات التربة ويتركز وجودها في الطبقة العليا وتنخفض في طبقات التربة السفلى. وفي هذا الصدد ينبغي التمييز بين مصطلحين هما المادة العضوية والدبال (Humus) فالمواد العضوية تشتمل جميع الاجزاء العضوية بمختلف مراحل تدهورها (Degradation)، أما الدبال فهو عبارة عن مركب معقد ينشأ من تحلل المواد العضوية بفعل الاحياء المجهرية، ولذلك فالدبال يتمثل فقط في المرحلة الاخيرة من مراحل التدهور البيولوجي للمواد العضوية.

3- ماء التربة (Soil water): يتواجد ماء التربة في المسامات الفاصلة بين دقائق مكونات التربة ويسمى أحياناً بمحلول التربة (*Soil solution*). هناك مصدران رئيسان للمياه في التربة هما التساقط الجوي (Precipitation) والمياه الجوفية (Grounwater)، يصل التساقط الجوي سطح التربة باشكال متعددة غير ان الامطار (Rain) والثلج (Snow) تعدان الاشكال الرئيسة للتساقط، وتدخل جزيئات مياه التساقط الجوي الى داخل التربة من خلال عمليات التسرب (Inflteration).

تسهم المياه الجوفية بتغذية التربة بالمياه من خلال تحركها الجانبي والعمودي. يحتوي ماء التربة على الأملاح المذابة الضرورية لنمو النباتات، ويعد الوسط الذي يتم من خلاله نقل المواد الغذائية من التربة إلى النباتات. إن ماء التربة يؤثر ويتأثر بالخصائص النوعية للتربة الحاملة له، ويشكل نسبة تتباين ما بين 20- 30% من مكونات التربة المثالية.

4- هواء التربة (Soil air): يتواجد هواء التربة في المسامات الغير ممتلئة بالمياه وإن مصدر الهواء في التربة هو الغلاف الجوي. يعد هواء التربة ضروري لجذور النباتات والكائنات الدقيقة التي تعيش في التربة وتعتمد عليه في عملية التنفس وكذلك فان ما يحتويه الهواء من غازات يلعب دوراً مهماً في عملية التجوية وتحلل المواد العضوية، ويشكل ماء التربة نسبة تتباين ما بين 20 -30% من مكونات التربة المثالية.

عوامل تكوين التربة: Factors of Soil Constituents

بالرغم من تعدد العوامل المؤثرة في تكوين التربة وتداخلها مع بعضها إلا إن هناك عوامل رئيسة تؤثر بشكل كبير في تكوين التربة وتحديد خصائصها النوعية، ومن أبرزها ما يأتي:

1- نوع الصخور: Type of the Rocks

تعد الصخور المادة الأولية لتكوين التربة فالفتات الصخري (Detritus) الذي يتكون بفعل عمليات التجوية للصخور الآم يشكل الجزء الأساسي لمكونات التربة وبمقدار 45%، كما تتحدد الخصائص النوعية للترب وفقاً للمعادن المكونة للصخور فإذا كانت الخصائص النوعية للتربة مشابهه للخصائص النوعية للصخور المستقرة فوقها تسمى بالترب المحلية أما إذا اختلفت فتسمى بالترب المنقولة إما بفعل المجاري المائية أو الرياح أو الثلاجات.

2- الظروف المناخية: Climatic Conditions

يعد المناخ من أنشط العوامل المؤثرة في تكوين التربة لكون تأثيره يستمر في جميع مراحل تكوين التربة. يؤثر المناخ بصورة مباشرة في تكوين التربة من خلال

عنصري الحرارة والتساقط، وبصورة غير مباشرة عن طريق تأثيره على الغطاء النباتي.

يؤثر المناخ في عمليات التجوية حيث تنشط التجوية الكيميائية في المناطق الرطبة الحارة، وتعمل الأمطار على نقل المواد المعدنية والعضوية من الطبقة السطحية للتربة إلى الطبقات السفلى. كما تعمل درجات الحرارة على زيادة عمليات التبخر– النتح من التربة مما يعمل على انتقال المياه والأملاح المذابة من الطبقات السفلى إلى سطح التربة مما يعمل على اختلاط وامتزاج مكونات التربة.

3– الطبوغرافية: Topography

تؤثر الطبوغرافية على تكوين التربة بصورة مباشرة من خلال عامل الانحدار حيث توجد علاقة طردية بين انحدار السطح وسرعة التيار المائي مما يؤثر على كمية المياه المتسربة ودرجة جفاف التربة وكثافة الغطاء النباتي والمواد العضوية.

كما تمتاز الترب في المناطق المنحدرة بضحالتها وقلة الأعماق بسبب نشاط عمليات التعرية المائية واستمرار إزالة الطبقة السطحية للتربة مما يعرقل تطور قطاع التربة ولذلك تبقى الترب في المناطق الشديدة الانحدار دائماً في مرحلة الشباب ولا تصل إلى مرحلة النضج مهما طال الزمن.

وللطبوغرافيا تأثير غير مباشر على عمليات تكوين التربة من خلال تأثير عامل الارتفاع على المناخ حيث يؤدي ارتفاع السطح إلى انخفاض درجات الحرارة وزيادة كمية تساقط الأمطار.

4– الكائنات الحية: Organisms

تقسم الكائنات الحية في التربة إلى نباتات وحيوانات وتضم الحيوانات أحياء مجهرية (Micro-organisms) كالبكتيريا(Bacteria) والفطريات (Fungi)

والطحالب (Algae) وأحياء غير مجهرية كدودة الأرض والحشرات. تعد الكائنات الحية المصنع الذي ينتج التربة فهي العامل الأساس في تحويل الفتات الصخري من مواد أولية إلى ترب حقيقة. إذ يلعب النبات الطبيعي (*Vegetation*) دور في تجهيز التربة بالمواد العضوية التي تعد من المكونات الأساسية للتربة من خلال تفاعلها مع المواد المعدنية للتربة أو بعد تحللها، كما تعد النباتات غذائياً ضرورياً للكائنات الدقيقة التي تعيش في التربة.

أما الكائنات الحية فتعمل على خلط ومزج حبيبات التربة بصورة عمودية مما يساعد على تجانس مكونات التربة وخصائصها النوعية، فضلاً عن دورها في تزويد التربة بالمواد العضوية من خلال تحلل أجسادها. وتعد البكتريا النباتية من أهم أنواع الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في التربة بإعداد كبيرة جداً تتباين بين 1- 4 مليون في كل غرام من التربة.

5- الإنسان: Man

يلعب الإنسان دوراً مهماً في تغير خصائص التربة من خلال استثمار الأراضي في الزراعة حيث تسهم عمليات الحراثة في تغير بنية التربة وتزيد نفاذيتها، كما يعل الإنسان على زيادة خصوبة التربة بإضافة الأسمدة والمخصب الكيميائية، كما يعمل على غسل التربة وأقامت مشاريع البزل مما يخلص التربة من الأملاح والمياه الزائدة، فضلاً عن ذلك يسهم النشاط الزراعي في رفع نسبة المواد العضوية في التربة.

وبالمقابل قد يعمل النشاط الزراعي الغير مدروس على إجهاد التربة واستنزاف مواردها وتدهور خصوبتها وزيادة ملوحتها لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة.

6- الزمن: Time

من الناحية الواقعية لا يوجد تأثير مباشر للزمن على عمليات تكوين التربة وإنما يبرز دوره بالسماح للعوامل الأخرى أن تلعب دورها في تكوين التربة. وذلك لكون عمليات تكوين التربة بطيئة جداً كما أن خصائص التربة تتغير باستمرار نتيجة لتغير شدة تأثير العوامل المكونة لها. يتباين تأثير الزمن في تكوين التربة تبعاً لتباين نوع الصخور التي اشتقت منها فالصخور الصلبة تحتاج إلى فترة أطول من الصخور الهشة كما أن التباين بين خصائص آفاق التربة يزداد مع طول الفترة الزمنية.

خصائص التربة: Soil Characteristics

تتباين الترب مكانياً في الخصائص الفيزيائية والكيميائية تبعاً لتباين العوامل المؤثرة في تكوينها.

أولاً: الخصائص الفيزيائية: Physical Properties

1- نسيج التربة: Soil Texture

يعرف نسيج التربة على انه التوزيع النسبي لذرات التربة التي لا يزيد حجمها عن 2 ملم وتصنيفها حسب أحجامها من رمل وغرين وطين، ويتم ذلك بواسطة مناخل (Sieves) ذات فراغات متباينة الأحجام، إذ تتباين ذرات التربة بين 2 ملم في حبيبات الرمال الخشنة إلى اقل من 0.0002 ملم في حبيبات الطين الناعمة (جدول 1) فان زادت أحجام الحبيبات عن 2 ملم أصبحت حصى أو جلاميد في حين تتحول الحبيبات إلى محلول إن قلت أحجامها عن 0.0002 ملم. لنسيج التربة تأثير مباشر على مرور الهواء وحركة الماء وتوغل جذور النباتات فيها. وفي الحقيقة يندر وجود تربة تتكون من حجم واحد من الذرات وإنما تتكون الترب

جدول 1 أحجام الفتاة الصخري لذرات التربة.

أنواع الفتاة الصخري	حجم الرواسب (ملم)	مواصفات الأحجام
الرمل	2 - > 0.5	رمل خشن
	0.5- > 0.25	رمل متوسط
	0.25- > 0.0625	رمل ناعم
الغرين	0.0625- > 0.0313	غرين خشن
	0.0313 - > 0.01563	غرين متوسط
	0.01563- > 0.0039	غرين ناعم
الطين	0.0039- > 0.0020	طين خشن
	0.0020- > 0.0010	طين متوسط
	0.0010 - > 0.0002	طين ناعم
المحلول Solution	< 0.0002	مواد ذائبة

المصادر:

[1] (Julien, 2002)

[2](ستو، 1986).

في الغالب من خليط من الذرات ذات الأحجام المختلفة، وتعرف التربة باسم الذرات السائدة في تركيب التربة والتي يمكن تحديدها من خلال مثلث نسيج التربة (شكل 2). ويمكن تقسيم التربة من حيث النسيج إلى ثلاثة مجاميع رئيسة هي:

أ- **التربة الرملية (Sand Soil):** تعد التربة رملية إذا كانت تحوي على أكثر من 70% من وزنها ذرات رمل. إن الترب الرملية ذات نسيج خشن لذا تمتاز بكونها خفيفة وهشة وذراتها كبيرة الحجم وواسعة المسامات وذات نفاذية مرتفعة مما يقلل من قدرتها على الاحتفاظ بالماء ويزيد من احتمالية تعرضها للجفاف.

ب- الترب الطينية (Clay Soil): تعد التربة طينية إذا كانت تحوي على 35% من وزنها ذرات طين. إن الترب الطينية ذات نسيج ناعم لذا تمتاز بكونها ثقيلة ومتماسكة وذراتها ناعمة ومساماتها صغيرة وذات نفاذية واطئة ولها قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء.

ج- الترب الغرينية (Silt Soil) أو المزيجية (Loam Soil): يتساوى فيها تأثير دقائق الرمل والطين حيث تمتاز بنسيج معتدل يحتوي على عدد مناسب من المسامات التي تحتفظ بنسب معتدلة من الماء والهواء.

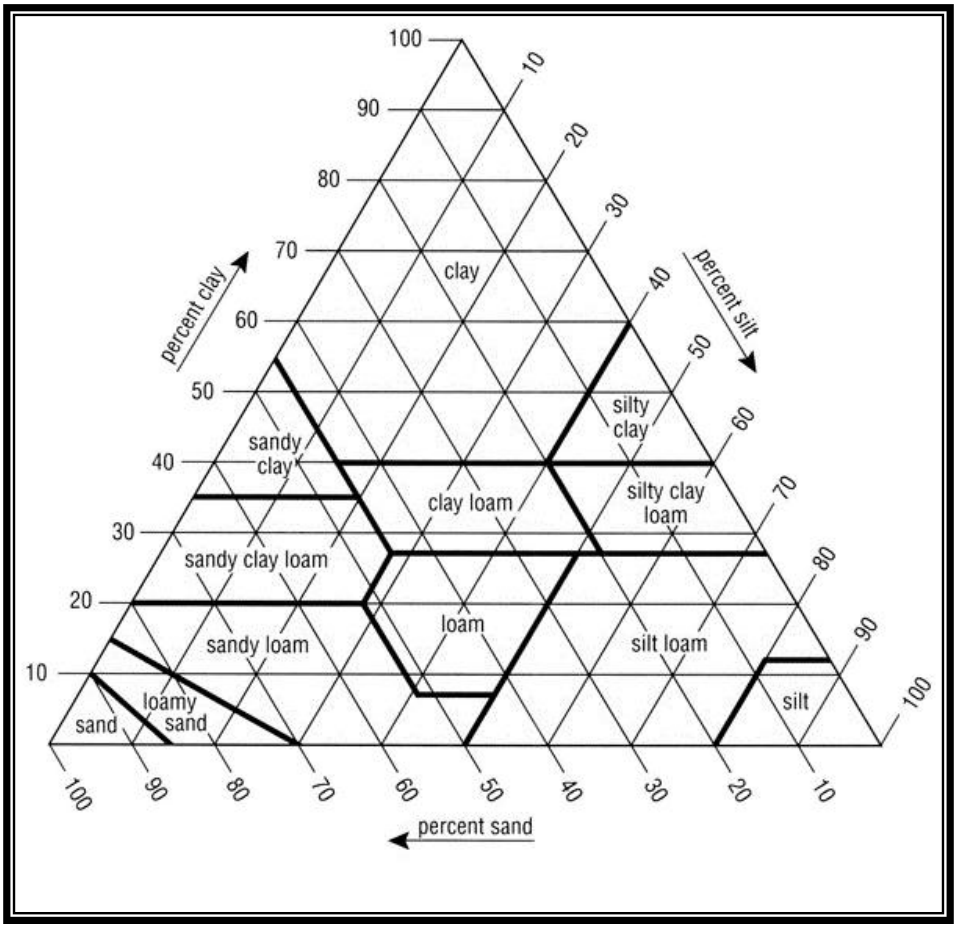
إن عملية تطبيق مثلث نسجة التربة (Soil Texture Triangle) تتم وفقاً للخطوات الأتية:

1- تحديد نسب مكونات التربة من طين وغرين ورمل من من خلال خطوتين هما:

أ- استخدام مناخل متباينة الاحجام لفرز اوزان مكونات التربة الثلاث.

ب- تقسيم وزن كل مكون من المكونات الثلاث على الوزن الكلي لنموذج التربة، وضربة في مئة (الجزء/ الكل × 100).

شكل 2 مثلث نسيج التربة.



2- تأشير نسبة الطين على ضلع الطين في المثلث ونسبة الغرين على مضلع الغرين وهكذا لنسبة الرمل.

3- يتم رسم ثلاث خطوط مستقيمة تبدأ من المؤشرات التي تم تحديدها في الفقرة رقم 2 ويكون كل خط من هذه الخطوط المستقيمة موازية لاحد أضلاع المثل.

4- إن الاتجاه الصحيح لرسم الخط المستقيم يجب أن يكون موازياً لاحد أضلاع المثلث، وإن الضلع الصحيح يجب أن يكون ترقيمه تنازلياً مع اتجاه رسم الخط المستقيم الموازي له. ولذلك فان الخط المستقيم الذي يبدأ من ضلع الغرين يجب أن يوازي ضلع الطين، في حين المستقيم الذي يبدأ من ضلع الرمل يجب أن يوازي ضلع الغرين، أما المستقيم الذي يبدأ من ضلع الطين يجب أن يوازي ضلع الرمل.

5- إن النقطة التي تلتقي فيها المستقيمات الثلاث ضمن مثلث النسجة تمثل نوع نسيج التربة.

2- بناء التربة: Soil structure

يقصد ببناء التربة النظام أو الشكل الذي تتجمع فيه ذرات التربة ليس بصورة منفردة بل متجمعة مع بعضها البعض على شكل مجموعات صغيرة بواسطة المواد العضوية مسببة استقراراً للصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة ومسيطرة على حركة الماء خلالها فتحتفظ التربة بالرطوبة في الفراغات المتواجدة بين حبيباتها كما تؤثر على درجة حرارة وتهوية التربة وتوفر البيئة الملائمة لمعيشة وتواجد الكائنات الحية في التربة.

3- مسامية التربة: Soil Porosity

يقصد بمسامية التربة حجم الفراغات المتواجدة في الترب، وغالباً ما يعبر عنها بالنسبة المئوية لحجم الفراغات من الحجم الكلي للوسط المسامي من الترب. وللمسامية تأثير مباشر بنفاذية المياه، غير أن المسامات ليس جميعها تسمح بنفاذ

المياه خلالها ولذلك ينبغي التمييز بين نوعين من المسامات وهما المسامية الكلية والمسامية الفاعلة. كما تؤثر المسامية على الخاصية الشعرية التي تعني انتقال المياه من اسفل التربة إلى الأعلى حيث يزداد نشاط الخاصية الشعرية عندما يقل حجم ذرات التربة وذلك لكون المسامات الدقيقة تجعل المياه المتواجدة بين ذرات التربة صغيره جدا لذلك تكون خفيفة الوزن مما يسهل عليها الالتصاق بذرات التربة والتسلق نحو الأعلى في ظل زيادة فرق الضغط في سطح التربة. وفيما يأتي بيان لانواع مسامية التربة:

أ- المسامية الكلية: Total Porosity

يقصد بالمسامية الكلية نسبة حجم الفراغات جميعها إلى الحجم الكلي للتربة، وفي الغالب تتباين قيم المسامية الكلية بين 1- 55% من حجم الوسط المسامي، ويرجع السبب في تباين المسامية إلى تباين حجم الحبيبات (*Grain Size*) إذ تنخفض المسامية الكلية في الترب الحصوية بمقدار يتباين بين 28- 34% (جدول 2) لتمثل أدنى الأوساط المسامية في نسبة المسامية الكلية بسبب ازدياد حجم حبيبات الحصى، في حين ترتفع المسامية الكلية في الترب الطينية إلى 55% لتمثل أعلى الأوساط المسامية في نسبة المسامية الكلية بسبب انخفاض حجم حبيبات الطين، مما يعطي مؤشراً قوياً على وجود علاقة عكسية بين حجم الحبيبات والمسامية الكلية. على الرغم من ارتباط نفاذية المياه بالمسامية الكلية غير أن بعض المسامات تكون دقيقة إذ لا تسمح بحركة جزيئات الماء خلالها بفعل قوة الشد السطحي التي تعمل على التصاق جزيئات الماء بسطوح حبيبات الترب، كما أن الفراغات قد تكون غير متصلة مع بعضها مما يمنع حركة المياه وانتقالها داخل الفراغات لكونها مغلقة بالمكونات الصلبة للتربة.

جدول 2 المسامية الكلية والفاعلة في الوسط المسامي.

مواد الوسط المسامي	حجم الحبيبات (ملم)	المسامية الكلية (%)	المسامية الفاعلة (%)
حصى خشن	64 −16	28	22
حصى متوسط	16 −8	32	23
حصى ناعم	8 −2	34	25
رمل خشن	2 −0.5	39	27
رمل متوسط	0.5 −0.25	39	26
رمل ناعم	0.25 −0.162	43	21
غرين	0.162 −0.004	46	18
طين	0.004 >	55	2

المصادر:

[1] (Fetter, 2001)

[2] (الشبلاق وعمار، 1998)

ب- المسامية الفاعلة: Effective Porosity

يقصد بالمسامية الفاعلة نسبة الفراغات التي يمكن أن تتحرك فيها المياه إلى الحجم الكلي للتربة، لذلك فهي تمثل الفراغات المتواجدة بشكل متصل ضمن الترب وذات حيز مساحي لا يسمح لقوة الشد السطحي لجزيئات المياه بالارتباط بالحبيبات الصلبة للتربة. وعليه فإن نسبة المسامية الفاعلة دائماً تكون أقل من

نسبة المسامية الكلية، إذ تنخفض نسبة المسامية الفاعلة في الترب الطينية إلى 2% من الحجم الكلي للترب لتمثل أدنى الأوساط المسامية في نسبة المسامية الفاعلة على الرغم من ارتفاع نسبة المسامية الكلية إلى 55% من الحجم الكلي للترب (جدول 2)، ويرجع السبب في ذلك إلى الانخفاض الكبير في حجم حبيبات الترب الطينية إلى أقل من 0.004 ملم، لذلك ينخفض حجم المسامات المتواجدة بين الحبيبات الطينية مما يقلل من عدد الفراغات التي يمكن أن تتحرك فيها المياه. في حين ترتفع المسامية الفاعلة إلى 27% من الحجم الكلي للترب التي تسود فيها الرمال الخشنة لتمثل بذلك أعلى الأوساط المسامية في نسبة المسامية الفاعلة على الرغم من انخفاض نسبة المسامية الكلية إلى 39% من الحجم الكلي للترب، ويرجع السبب في ذلك إلى اعتدال حجم حبيبات الرمال الخشنة وبمقدار 0.5– 2 ملم مقارنة بحبيبات الترب الحصوية والطينية، لذلك تزداد قابلية المياه على التحرك بين حبيبات الرمال الخشنة في امتدادها المساحي كله. إن انخفاض المسامية الفاعلة في الترب الطينية وتزايدها في الرمال الخشنة يعطي مؤشراً على وجود علاقة طردية لحد معين بين حجم الحبيبات والمسامية الفاعلة.

2– النفاذية: Permeability

النفاذية هي مقياس كمي للتعبير عن مدى سرعة انتقال المياه خلال مسامات الترب والصخور بفعل الجاذبية الأرضية والانحدار الهيدرولويكي (ميل مستوى المياه الجوفية)، ولذلك يطلق على معامل النفاذية بالتوصيلية الهيدرولوليكية (Hydraulics Conductivity) والتي تعني قدرة الوسط المسامي على نقل المياه. إن قيم النفاذية تتباين في الوسط المسامي إذ تزداد قيم النفاذية من 0.03 سم/ساعة في الترب الطينية إلى 11.78 سم/ساعة في الترب الرملية (جدول 3).

إن النفاذية تقسم إلى سبع درجات على وفق سرعة تسرب المياه خلال المسامات المتواجدة بين حبيبات الترب والصخور المكونة للقشرة الأرضية، إذ

جدول 3 سرعة نفاذية المياه في مسامات الترب.

نسيج التربة	سرعة النفاذية (سم/ساعة)
رملية	11.78
مزيجية رملية	2.99
رملية مزيجية	1.09
غرينية مزيجية	0.65
مزيجية	0.34
رملية طينية مزيجية	0.15
طينية مزيجية	0.10
غرينية طينية مزيجية	0.10
رملية طينية	0.06
غرينية طينية	0.05
طينية	0.03

المصدر:

(Julien, 2002: 434)

تتدرج سرعة النفاذية من بطيئة جداً عندما تنخفض السرعة عن 0.215 سم/ساعة إلى سريعة جداً عندما تتجاوز سرعة نفاذ المياه حدود 25 سم/ساعة (جدول 4).

العوامل المؤثرة في النفاذية: Factors Effecting Permeability

أن حجم نفاذ المياه في الوسط المسامي وسرعة تحركها يتوقف على العديد من العوامل والتي من أبرزها ما يأتي:

أ- **حجم الحبيبات:** إن زيادة خشونة الحبيبات يؤدي إلى زيادة حيز الفراغات التي تشغلها المسامات المتواجدة بين الحبيبات مما يؤدي إلى زيادة النفاذية.

ب- تجانس الحبيبات: إن تباين أحجام الحبيبات يؤدي إلى انخفاض النفاذية حتى وإن كان الوسط المسامي يضم حبيبات كبيرة الحجم وذلك بسبب امتلاء الفراغات الفاصلة بين الحبيبات الخشنة بالحبيبات الناعمة.

ج- العمق: إن زيادة العمق يؤدي إلى زيادة تراص الحبيبات وتماسكها بسبب زيادة ثقل الطبقات العليا المسلط على الحبيبات في الطبقات السفلى مما يؤدي إلى انخفاض المسامية الفاعلة والنفاذية.

د- المواد العضوية والدبال: إن زيادة المواد العضوية في الترب الرملية يعمل على زيادة تماسك حبيباته وقد يشغل بعض مساماتها مما يسهم في انخفاض المسامية الفاعلة ويقلل من نفاذية المياه، في حين يسهم الدبال في زيادة نفاذية التربة الطينية لكونه عبارة عن مادة رابطة تعمل على تجميع والتساق حبيبات الطين الناعمة مع بعضها مما يسهم في زيادة خشونه نسيج هذه التربة ومن ثم تزداد نفاذيتها.

4- لون التربة: Soil Coluor

يعد لون التربة من ابرز الخصائص الفيزيائية في التمييز بين أنواع الترب على سطح الأرض وذلك لأهمية لون التربة في بيان عمليات تكوين التربة وما تحتويه من مكونات معدنية وعضوية. يتأثر لون التربة بنسيج التربة ولون الصخرة الأساس ونسبة المواد العضوية ونوع المركبات المعدنية والتحولات الكيميائية. ويمكن تقسيم التربة من حيث اللون إلى ثلاث أنواع رئيسة وينتج من مزجها مع بعضها تدرج في الألوان وهي:

جدول 4 أصناف معامل النفاذية (التوصيلية الهيدروليكية) في الترب المشبعة.

الصنف	سرعة النفاذية	معامل النفاذية (سم/ساعة)
1	بطيئة جداً	0.215 >
2	بطيئة	0.500 -0.215
3	معتدلة البطء	2.0 -0.500
4	معتدلة	6.25 -2.0
5	معتدلة السرعة	12.5 -6.25
6	سريعة	25.0 -12.5
7	سريعة جداً	25.0 >

المصدر:

(Suresh, 2005:692)

أ- **الترب الحمراء:** تكتسب الترب الحمراء لونها من تركيز نسبة عالية من اكاسيد الحديد فيها.

ب- **الترب السوداء:** تستمد الترب السوداء لونها في الغالب من وجود نسبة عالية من المواد العضوية فيها.

ج- **الترب البيضاء:** يرجع سبب اللون لابيض في الترب إلى فقرها بالمواد العضوية وتركيز المواد الكلسية فيها وأحياناً بسبب تركيز أملاح الصوديوم.

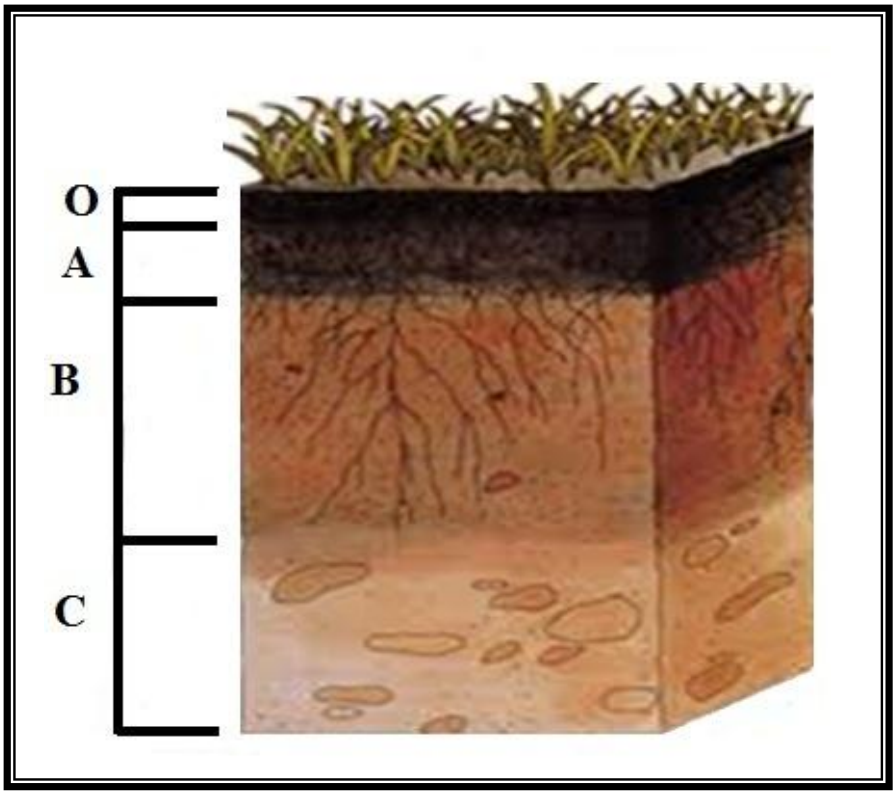
5- سمك التربة: Soil Depth

تتكون التربة بفعل عمليات التجوية للمواد الأولية المكونة لها (الفتات الصخري) بتأثير العوامل المناخية والبيولوجية، وتزال التربة بفعل عمليات التعرية للفتاة الصخري أو غسل ما فيها من أملاح ومواد عضوية بتأثير عامل الانحدار والمياه الجارية أو الرياح. لذلك فان نمو التربة وزيادة سمكها أو عمقها يحدده مقدار الفرق بين نشاط عمليات التكوين (البناء) وعمليات الإزالة (الهدم)، فإذا كان معدل عمليات بناء التربة أكثر من معدل عمليات الهدم ازداد السمك إما إذا تفوقت عمليات الهدم على عمليات بناء التربة عندها يبدأ سمك التربة بالتناقص. وبشكل عام يزداد سمك التربة في المناطق المستوية ويقل السمك في المناطق المنحدرة. تزداد المواد الغذائية اللازمة لنمو النبات بزيادة سمك التربة، كما تستطيع جذور النبات إن تتوغل أكثر في الترب العميقة، إما الترب الضحلة فتعتبر فقيرة بالمواد الغذائية.

6- قطاع التربة: Soil profile

يسمى قطاع التربة أيضاً بأفاق أو مقد التربة (Soil Horizons) ويقصد به المقطع العمودي للتربة الذي يمتد من سطح الأرض إلى صخور القشرة الأرضية، ويمكن من خلاله التعرف على التباينات التي قد تحدث في مكونات التربة لتظهر على شكل طبقات (Layers) وتتكون طبقات التربة بسبب التباين العمودي لتأثير عوامل تكوين التربة مما يؤدي إلى إعطاء كل طبقة خصائص فيزيائية وكيميائية تميزها عن الطبقات الأخرى. ويتكون المقطع البسيط للتربة الناضجة من ثلاثة طبقات رئيسة هي من الأعلى إلى الأسفل (شكل 3):

شكل 3 قطاع التربة



أ- **الطبقة (A)** وهي الطبقة العليا للتربة يصل عمقها إلى 60 سم وهي غنية بالمواد العضوية المتحللة والمختلطة بالمواد المعدنية وتحوي هذه الطبقة على الاحياء المجهرية.

ب- الطبقة (B) وتقع أسفل الطبقة (A) وتسمى بالطبقة الوسطى وتتواجد على عمق 60- 90 سم وتتجمع فيها المواد المغسولة من الطبقة العليا.

ج- الطبقة (C) وتقع أسفل الطبقة (B) وتستقر على الصخر الأساس، وهي عبارة عن مواد صخرية مفتتة لم تتأثر بالعمليات البيولوجية.

هـ- وفي ترب الغابات او التي تمتاز بكثافة الغطاء النباتي تتكون فوق الطبقة (A) طبقة استثنائية رفيعة السمك تسمى بالطبقة (O) وتتكون بشكل أساس من المواد العضوية بسبب التساقط السنوي لأوراق الأشجار الميتة.

ثانياً: الخصائص الكيميائية: Chemical Properties

1- التركيب الكيميائي للتربة: Chemical compesition of the soil

تحوي القشرة الارضية على اكثر من 2000 مركباً وعنصراً كيميائياً، غير أن حوالي 8 عناصر فقط تمثل اكثر من 98% من الوزن الاجمالي للقشرة الارضية (جدول 5)، أما العناصر والمركبات البقية فهي ذات وجود نادر ومحدود فعلى الرغم من تعدد أنواعها الا أنها تمثل اقل من 2% فقط من وزن القشرة الارضية. ويرجع السبب في ذلك الى تباين مقدار تراكيز تلك العناصر في مكونات الصخور المكونه للترب والقشرة الارضية، ويرجع السبب في ذلك الى ارتفاع تركيز تلك العناصر في القشرة الارضية، فعلى سبيل المثال يبلغ تركيز السيليكات بحدود 303.5 الف ملغم/ لتر في حين ينخفض تركيز عنصر البورون الى 0.0003 ملغم/ لتر.

على الرغم من إشتقاق المكونات المعدنية للتربة من صخور القشرة الارضية الا أن هناك اختلافاً نسبياً بين تركيبهما الكيميائي، ويرجع السبب في ذلك الى تأثير بقية مكونات التربة في تغيير نسبة تركيز تلك العناصر والمركبات الكيميائية، إذ يسهم العامل البيولوجي في زيادة مستوى الكاربون والنيتروجين في التربة ، كما يسهم ماء التربة في زيادة تركيز الاوكسجين والهيدروجين مقارنة بصخور القشرة الارضية. وإن زيادة تركيز اي من العناصر الكيميائية في التربة يكون على حساب تركيز عناصر اخرى، لذلك تشهد التربة انخفاضاً في نسب

جدول 5 تراكيز العناصر(ملغم/لتر) وأوزانها في الطبقة العليا للقشرة الارضية

العنصر	الرمز	التركيز	الوزن
الاوكسجين (Oxygen)	O	–	47.2
السيليكات (Silicate)	Si	303480	28.8
الالمنيوم (Aluminium)	Al	77440	7.96
الحديد (Iron)	Fe	30890	4.32
الكالسيوم (Calcium)	Ca	29450	3.85
الصوديوم (Sodium)	Na	25670	2.36
المغنيسيوم (Magnesium)	Mg	13510	2.20
البوتاسيوم (Potassium)	K	28650	1.68
التيتانيوم (Titanium)	Ti	3117	0.86
الهيدروجين (Hydrogen)	H	–	0.14
الكاربون (Carbon)	CO_3	3240	0.11
الفسفور (Phosphorus)	P	665	0.101
المنغنيز (Manganese)	Mn	527	0.100
الكبريت (Sulfur)	SO_4	953	0.030
كلور (Chlorine)	Cl	640	0.019
النيتروجين (Nitrogen)	N	83	0.001
الخارصين (Zinc)	Zn	52	0.0082
النيكل (Nickel)	Ni	18.6	0.0072
النحاس (Copper)	Cu	14.3	0.0058
الكوبالت (Cobalt)	Co	11.6	0.0028
البورون (Boron)	B	0.0003	0.0007
الرصاص (Lead)	Pb	17	0.0001
يورانيوم (Uranium)	U	2.5	0.00016
الفضة (Silver)	Ag	0.055	0.000008
الزئبق (Mercury)	Hg	0.056	0.000002

[1] (Wedepohl, 1995: 219- 220)
[2] (Morgan etal., 1993: 369)

العديد من العناصر كالالمنيوم والحديد والكالسيوم والبوتاسيوم مقارنة بنسبها في صخور القشرة الارضية.

يعد عنصري الاوكسجين والسليكون من اكثر العناصر الكيميائية تركزاً في الصخور القشرة الارضية والتربة، إذ يشكلان بحدود 74.8% من الوزن الاجمالي للقشرة الارضية في حين يرتفع مستوى تركزهم في التربة ليمثلان 82% من الوزن الاجمالي للتربة.

2- التركيب الكيميائي لمحلول التربة:

Chemical compestion of soil solution

إن التركيب الكيميائي لمحلول لتربة يضم العديد من الأيونات والمعادن والمواد العضوية وغير العضوية، غير أن علاقة خصوبة التربة بالخصائص الكيميائية تعتمد بصورة رئيسة على مقدار تركيز ثمانية أيونات في محلول التربة لذلك تسمى بالعناصر الرئيسة (*Major Elements*) فضلاً عن أهمية تركيز المغذيات (*Nutrients*) في تحديد خصوبة التربة. تقسم العناصر الرئيسة إلى أيونات موجبة (*Cations*) وتشمل الكالسيوم Ca والصوديوم Na والمغنيسيوم Mgوالبوتاسيوم K، وأيونات سالبة (*Anions*) وتشمل الكلوريدات Cl والكبريتات SO_4 والكاربونات CO_3 أو البيكاربونات HCO_3 والنترات NO_3. أما المغذيات فتشتمل على النيتروجين N والفسفور P كما يدخل البوتاسيوم أيضاً ضمن المغذيات. أن المجموع الكلي لهذه الايونات يحدد مقدار الأملاح الذائبة الكلية (TDS) في محلول التربة.

إن التركيب الكيميائي لمحلول التربة يؤثر بشكل كبير على خصوبة التربة وقابليتها الإنتاجية كما يؤثر على خصائص التربة الفيزيائية، إذ أن الترب المشبعة

بعنصر الكالسيوم تكون ذات تركيب حبيبي جيد يساعد على حركة الماء في التربة ونفوذه في مقدها مما يلاءم نمو النباتات حيث يعمل الكالسيوم على زيادة عمليات تلاصق واندماج ذرات التربة على شكل مجاميع مما يزيد من حجم الذرات وتسمى هذه العملية بالتلبد (Flocculation). إما الترب ذات المحتوى العالي من الصوديوم فان هذا سوف يؤدي إلى تكوين تركيب رديء للتربة بحيث تكون دقائق هذا التركيب مشتته ومتفرقة مما قد يؤدي إلى تكوين طبقات صلدة غير نفاذة للماء حيث يعمل الصوديوم على تنافر جزيئات ذرات التربة وتفتتها مما يزيد من نسبة الذرات الناعمة ويمنع تجمع ذرات التربة بشكل مجاميع وتسمى هذه العملية بالتفكك (Dissociate). كما يؤثر التركيب الكيميائي للتربة على نمو ونشاط الكائنات الحية الدقيقة، فقلة الكالسيوم وزيادة تركيز ايون الهيدروجين في محلول التربة يقلل من تواجد بعض أنواع البكتريا المحددة لخصوبة التربة ونمو النباتات.

غالباً ما يعبر عن تركيز الاملاح الذائبة الكلية في محلول التربة بالتوصيل الكهربائي (EC) (Electrical conductivity) بوحدة (ديسي سيمنز/متر) عندة درجة حرارة 25 درجة مئوية، لغرض التعبير عن مدى تأثر الترب بالملوحة وتصنيفها، ويمكن قياس التوصيل الكهربائي للمحلول بواسطة جهاز التوصيل الكهربائي (Electric conductivity Meter). وتصنف التربة بدلالة التوصيلية الكهربائية وفقاً لمعيار الولايات المتحدة الأمريكية الى اربعة أصناف، فالتربة التي تكون فيها قيمة التوصيلية الكهربائية اقل من 4 ديسيسيمنز/متر تصنف ضمن الصنف 0 وتعد هذه الترب خالية من الاملاح وتأثيرها على النباتات تكون غير محسوسة، في حين تصنف الترب ضمن الصنف 3 عندما تتجاوز قيمة التوصيلية الكهربائية حدود 15 ديسيسيمنز/متر وتعد هذه الترب بشكل عام غير صالحة للنباتات غير أن النباتات ذات التحمل الكبير للملوحة يمكن أن تنمو في هذا الصنف من الترب (جدول **6**).

جدول 6 صنيف ملوحة التربة بدلالة التوصيلية الكهربائية (EC)

وفقاً لمعيار الولايات المتحدة الأمريكية.

صنف التربة	المواصفات	EC (ds/m)	تاثيرها على النباتات
0	خالية من الأملاح salt free	0- 4	يكاد لايذكر أي تأثير.
1	قليلة الملوحة slightly saline	4- 8	إنتاج النباتات يكون محدود.
2	معتدلة الملوحة moderately saline	8- 15	تسمح لنمو النباتات التي تتحمل الملوحة فقط.
3	عالية الملوحة strongly saline	15 فاكثر	يمكن أن تسمح لنمو النباتات ذات التحمل الكبير للملوحة.

المصدر:

(FAO & UNESCO, 1973: 75)

كما يعتمد في تصنيف الترب أيضاً وفقاً لمستوى ملوحتها على نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) (Exchangeable sodium percentage) من السعة الاجمالية للتبادل الكاتيوني (الايونات الموجبة) في التربة، غير أن عملية احتساب نسبة الصوديوم المتبادل تتطلب المزيد من الوقت والجهد والمال، لذلك يلجأ الى احتساب نسبة أدمصاص الصوديوم (SAR) (Sodium adsorption ratio)، والتي تعني النسبة المئوية لمقدار الصوديوم المدمص في التربة، وذلك لسهولة عملية احتساب نسبة الصوديوم المدمص، كما أنها تساوي تقريباً نسبة الصوديوم المتبادل، ويتم حساب نسبة ادمصاص الصوديوم بالاعتماد على تركيز الايونات الموجبة الرئيسة (الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم) وغالباً ما يهمل

ايون البوتاسيوم لقلة تركيزه في محلول التربة، لذلك تحسب نسبة إدمصاص الصوديوم بأستخدام المعادلة الاتية:

$$SAR = Na/\sqrt{(Ca + Mg)/2}$$

إذ أن

SAR= نسبة إدمصاص الصوديوم

Na= تركيز الصوديوم (ملي مكافئ/لتر)

Ca= تركيز الكالسيوم (ملي مكافئ/لتر)

Mg= تركيز المغنيسيوم (ملي مكافئ/لتر)

مثال:

يوضح الجدول الأتي نتائج التحليلات المختبرية لبعض الأيونات (ملغم/لتر) لنموذج من محلول التربة في العراق. كما يحوي الجدول على الوزن المكافئ لتلك للأيونات التي تم تحليلها. المطلوب إحتساب نسبة إدمصاص الصوديوم؟

الايونات	معدل التركيز (ملغم/لتر)	الوزن المكافئ
صوديوم Na	1517.34	22.99
كالسيوم Ca	601.2	20.04
مغنيسيوم Mg	340.48	12.16

الحل:

1- تحويل وحدة قياس الأيونات من (ملغم/لتر) إلى (ملي مكافئ/لتر) من خلال المعادلة الاتية:

$$\text{Meq/l} = \frac{\text{mg/l}}{\text{Ew}}$$

إذ أن:

Meq/l = ملي مكافئ/لتر

Mg/l = ملغم/لتر

Ew = الوزن المكافئ

$$\text{Na (meq/l)} = \frac{1517.34(\text{mg/l})}{22.99} = 66$$

$$\text{Ca (meq/l)} = \frac{601.20(\text{mg/l})}{20.04} = 30$$

$$\text{Mg (meq/l)} = \frac{340.48(\text{mg/l})}{12.16} = 28$$

2- بعد تحويل وحدات قياس الايونات الى مليمكافئ/لتر يمكن تطبيق معادلة إدمصاص الصوديوم.

$$\text{SAR} = 66/\sqrt{\frac{30+28}{2}}$$

$$\text{SAR} = 12.26$$

تصنف الترب وفقاً لمستوى ملوحتها الى ترب ملحية (Saline soil) إذ بلغت قيمة التوصيل الكهربائي (EC) 4 دي سيسيمنز/ متر أو زاد عن ذلك وتقل نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) عن 15%. في حين تعد الترب قلوية (Sodic soils) غير ملحية إذا قلت قيمة (EC) عن 4 دي سيسيمنز/ متر وبلغت نسبة (ESP) 15% أو زادت على ذلك (Ellis and Mellor, 2005: 263).

إن التركيب الكيميائي للتربة يؤثر ويتأثر بالأس الهيدروجيني (pH) مما يحدد نوع التربة وذلك لدوره الأساس في تحديد قابلية التربة على استقرار وتبدل الايونات الموجودة في محلول التربة جراء عمليات التفاعل بين الايونات الموجبة والسالبة، كما تؤثرة قيمة الأس الهيدروجيني في مقدار تيسر العناصر الغذائية في محلول التربة للنباتات مما يؤثر على درجة خصوبة التربة. على الرغم من تباين قيمة الأس الهيدروجيني بين 1- 14 في المحاليل غير أن المدى الشائع في محلول الترب يتباين بين 4- 10، في حين تفضل اغلب النباتات النمو في الترب التي تتباين فيها قيمة الأس الهيدروجيني بين 5.5- 7.5 (Foth,1990: 170-179)، ويمكن تقسيم التربة إلى ثلاثة أنواع اعتماداً على قيمة الأس الهيدروجيني:

1- الترب القلوية: وهي الترب التي يزداد فيها محتوى كاربونات الصوديوم وتكون درجة تفاعل التربة مرتفعة جداً حيث يرتفع الأس الهيدروجيني إلى أكثر من 7.

2- الترب الحامضية: وهي الترب التي يزداد فيها تركيز ايون الهيدروجين والالمنيوم وتكون قيمة الأس الهيدروجيني قل من 7.

3- الترب المتعادلة: وهي الترب التي يرتفع فيها تركيز الكالسيوم، ويقترب فيها الأس الهيدروجيني من الرقم 7.

خصوبة التربة: Soil Fertility

على الرغم من تعدد أهمية التربة في مجال الموارد الطبيعية إلا أن الجغرافيين يعطون اهتماماً كبيراً لأهمية التربة في مجال النشاط الزراعي، ويمكن إرجاع السبب في ذلك إلى الدور الكبير للتربة في النشاط الزراعي وما لذلك من علاقة في حياة السكان واستيطانهم وأنشطتهم الاقتصادية وغيرها من المجالات التي تهتم بها الدراسات الجغرافية المختلفة. إن مدى ملائمة التربة للنشاط الزراعي يحددها ما يطلق علية بخصوبة التربة. يمكن تعريف خصوبة التربة على أنها مقدار ما تحويه التربة من العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات وبتراكيب يسهل على الجذور امتصاصها، وأن العناصر الغذائية تتحدد بشكل رئيس بمقدار تركيز الأملاح والمعادن والمواد العضوية في محلول التربة، أما سهولة امتصاص المواد الغذائية من جذور النباتات فيتحدد بشكل رئيس بنسيج التربة وتركيبها وعمقها فضلاً عن نوعية الأملاح السائدة في محلول التربة. ولذلك فان خصوبة التربة تتأثر بخصائص التربة الفيزيائية والكيميائية.

يمكن أن تفقد التربة خصوبتها مع استمرار الاستغلال الزراعي المتواصل وذلك بسبب استهلاك النباتات للعناصر الغذائية أو بسبب دور مياه الري الزراعي في إذابة المواد الغذائية ونفاذها في أعماق التربة أو بسبب تراكم الأملاح على سطح التربة. كما يمكن رفع درجة خصوبة التربة من خلال العمل على تحسين خصائص التربة بواسطة إضافة الأسمدة والمخصبات الكيميائية والعضوية إلى التربة أو من خلال الحراثة ومشاريع البزل.

ومن الأمور الواجب التأكيد عليها في هذا الصدد إن قابلية التربة على الإنتاج الزراعي لا تتوقف على درجة خصوبة التربة وحدها وإنما هناك مجموعة عوامل تؤثر في الإنتاج الزراعي ابرزها الظروف المناخية ونوعية مياه الري كما أن في العقود الأخيرة أصبحت درجة تقنية الوسائل والأساليب المعتمدة في النشاط

الزراعي تعد من الأساسيات المعتمدة في تحديد حجم الإنتاج الزراعي. ولذلك إذا تباينت الظروف الطبيعية والبشرية فان حجم الإنتاج الزراعي في وحدة المساحة المزروعة وهو ما يطلق علية بمصطلح الغلة ليس معياراً حقيقياً لدرجة خصوبة التربة وإنما تكون الغلة مقياساً لدرجة خصوبة التربة في المناطق ذات الظروف المتشابهة.

تصنيف التربة: Soil Classification

تعد ظروف البيئة المحلية العامل المهيمن في درجة تطور الترب واستقرارها مما ينعكس على الخصائص العامة للترب، وبما أن الظروف البيئية تتباين مكانياً لذلك شهدت خصائص الترب تباينات مكانية واضحة مما أدى إلى ظهور مجموعات من الترب إذ تسود كل مجموعة في مساحة محددة من سطح الأرض.

إن عملية تصنيف التربة تقوم على أساس حصر الترب المتشابهة في الخصائص الطبيعية العامة ضمن مجموعة واحدة، غير أن تصنيف الترب يعد من العمليات المعقدة وذلك بسبب تباين عمليات تكوين التربة وتعددها وتداخل العوامل المؤثرة في خصائص التربة. لذلك ظهرت تصانيف عديدة للترب تتناسب مع العلوم التي تدرسها، ويرى الكثير من الجغرافيين أن تصنيف عالم الجيومورفولجيا الروسي دوكوجيف (Dokuchave) للترب يتناسب مع المنهج الجغرافي ويخدم أغراضه لكون هذا التصنيف يؤكد على العلاقة بين خصائص التربة والعوامل المؤثرة فيها ومراحل تكوينها. لقد قام عالم التربة الأمريكي ماربت (Marbut) بتطوير هذا التصنيف وقسم الترب إلى ثلاثة مجاميع رئيسه هي:

1- الترب النطاقية (Zonal Soils): وهي ترب مكتملة النمو (ناضجة) تتمثل في مقطعها طبقات تختلف عن بعضها في الخصائص، وهي ترب مستقرة بسبب

الفترة الزمنية الطويلة التي استغرقتها عمليات التكوين وهي تتأثر بشكل أساس بالظروف المناخية والعمليات البيولوجية ولذلك يتفق توزيعها المكاني مع حدود الأقاليم المناخية والنباتية في العالم، إن هذه المجموعة من الترب تشغل مساحة واسعة بحيث تحتل اغلب مساحة الإقليم أو المنطقة (Zone) لذلك سميت بالترب النطاقية.

2- الترب المتداخلة (Intrazonal Soils): وهي ترب ناضجة أيضاً غير أن ظروف البيئة المحلية كدرجة انحدار السطح ونوع الصخور الأصلية وطبيعة تصريف المياه فضلاً عن الظروف المناخية قد أكسبتها خصائص ميزتها عن الترب النطاقية، إن هذه المجموعة من الترب متواجدة ضمن إقليم الترب النطاقية لذلك سميت بالترب المتداخلة.

3- الترب اللأنطاقية (Azonal Soils): وهي ترب في مرحلة النمو وقد تكون غير ناضجة حيث لم تكتمل مراحل تكوينها، ويرجع ذلك لأحد الأسباب الثلاثة الآتية أو جميعها:

أ- قصر الفترة الزمنية لعمليات تكوين التربة.

ب- استمرار عمليات تكوين التربة بسبب الإضافة المستمرة للفتات الصخري أو المواد العضوية.

ج- نشاط عمليات التعرية وإزالة الفتات الصخري من التربة بسبب الانحدار الشديد للسطح أو قوة التعرية المائية والهوائية.

إن هذه المجموعة من الترب لا يتحدد تواجدها بنوع محدد من الأقاليم المناخية أو النباتية وإنما تتواجد في جهات عديدة من العالم وذات ظروف مناخية ونباتية متباينة ولذلك سميت بالترب اللأنطاقية.

التوزيع الجغرافي للترب النطاقية في العالم:

Distribution of zonal soils

إن تباين الظروف المناخية وأنواع النبات الطبيعي وكثافته هي المعيار الأساس المعتمد في تحديد الخصائص العامة للترب النطاقية وحصرها في مجموعات محددة. حيث يمكن تقسيم الترب النطاقية إلى أربعة مجموعات رئيسة (شكل 4) وهي:

1- ترب التندرا

2- ترب الغابات

3- ترب الحشائش

4- ترب الصحاري.

1- مجموعة ترب التندرا: Tundra Soils

تقع ترب التندرا في المناطق القطبية، إن الخصائص الطبيعية لهذه المجموعة تمتاز بكونها قليلة السمك وغير ناضجة بسبب بطء عمليات التجوية للمواد الأولية المكونة للتربة وقلة نشاط البكتريا في تحلل المواد العضوية ولذلك تعد هذه الترب غير صالحة للزراعة، ويميل لون ترب التندرا إلى البني القاتم. وتتمثل هذه الترب في شمال واوراسيا وأمريكا الشمالية.

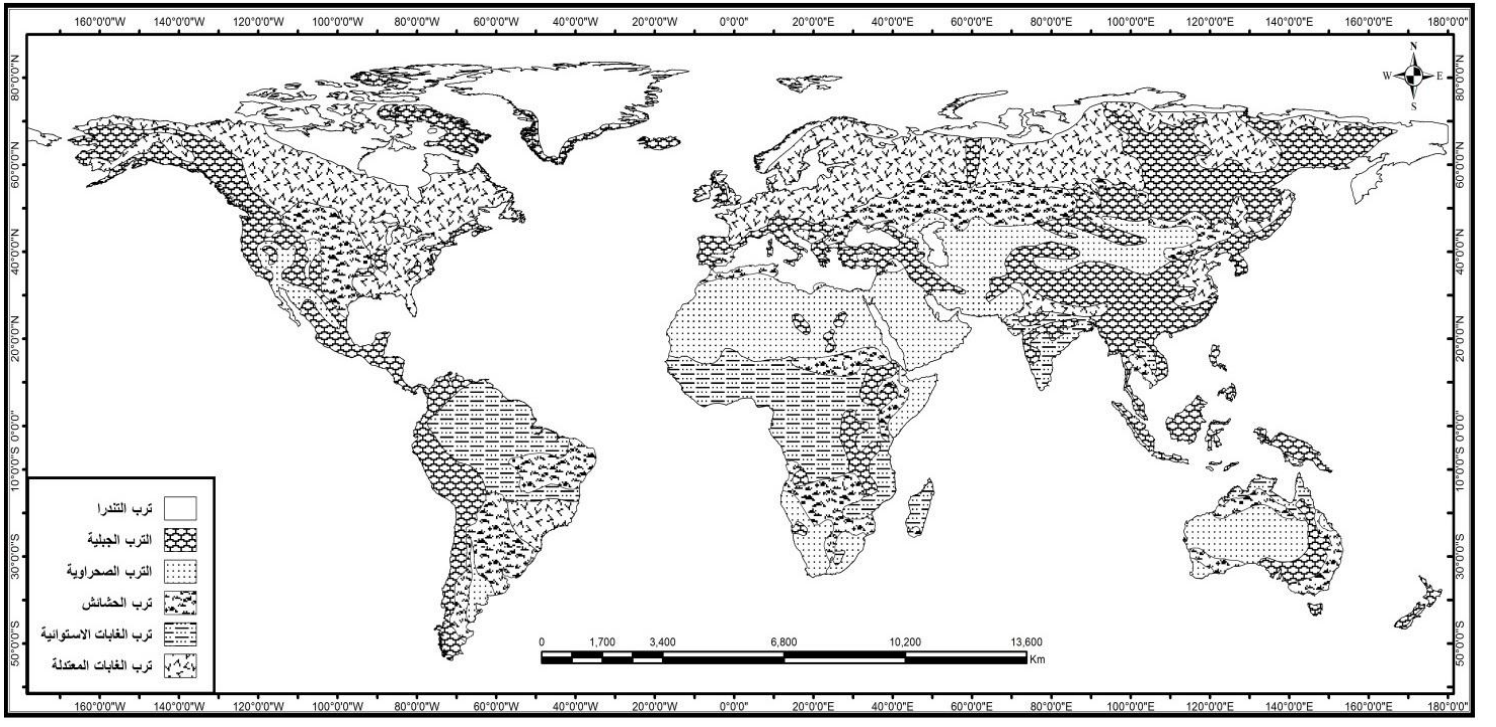
2- مجموعة ترب الغابات: Forests Soils

يمكن تقسيم مجموعة ترب الغابات إلى نوعين رئيسين هما:

أ- ترب البودزول: Podzol soils

تقع هذه الأنواع من الترب ضمن نطاق الغابات الصنوبرية في العروض العليا الباردة وضمن نطاق الغابات النفظية في العروض الوسطى.

شكل 4 التوزيع الجغرافي للترب النطاقية



تمتاز الخصائص الطبيعية لهذه الترب بالتركيب الجيد وارتفاع نسبة المواد العضوية وانخفاض الحموضة وارتفاع تركيز الكلس والبوتاسيوم بسبب ظروف المناخ المعتدل الرطب وكثافة النبات الطبيعي والكائنات الحية، لذلك ترتفع درجة خصوبتها. وتتمثل هذه الترب في شمال أمريكا الشمالية واوراسيا وجنوب شرق أستراليا.

ب- ترب اللاتريت: Laterities Soils

تقع هذه الأنواع من الترب ضمن نطاق الغابات الاستوائية ذات الأمطار الغزيرة والحرارة المرتفعة. تمتاز خصائص هذه الترب بسيادة اكاسيد الحديد والألمنيوم في طبقاتها العليا وفقرها بالمواد العضوية والأملاح القاعدية بالرغم من كثافة الأشجار والكائنات الحية ونشاط عمليات التحلل إلا أن غزارة الأمطار تعمل على غسل التربة وإزالة مكوناتها العضوية والمعدنية مما يقلل من درجة خصوبتها. تتمثل هذه الترب في السواحل الشرقية لأمريكا الوسطى وشمال شرق أمريكا الجنوبية وفي وسط غرب أفريقيا وفي جنوب شرق أسيا وشمال شرق استراليا.

3- مجموعة ترب الحشائش: Grasslands

يمكن تقسيم مجموعة ترب الحشائش إلى ثلاثة أنوع رئيسية هي:

أ- ترب البراري: Prairie Soils

تقع هذه الأنواع من الترب ضمن نطاق الحشائش الطويلة (السفانا) وتمتاز بالتركيب الجيد وغناها بالمواد العضوية واللون الأسود وهي من الترب ذات الخصوبة العالية جداً، وتتمثل بالقرب من مجموعة ترب الغابات وبشكل أساس في وسط الأمريكيتين واسيا وأفريقيا.

ب- ترب الجيرنوزم: Chernozem Soils

تقع هذه الأنواع من الترب ضمن نطاق الحشائش القصيرة (الأستبس) وتمتاز بغناها بالمواد العضوية والأملاح القاعدية وارتفاع تركيز الكالسيوم واللون الأسود وهي أخصب الترب في مجموعة الحشائش، وتتمثل بالقرب من ترب البراري وبشكل أساس في وسط اوراسيا وأمريكا الشمالية.

ج- الترب الكستنائية (البنية) Chestnut Soils (Brown)

تقع هذه الأنواع من الترب في أطراف نطاق حشائش الأستبس وتعد من أفقر الترب في مجموعة الحشائش بالمواد العضوية بسبب قلة كثافة النباتات وهي غنية بالمواد المعدنية بسبب قلة تساقط الأمطار وذات لون بني، وتتمثل بالقرب من ترب الجيرنوزم وبشكل أساس في جنوب أمريكا الشمالية وأوربا وأفريقيا واستراليا.

4- مجموعة الترب الصحراوية: Deserts Soils

تقع هذه الأنواع من الترب ضمن نطاق النباتات الصحراوية الذي يرتبط بظروف المناخ الصحراوي الجاف، وتعد تربة السيروزم (Sirozem) من أكثر أنواع الترب الصحراوية انتشاراً على سطح الأرض. إن الخصائص الطبيعية لهذا النوع من الترب تمتاز بخشونة النسيج وقلة السمك بسبب عمليات التعرية الهوائية المستمرة كما تمتاز بألوان فاتحة وافتقارها للمواد العضوية وغناها بالأملاح القاعدية بسبب قلة النباتات وانخفاض كمية الأمطار المتساقطة. تتمثل الترب الصحراوية في جميع العروض الوسطى والدنيا وبشكل أساس في كل من أفريقيا واستراليا والأمريكتين.

5- الترب الجبلية: Mountains Soils

إن الترب الجبلية هي نوعاً من الترب الغير نطاقية غير أن وجودها في خريطة التوزيع الجغرافي للترب يستلزم دراستها وبيان خصائصها. إن المناطق الجبلية تشهد تبايناً عمودياً للظروف المناخية وأنواع النباتات بسبب عامل ارتفاع منسوب السطح مما انعكس على نوع التربة السائدة في كل منسوب. ولذلك فالجبال المرتفعة تمثل التوزيع الجغرافي لأغلب أنواع الترب النطاقية بصورة عمودية، فقد تظم الجبال من الأعلى إلى الأسفل ترب التندرا وترب الغابات وترب الحشائش وترب الصحاري.

إجمالاً تمتاز الخصائص الطبيعية للترب الجبلية بالنسيج الخشن وقلة العمق والجفاف وقلة المواد العضوية بسبب عامل الانحدار الذي يسهم في زيادة عمليات التعرية وإزالة مكونات التربة وعدم الاحتفاظ بالمياه ومن ثم قلة الغطاء النباتي.

مشكلات الترب: Soils Problems

إن جسم التربة في تغير مستمر (dynamic) بسبب استمرار تأثير نشاط عوامل تكوين التربة، وان التغيرات المحلية لقوة تأثير احد العوامل أو بعضها يؤدي إلى زيادة سرعة التغير في خصائص التربة مما يؤثر على درجة خصوبتها ومدى ملائمتها لنمو النباتات. تظهر المشكلة في التربة عندما تنخفض قابليتها في استيعاب النباتات وينخفض نمو وحجم وإنتاج النباتات بسبب التغيرات السلبية التي حدثت في خصائص التربة. من أبرز المشكلات التي تتعرض لها الترب هي:

أولاً- تعرية التربة: Soil Erosion

تعرية التربة هي ظاهرة طبيعية فيزيائية تعمل على نأكل التربة وتسهم في تشكيل مظاهر سطح الأرض وتحدث تعرية التربة بتوافر ثلاث خطوات هي

انفصال (Detachment) وإزالة جزيئات التربة تتبعها عمليات نقل لهذه الجزيئات ومن ثم ترسيبها، وتستمد التعرية طاقتها من الأمطار المتساقطة والمياه الجارية والرياح. إذ تعمل المياه الجارية والرياح على إزالة المواد المفتتة من التربة لاسيما من افاقها العليا مما يؤدي إلى انخفاض تركيز المواد المعدنية والعضوية اللازمة لنمو النبات كما تسهم التعرية في خشونة نسيج التربة وانخفاض أعماقها. تقسم التعرية إلى قسمين رئيسين هما:

أ- التعرية الهوائية: Wind Erosion

تحدث التعرية الهوائية عندما تعمل قوة الرياح على انفصال جزيئات التربة وحملها ونقلها إلى أماكن أخرى ومن ثم ترسيبها، وتحدث التعرية الريحية للتربة بثلاث طرق هي التدحرج والتعليق والزحف السطحي. إذ يعمل ضغط الرياح على تحريك جزيئات التربة الدقيقة ذات قطر 0.1 – 0.5 ملم على السطح ومن ثم تقفز عمودياً بارتفاع يبلغ بحدود 20– 30 سم ولمسافة قصيرة تقدر بحدود أربعة إلى خمسة أضعاف الارتفاع (Foth, 1990: 110)، وغالباً ما تحدث التعرية الهوائية في الأقاليم الجافة وشبه الجافة، وذلك لتوفر جملة من الظروف أهمها ما يأتي:

1- انخفاض كمية الأمطار المتساقطة.
2- انخفاض كثافة النبات الطبيعي.
3- ارتفاع درجات الحرارة اليومية.
4- جفاف التربة وتفكك أجزائها.
5- انبساط سطح الأرض.
6- رياح عالية السرعة.

ب- التعرية المائية: Water Erosion

تحدث التعرية المائية بشكل أساس من خلال عمل قوة قطرات الأمطار المتساقطة والمياه الجارية على تناثر جزيئات التربة ونقلها إلى أماكن أخرى، كما تعمل التيارات المائية والأمواج على نحت ضفاف الأنهار والبحيرات وسواحل البحار والمحيطات، وكذلك يمكن حصر الانزلاقات الأرضية (Landslides) ضمن التعرية المائية بالرغم من كونها تصنف كنوع ثالث للتعرية وباسم تعرية الجاذبية (Gravity Erosion) حيث يكون سطح الأرض في المنحدرات غير مستقر مما يعرضه للانزلاق مسبباً حركة التربة نحو الأسفل على شكل كتلة ويرجع سبب ذلك إلى دور المياه في زيادة وزن الرطوبة الموجودة في تربة المنحدرات ودور الجاذبية الأرضية في سحبها نحو الأسفل.

إن التعرية المائية تحدث في المناطق التي تتوفر فيها الظروف الآتية:

1- ارتفاع كثافة الأمطار المتساقطة.

2- ارتفاع سرع التيارات المائية الجارية.

3- ازدياد شدة انحدار سطح الأرض.

4- انخفاض كثافة النبات الطبيعي.

ثانياً: ملوحة التربة: Soil Salinity

إن ملوحة التربة تعني ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة في محلول التربة أو تراكم الأملاح على سطح التربة بالمقدار الذي يؤدي إلى انخفاض خصوبة التربة أو يجعلها غير صالحة للإنتاج الزراعي. وتعد الملوحة من اخطر مشكلات الترب في الأقاليم الجافة وشبه الجافة، وذلك لما للأملاح ولاسيما كلوريد الصوديوم من آثار سلبية كبيرة على التربة والنبات. حيث يعمل الصوديوم على تفتيت جزيئات التربة وتباعدها مما يجعل تركيب التربة غير جيد، كما تعمل الأملاح على تقليل حجم

المسامات مما يقلل من درجة نفاذية التربة، فضلاً عن ذلك تسهم زيادة تركيز الصوديوم في محلول التربة في تقليل جاهزة العناصر الغذائية للنبات وخاصة عنصر الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم من خلال انخفاض معدلات تركيزها في محلول التربة أو من خلال المساهمة في إعاقة امتصاصها من قبل النبات، فضلاً عن دور الصوديوم في انخفاض محتوى التربة من الأوكسجين. ولملوحة التربة آثار سلبية على الانشطة الحيوية للنبات مما يؤثر على مظهر النبات وكمية إنتاجه ونوعيته.

إن ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة في التربة يرجع لجملة أسباب أبرزها ما يأتي:

1- التجوية الطبيعية: تعد تجوية المواد المعدنية المكونة للصخور المصدر الأساس لجميع الأملاح الذائبة في التربة، إذ أن ارتفاع تركيز الأملاح أو احد الأيونات في التركيب الكيميائي للصخور ينعكس في زيادة ملوحة التربة وسيادة بعض الأيونات في التركيب الكيميائي للتربة.

2- ارتفاع ملوحة المياه الجوفية ومستواها: إن ارتفاع تركيز الأملاح في المياه الجوفية يسهم في تملح التربة من خلال عمليتي التبخر والخاصية الشعرية مما يؤدي إلى تراكم الأملاح على سطح التربة، غير أن تأثير المياه الجوفية لا يتوقف على نوعية المياه فحسب وإنما مستوى المياه وعمقها يحدد شدة التأثير إذ تزداد مساهمة المياه الجوفية في تملح التربة بارتفاع مستواها واقترابها من سطح التربة في حين ينعدم تأثيرها في تملح التربة حينما يزاد عمقها عن متر تقريباً.

3- نوعية مياه الري وكميتها: تعمل مياه الري على تزويد الأراضي المروية بالأملاح لاسيما في الترب ذات النفاذية المنخفضة والظروف المناخية الجافة، وكلما ازدادت ملوحة مياه الري وكميتها ازداد دورها في تراكم الأملاح على سطح التربة، ولذلك فان جهل الفلاح بالمقننات المائية للمحاصيل الزراعية وطرائق الري

التقليدية التي تعمل على غمر الأراضي المزروعة بالمياه يسهم في زيادة ملوحة التربة في ظل غياب مشاريع البزل.

الصيانة: Soil Conservation

1- صيانة التربة من التعرية الهوائية:

أ- خفض سرعة الرياح القريبة من سطح الأرض من خلال زراعة صف واحد أو صفين من الأشجار على شكل خط يكون عمودي مع اتجاه الرياح السائدة مما يعمل ما يعرف بحاجز للرياح (Windbreak) أو زراعة صفوف عديدة من الأشجار على شكل نطاق يحيط المنطقة من جميع جهاتها مما يعمل ما يعرف بالحزام الأخضر (Shelterbelt).

ب- زيادة مقاومة (Resistance) سطح التربة لعمليات التعرية الهوائية من خلال الإدارة الجيدة للتربة والتي تشمل الممارسة الصحيحة للحراثة والزراعة الكنتورية وزيادة المواد العضوية مما يعمل على تماسك جزيئات التربة ويحسن من تركيبها.

2- صيانة التربة من التعرية المائية:

أ- خفض قوة تأثير قطرات المطر على سطح التربة من خلال تغطية التربة بالمحاصيل الزراعية ويكون ذلك إما بإتباع نظام الزراعة الدورية أو بترك بقايا المحاصيل الزراعية بعد جني الثمار.

ب- خفض سرعة المياه الجارية من خلال زيادة كثافة الغطاء النباتي أو من خلال الحد من شدة انحدار سطح الأرض بواسطة زراعة المدرجات أو المصاطب.

ج- زيادة مقاومة سطح التربة لعمليات التعرية المائية من خلال الإدارة الجيدة للتربة.

3- صيانة التربة من الملوحة:

أ- إنشاء المبازل الحقلية مما يعمل على صرف المياه الفائضة عن احتياجات النباتات كما تسهم في خفض مستوى المياه الجوفية.

ب- اعتماد المقننات المائية في ري الأراضي الزراعية وإتباع أساليب الري الحديثة كالرش والتنقيط مما يقلل من كمية المياه المفقودة بالتبخر والتسرب فتقل تبعاً لذلك عمليات تراكم الأملاح على سطح التربة.

ج- العمل على خفض تركيز الأملاح الذائبة في التربة وخاصة أملاح الصوديوم من خلال عمليات غسل التربة، وتستخدم مياه ذات تركيز ملحي منخفض في عملية الغسل.

مصادر الفصل الثاني: References

[1] ستو، كيث (1986) علم المحيطات، (ترجمة تلفان عناد احمد)، جامعة البصرة.

[2] عبد العال، شفيق ابراهيم، وضيف، محمد عبد العزيز طه، وشاهين، رضا رجب (بدون سنة) كيمياء الاراضي، مركز جامعة القاهرة للتعليم المفتوح.

[3] Ellis, S. and Mellor, A.(2005) Soils and environment, Taylor & Francis , London and New York,

[4] FAO and UNESCO (1973) Irrigation, Drainage and Salinity, an international source book, First published, Hutchinson, London.

[5] Foth, H. D. (1990) Fundamentals of soil science, eighth edition, John Wiley & sons, New York.

[6] Julien, P. Y. (2002) River Mechanics, Cambridge university Press, UK.

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

[8] Wedepohl, K.H. (1995) The composition of the continental crust, Geochimicaet CosmochimicaActa,Vol.59, No. 7, ElsevierScienceLtd, USA, pp. 1217-1232.

[9] Morgan, M. D., Moran, J. M. and Wiersma, J. H. (1993) Environmental science : managing biological & physical resources, Wm. C. Brown (WCM), Oxford, England, 480 p.

الفصل الثالث

الموارد المائية

أشكال الموارد المائية: Water forms

إن المياه المتواجدة ضمن المجال الحيوي للأرض تتخذ ثمانية أشكال رئيسة وهي المحيطات والجليد والمياه الجوفية والبحيرات وماء التربة وبخار الماء والأنهار والكائنات الحية، وتقدر الكمية الإجمالية لحجم المياه في الكرة الأرضية بحدود 1.4 مليار كم^3 (جدول 7) لتشكل الغلاف المائي للكرة 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 دراسات الموارد المائية على تلك الأشكال الثلاثة فقط.

الدورة الهيدرولوجية: Hydrological Cycle

إن المياه المتواجدة في الكرة الأرضية تتبادل في أماكن تواجدها إذ تتنقل بين المحيطات وبين الرطوبة الجوية وبين البحيرات أو الأنهار وبين الكائنات الحية وبين رطوبة التربة والمياه الجوفية، كما تتبادل المياه بين إشكالها المختلفة إذ تتحول المياه بين حالات المادة الثلاثة (السائلة والصلبة والغازية). ولذلك فإن مياه الكرة الأرضية تمتزج فيما بينها بصورة مستمرة من دون أن يحدث تغير في الكمية الإجمالية للمياه.

إن هذا التبادل المستمر لمواقع المياه وأشكالها يسمى بالدورة الهيدرولوجية أو دورة المياه في الطبيعة (شكل 5). تستمد الدورة الهيدرولوجية طاقتها الحركية من الشمس والجاذبية الأرضية (Gravitation) ويأخذ الغلاف الجوي دوراً مهماً في عملية الربط بين المياه الموجودة في المحيطات والقارات، إذ يعمل الإشعاع

جدول 7 أشكال المياه وكميتها المخمنة ومساحاتها على الكرة الأرضية.

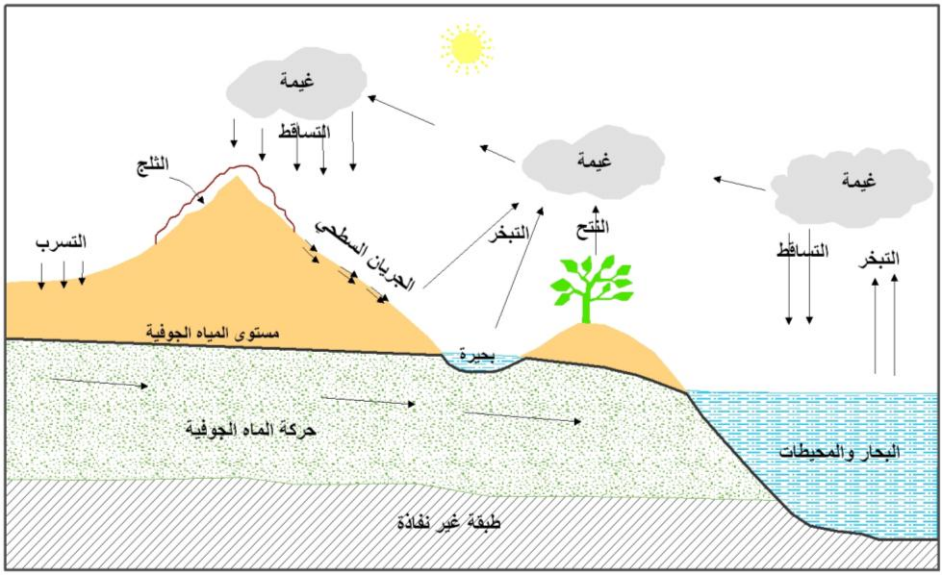
أشكال المياه	كمية المياه (مليون كم^3)	المساحة (مليون كم^2)	النسبة من مياه الكرة الأرضية	النسبة من مساحة الكرة الأرضية
البحار والمحيطات	1349.9	362	96.56	70.98
الجليد والثلوج	24.36	16.3	1.74	3.2
المياه الجوفية	23.40	134.8	1.67	26.43
البحيرات	0.231	4.7	0.017	0.92
ماء التربة	0.017	82	0.0012	16.08
بخار الماء	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, 2005: 692)

[2] (Sverdrupe etal., 2006: 342)

شكل 5 الدورة الهيدرولوجية.



الشمسي (Solar Radiation) على رفع درجات الحرارة مما يؤدي إلى تبخر المياه من المسطحات المائية ورطوبة التربة والنبات ويتجمع بخار الماء المتصاعد على شكل غيوم (Clouds) في طبقة التروبوسفير (Troposphere) من الغلاف الجوي من خلال عملية التكاثف، وتعمل الرياح على تحريك بخار الماء والغيوم من المحيطات إلى القارات، ويعمل التساقط الجوي على إيصالها إلى سطح الأرض.

إن المياه المتساقطة على سطح الأرض يتبخر جزءاً منها ويرجع إلى الغلاف الجوي ليضاف إلى رطوبة الهواء، كما يتسرب جزء من المياه المتساقطة إلى القشرة الأرضية ليغذي رطوبة التربة والمياه الجوفية، في حين يجري الجزء الأكبر من المياه المتساقطة على سطح الأرض ليشكل البحيرات والأنهار والتي تصب المياه في نهاية المطاف في المحيطات. إن المياه الجوفية يمكن أن تظهر على

سطح الأرض من خلال الينابيع والعيون أو عن طريق الخاصية الشعرية وامتصاص النباتات أو بعمليات الضخ البشري. كما يمكن أن تصب المياه الجوفية في البحيرات والأنهار عندما يكون مستواها أعلى من مستوى قاع البحيرات والأنهار.

أولاً: المياه السطحية: Surface Water

يقصد بالمياه السطحية جميع المياه المتواجدة فوق سطح الكتلة اليابسة للكرة الأرضية، وتعد مياه البحيرات والأنهار من أكثر أشكال الموارد المائية أهمية في حياة السكان وأكثرها استخداما. وعلى الرغم من كون المياه السطحية لا تمثل سوى 0.0171% من إجمالي المياه في الكرة الأرضية إذ تقدر كميتها الإجمالية بحدود 250 ألف كم^3 إلا أنها منتشرة في الأقاليم المناخية المختلفة فحتى الأقاليم الصحراوية الشديدة الجفاف تتواجد فيها المياه السطحية من خلال المجاري النهرية، ويحصل في هذا الفصل بيان الخصائص العامة للبحيرات والأنهار لكونهما من أهم أشكال المياه السطحية.

1- البحيرات: Lakes

على الرغم من كون البحيرات تدرس بشكل تخصصي من علم الليمنولوجي (Limnology) إلا أن الدراسات الجغرافية تهتم بدراسة البحيرات وذلك لأهميتها الكبيرة في حياة السكان والبيئة المحلية. إذ تعد البحيرات من الموارد المائية المهمة على سطح الأرض وذلك لكون مياه البحيرات تمثل بحدود 92.4 % من إجمالي المياه السطحية السائلة ويقدر حجم مياه البحيرات بحدود 231 ألف كم^3. وكذلك لتعدد مجالات استخدامها من السكان. إذ تعد البحيرات مورداً مهماً للمياه العذبة على سطح الأرض وتقدر كمية المياه العذبة في البحيرات بحدود 126 ألف كم^3

لتمثل 0.36% من إجمالي المياه العذبة في الكرة الأرضية، مما يجعلها صالحة للاستخدامات البشرية كلها كالشرب وري الأراضي الزراعية وتوليد الطاقة الكهربية، كما تعد البحيرات مورداً مهماً لإنتاج الثروة السمكية، وكذلك تستثمر العديد من البحيرات في تشييد المنتجعات السياحية، فضلاً على استثمار البحيرات لأغراض النقل والملاحة المائية ولاسيما في الأقاليم الصناعية والدول المتقدمة.

تعريف البحيرات: Concept of Lakes

إن أي كتلة من المياه متواجدة في منخفض أرضي غير مرتبط بالبحر يطلق عليها مصطلح بحيرة، وبغض النظر عن نوعية المياه فقد تكون مياه البحيرة مالحة ذات أصول بحرية وقد تتكون من مياه عذبة مصدرها التساقط وذوبان الثلوج. كما لم يشترط مصطلح البحيرة مساحة المياه لذلك فقد تكون البحيرة كبيرة الحجم وتشغل مساحات واسعة من سطح الأرض تماثل مساحة البحار حيث يطلق عليها بالبحار الداخلية (Inland Sea)، وقد تكون مساحة البحيرات صغيرة جداً يطلق عليها بالبرك (Ponds). كما يطلق مصطلح البحيرة على الأجزاء التي يتسع فيها مجرى النهر بشكل كبير. كذلك ليس بالضرورة أن تكون المياه دائمة (Permanent) في البحيرة إذ أن اغلب البحيرات الصغيرة المالحة وبعض البحيرات المتوسطة الحجم في الأقاليم الجافة تتغذى بالمياه بشكل متقطع ولذلك فالمياه المتاحة لا تكفي لتكوين بحيرات دائمة على مدار السنة.

إن المياه في البحيرات تمتاز بخلوها من النباتات الطبيعية وهذا ما يميزها عن المستنقعات (Swamps) والأهوار (Marshes) اللتين يمكن تعريفهما بأنهما مساحات منبسطة من سطح الأرض تغمر بالمياه بشكل مؤقت وبأعماق ضحلة تسمح لنمو النباتات المقاومة للمياه (Water Tolerant Plants) ويرتبط تواجدهما عادة بوديان السهول النهرية الواسعة والمناطق حديثة التجمد وقد يمثلان المرحلة الوسطى لتكوين واضمحلال البحيرات. كما تختلف المستنقعات عن

الأهـوار بنـوع النباتـات إذ تضـم المسـتنقعات نباتـات تسـيطر عليهـا الأشـجار (Trees) في حين تسود الحشائش (Grasses) في نباتات الأهوار.

الخصائص الطبيعية للبحيرات: Lakes Characteristics

تتبـاين البحيـرات المتواجـدة علـى سـطح الأرض فيمـا بينهـا بالعديـد مـن الخصـائص بسـبب اخـتلاف ظـروف البيئـة المحليـة وطريقـة نشـأتها و مـن أبـرز خصائص البحيرات ما يأتي:

1- ملوحة البحيرات: Water Salinity

تؤثر ملوحـة مياه البحيرات فـي طبيعـة تركيـز العناصـر الكيميائيـة والعضـوية ومقـدارها ممـا يحـدد مـدى صـلاحية الميـاه للاسـتخدامات المختلفـة وأهميتهـا الاقتصادية. إن ملوحـة المياه تتبـاين بين البحيرات بسبب تبـاين الموقـع الجغرافـي والظـروف المناخيـة وطبيعـة التغذيـة المائيـة وحجـم الميـاه فـي البحيـرة وعمقهـا ومساحتها، فقد تنخفض ملوحـة المياه فـي البحيرات المفتوحـة لتتراوح بين 100-200 ملغم/لتر فتكون بحيرات عذبـة، فـي حين قد ترتفـع الملوحـة فـي البحيـرات المغلقة لتصل إلـى أكثر من 100,000 ملغم/لتر لتكون ذات ملوحـة أعلـى من ملوحة المياه البحرية التي يبلغ معدلها بحدود 35,000 ملغم/لتر. وتمثل البحيرات العذبـة بحدود 54.5 % من إجمالي مياه البحيرات في العالم، وتعد بحيرة بيكال أكبر البحيرات العذبة في العالم. في حين تمثل البحيرات المالحة بحدود 44.5 % من إجمالي مياه البحيرات في العالم، ويعد بحر قزوين أكبر البحيرات المالحة في العالم.

2- درجة حرارة البحيرات: Water Temperature

تؤثر درجة حرارة المياه في البحيرات على درجة كثافتها مما يؤثر على طبيعة الأحياء النباتية والحيوانية وأنماطها، إذ يتقلص الماء ويزداد وزنه مع انخفاض درجات الحرارة مما يؤدي إلى تزايد كثافة الماء، ويتمثل أقصى حد لكثافة المياه العذبة في درجة حرارة تقدر بحدود 4 درجة مئوية إذ يرتفع مقدار الكثافة إلى حوالي 1 غم/سم^3. إن درجات الحرارة في المياه تتباين بين البحيرات بسبب تباين الموقع الجغرافي والظروف المناخية وعمق المياه ومساحتها، إذ ترتفع معدلات درجة حرارة سطح المياه في بحيرات العروض الاستوائية والمدارية لتتراوح بين 20- 30 درجة مئوية فتكون بحيرات حارة، في حين تمتاز الطبقة السطحية للمياه في بحيرات العروض القطبية بالانخفاض دون 4 درجة مئوية وتجمدها لفترة من السنة لتكون بحيرات شديدة البرودة.

3- منسوب البحيرات: Levels

يتباين منسوب سطح المياه في البحيرات ليس بسبب تباين الموقع الجغرافي وطبيعة سطح الأرض فحسب، بل يتأثر المنسوب بالظروف الهيدرومناخية أيضاً. وتتباين المناسيب في البحيرات بين 401 متر دون مستوى سطح البحر في البحر الميت في الأردن ليمثل أخفض بحيرات العالم، في حين يرتفع المنسوب إلى أكثر من 6000 متر فوق مستوى سطح البحر في البحيرات المتواجدة في هضبة التبت.

4- عمق البحيرات: Depths

تتباين أعماق المياه في البحيرات تبعاً للعوامل الطبوغرافية والظروف الهيدرومناخية. إذ يزداد العمق إلى حوالي 1637 متر في بحيرة بيكال (Baikal) في قارة أسيا، في حين ينخفض العمق إلى حوالي 5 متر في بحيرة تشاد في قارة

أفريقيا وقد يزداد انخفاض الأعماق ليصل إلى صفر بعد اختفاء مياه البحيرة بسبب انقطاع التغذية المائية والتبخر الشديد.

5- مساحة البحيرات: Areas

تشغل البحيرات مساحة 4.7 مليون كم^2 من سطح الأرض، وتتباين مساحة البحيرات بسبب عوامل تكوينها والظروف الهيدرومناخية. إن بحر قزوين في قارة أسيا يشغل مساحة تقدر بحدود 378 إلف متر مربع ليمثل أكبر بحيرة في العالم إذ يحوي ما يقارب من 40% من حجم مياه البحيرات في العالم، في حين تقل المساحة في بحيرة خضرا في مصر إلى أقل من 0.8 متر مربع لتمثل البحيرات الصغيرة في العالم.

التوزيع الجغرافي للبحيرات: Lakes Distribution

يضم سطح الأرض أعداداً لا حصر لها من البحيرات المتباينة في خصائصها العامة، حيث يوجد في ولاية ألاسكا الأمريكية وحدها أكثر من 3 مليون بحيرة. غير أن حجم المياه في البحيرات يتركز في عدد قليل من البحيرات الكبيرة حيث يوجد ما يقارب 80% من إجمالي كمية مياه البحيرات في 40 بحيرة.

إن البحيرات المتواجدة على سطح الأرض منتشرة في الأقاليم المناخية جميعها وتشغل مساحة تقدر بحدود 4.7 مليون كم^2 من سطح الأرض. غير أن توزيعها الجغرافي غير منتظم، حيث يزداد تركز انتشار البحيرات في المناطق الجبلية المتضرسة في حين يقل تركز الانتشار في المناطق السهلية، كما يزداد تركزها في المناطق الرطبة وينخفض في المناطق الجافة، وكذلك يزداد التركز في المناطق التي كان الجليد يغطيها في الأزمنة الجيولوجية الماضية وينخفض في المناطق الصحراوية. إجمالاً يتركز انتشار البحيرات بإحجامها المختلفة بشكل رئيس في ثلاث قارات من سطح الأرض والمتمثلة في أمريكا الشمالية وإفريقيا

واسيا حيث تضم بحدود 70% من إجمالي البحيرات في العالم. وفيما يأتي بيان مختصر لأكبر بحيرة في كل قارة والوطن العربي.

1- قارة آسيا: يعد بحر قزوين (Caspian Sea) أكبر بحيرة في العالم إذ تقدر مساحته بحدود 378 إلف متر مربع (جدول 8) ويمثل 40% من حجم مياه البحيرات في العالم، ويقع في قارة أسيا بين ثماني دول هي روسيا وكازاخستان من الشمال وإيران من الجنوب فضلاً عن جورجيا وأذربيجان وأرمينيا من الغرب وأوزباكستان وتركمانستان من الشرق، وتمتاز مياه بحر قزوين بارتفاع معدل تركيز الأملاح الذائبة.

2- قارة أمريكا الشمالية: تعد بحيرة سوبريور (Superior) من أكبر البحيرات في قارة أمريكا الشمالية وأهمها إذ تقع في الولايات المتحدة الأمريكية، وتقدر مساحتها بحدود 82.4 ألف كم^2، وتمتاز مياه البحيرة بانخفاض معدل تركيز الأملاح الذائبة.

3- قارة أفريقيا: تمثل بحيرة فكتوريا (Victoria) أكبر بحيرات القارة الأفريقية وأهمها إذ تقع بين الدول كينيا وتنزانيا وأوغندا، وتقدر مساحتها بحدود 69.4 ألف كم^2.

تمتاز مياه البحيرة بانخفاض معدل تركيز الأملاح الذائبة ولذلك تمثل ثاني أكبر كتلة للمياه العذبة في العالم بعد بحيرة بيكال.

4- قارة استراليا: إن بحيرة ايري (Eyre) تمثل أكبر بحيرة في قارة استراليا وأهمها، وتقدر مساحتها بحدود 9.6 ألف كم^2، وتمتاز مياه البحيرة بارتفاع معدل تركيز الأملاح الذائبة.

5- قارة أوربا: تعد بحيرة لادوكا (Ladoga) من أكبر البحيرات في قارة أوربا وأهمها إذ تقع في الجزء الغربي الأوربي من روسيا الاتحادية، وتقدر مساحتها بحدود 17.7 ألف كم^2، وتمتاز مياه البحيرة بانخفاض معدل تركيز الأملاح الذائبة.

جدول 8 التوزيع الجغرافي لأهم ثلاث بحيرات في كل قارة والوطن العربي.

القارة	البحيرة	الدولة	المساحة (ألف كم^2)	نوع المياه
أسيا	بحر قزوين	روسيا،إيران	378	مالحة
	بحر ارال	كازاخستان،أوزباكستان	36.3	مالحة
	بيكال	روسيا	12.2	عذبة
أمريكا الشمالية	سوبريور	أمريكا	82.4	عذبة
	هورن	أمريكا،كندا	59.8	عذبة
	ميشكان	أمريكا	58	عذبة
أفريقيا	فكتوريا	كينيا،تنزانيا،أوغندا	69.4	عذبة
	تنجانيقا	وسط أفريقيا	33	عذبة
	ملاوي		30	عذبة
استراليا	اير		9.6	مالحة
	نورنيس		5.7	مالحة
	سانت كلير		2.9	عذبة
أوربا	لادوكا	روسيا الاتحادية	17.7	عذبة
	اونيكا	روسيا الاتحادية	9.9	
	فانيرن	السويد	6.5	عذبة
أمريكا الجنوبية	ماراكايبو	فنزويلا	13.5	مالحة، عذبة
	تيتي كاكا	بيرو، بوليفيا	8.3	عذبة
	نيكاراكوا	نيكاراكوا	7.9	عذبة
الوطن العربي	بحر الميت	الأردن	9.45	مالحة
	ناصر	مصر	6.8	عذبة
	الثرثار	العراق	2.1	مالحة

6- قارة أمريكا الجنوبية: تعد بحيرة ماراكايبو (Maracaibo) من أكبر البحيرات في قارة أمريكا الجنوبية وأهمها إذ تقع في دولة فنزويلا، وتقدر مساحتها بحدود 13.5 ألف كم^2، وتمتاز مياه البحيرة بانخفاض معدل تركيز الأملاح الذائبة في قسمها الجنوبي في حين ترتفع ملوحة مياه البحيرة في القسم الشمالي.

7- الوطن العربي: يعد البحر الميت من أشهر البحيرات المنتشرة في الوطن العربي ويقع في الأردن وتقدر مساحته بحدود 9.45 ألف كم^2، وتمتاز مياه البحر الميت بارتفاع معدل تركيز الأملاح الذائبة.

2- الأنهار: Rivers

على الرغم من كون المياه الجارية في الأنهار لا تمثل سوى 0.006 % من مجموع المياه العذبة في الكرة الأرضية وحوالي 0.0001 % من إجمالي المياه في الكرة الأرضية. غير أنها تكتسب أهمية كبيرة في الدراسات التي تعنى بالموارد المائية والطبيعية، وذلك لكون الأنهار تعد من أكثر مصادر المياه على سطح الأرض استخداماً من قبل الإنسان ولها علاقة ارتباط وثيقة بحياة السكان ومراكز الاستيطان وطبيعة الأنشطة الاقتصادية المختلفة. وعلى الرغم من الضآلة النسبية للمياه الجارية في الأنهار إذ تقدر بحدود 2 ألف كم^3 مقارنة بحجم المياه في الكرة الأرضية البالغة بحدود 1.4 مليار كم^3 إلا أنها تعد من المكونات الديناميكية الأساس في الدورة الهيدرولوجية إذ تعمل على خلق توازن دائم في كوكب الأرض بين المياه في المحيطات والغلاف الجوي من خلال نقل الأمطار المتساقطة على سطح الأرض إلى المحيطات. كما تعد الأنهار من أهم أدوات التعرية (Erosional Agents) ونقل الرواسب (Sediments) على سطح الأرض، حيث تحمل مياه الأنهار خلال جريانها نحو المصبات في البحار والمحيطات كميات كبيرة ومتنوعة من الرواسب العالقة تقدر بحدود 13.5 مليار طن متري في

السنة مما يسهم في تغيير مظاهر سطح الأرض وتكوين الترب وتطوير خصائصها النوعية. فضلاً عن ذلك تكتسب المجاري النهرية أهمية كبيرة في الجانب السياسي لكونها تعد حدوداً سياسية تفصل بين المجال السياسي في العديد من الدول المتجاورة.

تعريف الأنهار: Concept of Rivers

إن التعريف المبسط للنهر هو عبارة عن مجرى محدد للمياه المتدفقة من الأمطار المتساقطة والثلوج الذائبة والمياه الجوفية، وتتحرك المياه في المجرى على وفق انحدار السطح من أقسامه العليا والتي تمثل منطقة منابع النهر (Sources) لتنتهي في المحيطات أو البحار أو البحيرات لتمثل منطقة مصب النهر (Estuary). وغالباً ما يتكون النهر من التقاء شبكة متعددة من الجداول الصغيرة والكبيرة المتعاقبة في إيصال المياه إلى مجرى النهر الرئيس لتعرف بالروافد (Tributaries). أما المساحة الأرضية التي تنحدر منها المياه باتجاه مجرى النهر والجداول فتعرف بالحوض النهري (Watershed).

الخصائص الطبيعية للأنهار: Rivers Characteristics

تتباين الأنهار النموذجية المتواجدة على سطح الأرض فيما بينها بأربع صفات (Parameters) أساس وهي مساحة الحوض وطول المجرى وحجم التصريف فضلاً عن نوعية المياه.

1- مساحة الحوض النهري: Drainage Basin Area

الحوض النهري هو مساحة من سطح الأرض تنحدر باتجاه الجداول والمجاري النهرية وتعمل على تجميع مياه المتساقطات الجوية بأشكالها كلها وتصرفها إلى مجرى النهر الرئيس من خلال الجريان السطحي والتحت سطحي أو بفعل الحركة الجانبية للمياه الجوفية، مما يؤدي إلى تغذية مجرى النهر بالمياه.

ولذلك يشتمل الحوض النهري على المناطق الرطبة والجافة جميعها المتصلة بمجرى النهر الرئيس سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة بداية من منطقة المنابع إلى منطقة المصب. تبلغ المساحة الإجمالية لأحواض الأنهار في العالم بحدود 54 مليون كم^2 لتمثل حوالي 36.49 % من المساحة الإجمالية لسطح الأرض. تتباين الأحواض النهرية في المساحة ويعد حوض نهر الأمازون في قارة أمريكا الجنوبية أكبر الأحواض النهرية في العالم إذ تبلغ مساحته بحدود 7 مليون كم^2 ليمثل بحدود 13 % من إجمالي مساحة أحواض الأنهار في العالم.

2- طول المجرى النهري: Channel Length

إن القياس الدقيق لطول المجرى النهري صعب جداً وذلك بسبب صعوبة تحديد بداية تكوين قناة المجرى الرئيسة وصعوبة تحديد نقطة مصب النهر فضلاً عن ذلك فإن العديد من المجاري النهرية المقترنة بالبحيرات والمستنقعات والأهوار تمتد لمساحات واسعة مما يصعب تحديد المجرى النهري، ولذلك يعتمد التخمين لإعطاء فكرة عن أطوال المجاري النهرية. تتباين المجاري النهري في أطوالها ويعد مجرى نهر النيل في قارة أفريقيا أطول الأنهار في العالم إذ يبلغ طول مجراه بحدود 6650 كم.

3- حجم التصريف المائي: Discharge

يقصد بالتصريف المائي كمية المياه الجارية في نقطة معينة من المجرى النهري وخلال مدة زمنية محددة، ويقاس عادة بوحدة المتر المكعب في الثانية (م^3/ثا). تقدر الكمية الإجمالية لتصريف مياه الأنهار في العالم إلى البحار والمحيطات بحدود 37.7 ألف كم^3/ سنة. تتباين الأنهار في حجم التصريف المائي ويحتل نهر الأمازون المرتبة الأولى في حجم التصريف المائي إذ يبلغ المعدل العام لتصريفه السنوي في المحيط الأطلسي بحدود 180 ألف م^3/ ثانية (

5670 كم^3/سنة) ليمثل حوالي 15 % من إجمالي حجم التصريف المائي للأنهار في العالم.

4- نوعية مياه الأنهار: Water Quality

تصنف مياه الأنهار ضمن المياه العذبة إذ يبلغ المعدل العالمي لمجموع الأملاح الذائبة (TDS) في مياه الأنهار بحدود 106 ملغم/لتر، غير أن نوعية المياه تتباين بين الأنهار إذ تنخفض معدلات الأملاح الذائبة إلى 26.4 ملغم/لتر في نهر اورينكو في قارة أمريكا الجنوبية و28.3 ملغم/لتر في نهر زائير في قارة أفريقيا لتمثل أعذب الأنهار النموذجية في العالم (Zhang *et al.*, 2010: 1-8)، في حين ترتفع معدلات تركيز الأملاح الذائبة في المحطات الجنوبية لنهر شط العرب في العراق في بعض السنوات إلى حوالي 23400 ملغم/لتر مما يجعل مياه النهر تقترب من ملوحة المياه البحرية (الأسدي، 2012: 37).

التوزيع الجغرافي للأنهار: Distribution of the Rivers

تمتد أحواض الأنهار على مساحات واسعة تقدر بحدود 54 مليون كم^2 ليمثل حوالي 36.49% من المساحة الإجمالية لسطح الأرض، وهي تنتشر في الأقاليم المناخية جميعها فحتى الأقاليم الصحراوية الجافة تخترقها المجاري النهرية، غير أن كمية المياه الجارية في الأنهار تتباين بين القارات بسبب تباين ظروف البيئة المحلية ولاسيما الظروف المناخية وأنواع الترب والتراكيب الجيولوجية وانحدار السطح. إذ تتصدر قارة آسيا المرتبة الأولى في كمية المياه الجارية في الأنهار وبمقدار 11.467 ألف كم^3/سنة لتمثل بحدود 30.36 % من إجمالي المياه الجارية في أنهار العالم (جدول **9**) ، ويرجع السبب الرئيس في ذلك إلى ضخامة مساحة القارة كما أنها تضم العديد من الأنهار الكبيرة في العالم. في حين تمثل قارة استراليا أدنى قارات العالم في كمية المياه الجارية في الأنهار وبمقدار

جدول 9 كثافة المياه الجارية في قارات العالم وحصة الفرد من المياه.

القارة	المساحة مليون كم^2	عدد السكان مليار نسمة*	تصريف المياه كم^3/سنة	النسبة من المياه الجارية	كثافة الجريان ألف م^3/كم^2 **	حصة الفرد من المياه م^3 ***
آسيا	**43.6**	**4.393**	**11467**	**30.36**	**263**	**2610**
أفريقيا	**30.3**	**1.186**	**4212**	**11.15**	**139**	**3551**
أمريكا شمالية	**35.5**	**0.36**	**6638**	**17.57**	**187**	**18439**
أمريكا جنوبية	**17.9**	**0.634**	**10435**	**27.63**	**583**	**16459**
أوربا	**9.8**	**0.738**	**3126**	**8.28**	**319**	**4236**
استراليا	**8.7**	**0.039**	**1888**	**5.00**	**217**	**48410**
مجموع	**135.8**	**7.349**	**37770**	**100**	**278**	**5139**

المصدر:

(UN, 2015: 1)

* عدد السكان بحسب تقديرات عام 2016.

** كثافة الجريان (م^3/كم^2) = حجم التصريف (م^3)/ المساحة (كم^2).

*** حصة الفرد من المياه (م^3) = حجم التصريف(م^3)/ عدد السكان.

1.888 ألف كم^3/سنة لتمثل بحدود 5% من إجمالي المياه الجارية في انهار العالم، ويرجع السبب الرئيس في ذلك إلى صغر مساحة القارة وسيادة الأقاليم المناخية الجافة وشبه الجافة. أما بخصوص كثافة الجريان المائي في الأنهار فتمثل قارة أمريكا الجنوبية المرتبة الأولى وبمقدار 583 ألف م^3/ كم^2/سنة، في حين تمثل قارة أفريقيا أدنى القارات وبمقدار 139 ألف م^3/كم^2/سنة. وبخصوص حصة الفرد الواحد من المياه الجارية فتمثل قارة استراليا أكثر قارات العالم من حيث حصة الفرد من المياه الجارية إذ يرتفع المعدل السنوي لنصيف الفرد في استراليا من المياه الجارية إلى حوالي 4700 م^3 على الرغم من كون قارة استراليا تمثل أدنى قارات العالم في كمية المياه الجارية ويرجع السبب في ذلك إلى انخفاض عدد سكانها إلى حوالي 40 مليون نسمة فقط، في حين ينخفض معدل نصيب الفرد الآسيوي من المياه الجارية إلى حوالي 2698 م^3 ولذلك تمثل قارة آسيا أدنى قارات العالم من حيث حصة الفرد من المياه الجارية على الرغم من كون قارة آسيا تمثل أعلى قارات العالم في كمية المياه الجارية ويرجع السبب في ذلك إلى الارتفاع الكبير في عدد سكانها إلى حوالي 4.25 مليار نسمة. أما عن المعدل العالمي لحصة الفرد من المياه الجارية فيقدر بحدود 5357 م^3. وفيما يأتي بيان مختصر لأهم نهر في كل قارة والوطن العربي:

1- قارة آسيا: يمثل نهر اليانكتز (Yangtze) أطول الأنهار في قارة آسيا ورابع أطول نهر في العالم بعد نهر النيل والأمازون والميسيسيبي إذ يبلغ طوله بحدود 6.3 ألف كم (جدول 10)، إذ يبدأ النهر من جنوب شرق وسط آسيا (الصين) ويصب في بحر شرق الصين في المحيط الهادي. تقدر المساحة الإجمالية لحوض النهر بحدود 1.8 مليون كم^2، ويبلغ المعدل السنوي للتصريف المائي في مجرى النهر بحدود 22 ألف م^3/ثانية (693 كم^3/سنة).

جدول 10 التوزيع الجغرافي لأهم ثلاثة أنهار في كل قارة والوطن العربي.

القارة	اسم النهر	مساحة الحوض مليون كم^2	الطول كم	التصريف ألف م^3/ثا	المصب
آسيا	يانكتز	1.8	6200	22	بحر شرق الصين
	أوب	3.37	5600	12.6	بحر كارا
	براهمابوترا	1.621	2897	20	خليج البنغال
أفريقيا	كونغو	3.6	4700	41	المحيط الأطلسي
	النيل	3.349	6695	2.7	البحر المتوسط
	النيجر	1.89	4180	6.1	خليج كينيا
أمريكا الشمالية	ميسيسيبي	3.9	6270	17.5	خليج المكسيك
	مكنزي	1.8	4241	7	بحر بيوفورت
	لورنس	1.114	1287	14	خليج سانت لورنس
أمريكا الجنوبية	الأمازون	6.8	6437	142	المحيط الأطلسي
	بارانا	2.58	4880	17.3	المحيط الأطلسي
	اورينكو	1.026	2560	17	المحيط الأطلسي
أوربا	الفولكا	1.38	3700	8.4	بحر قزوين
	الدانوب	0.816	2850	7	البحر الأسود
	الراين	0.156	1320	2	بحر الشمال
استراليا	موراي	1.131	2375	0.4	المحيط الهندي
	موربيجي		1485		المحيط الهندي
	دارلنك	1.057	1472	0.4	المحيط الهندي
الوطن العربي	الفرات	0.45	2940	0.87	الخليج العربي
	دجلة	0.37	1900	1.3	الخليج العربي

2- قارة أفريقيا: إن نهر الكونغو (Congo) أو زائير يعد ثاني أطول الأنهار في قارة أفريقيا بعد نهر النيل وتاسع أطول نهر في العالم إذ يبلغ طوله بحدود 4.7 ألف كم، يبدأ نهر الكونغو من وسط أفريقيا ويصب في الساحل الغربي للقارة في المحيط الأطلسي بمعدل تصريف مائي مقداره بحدود 41 ألف م^3/ثانية (1291.5 كم^3/سنة) ، وتقدر المساحة الإجمالية لحوض النهر بحدود 3.6 مليون كم^2.

3- قارة أمريكا الشمالية: يمثل نهر الميسيسيبي (Mississipi) أطول الأنهار في قارة أمريكا الشمالية وثالث أطول نهر في العالم بعد نهري النيل والأمازون إذ يبلغ طوله بحدود 6.3 ألف كم. تقدر المساحة الإجمالية لحوض نهر الميسيسيبي بحدود 3.9 مليون كم^2 حيث يمتد الحوض في أمريكا وكندا، ويصب النهر في خليج المكسيك في المحيط الهادئ بتصريف مائي يقدر معدلة السنوي بحدود 17.5 ألف م^3/ثانية (551 كم^3/سنة).

4- قارة أمريكا الجنوبية: إن نهر الأمازون (Amazon) يعد من أطول الأنهار في قارة أمريكا الجنوبية وثاني أطول نهر في العالم بعد نهر النيل إذ يبلغ طوله بحدود 6.4 ألف كم. ويعد نهر الأمازون أكبر أنهار العالم من حيث حجم التصريف المائي إذ يبلغ المعدل السنوي للتصريف المائي في مجرى النهر بحدود 142 ألف م^3/ثانية (4473 كم^3/سنة). كما يمثل حوض نهر الأمازون أكبر الأحواض النهرية في العالم إذ تقدر المساحة الإجمالية للحوض بحدود 6.8 مليون كم^2 ليمثل 44% من مساحة قارة أمريكا الجنوبية ويمتد حوض النهر في ستة دول هي بوليفيا وبيرو والبرازيل والإكوادور وغيانا وكولومبيا وفنزويلا، ويصب النهر في المحيط الأطلسي.

5- قارة أوربا: يعد نهر الفولكا (Volga) أطول أنهار قارة أوربا إذ يبلغ طوله بحدود 3.7 ألف كم. ويقع في الجزء الغربي الأوربي من روسيا الاتحادية ويصب في بحر قزوين، تقدر المساحة الإجمالية لحوض نهر الفولكا بحدود 1.38 مليون كم^2، ويبلغ المعدل السنوي للتصريف المائي في مجرى النهر بحدود 8.4 ألف م^3/ثانية (265 كم^3/سنة).

6- قارة أستراليا: يمثل نهر موراي (Murray) أطول أنهار قارة استراليا إذ يبلغ طوله بحدود 2.4 ألف كم. ويقع في الجزء الجنوبي الغربي من القارة، ويصب في المحيط الهندي، تقدر المساحة الإجمالية لحوض نهر موراي بحدود 1.131 مليون كم^2، ويبلغ المعدل السنوي للتصريف المائي في مجرى النهر بحدود 0.4 ألف م^3/ثانية (13 كم^3/سنة).

7- الوطن العربي: يعد نهر النيل (Nile) أطول نهر في العالم والوطن العربي إذ يبلغ طوله بحدود 2.7 ألف كم. ويقع في الجزء الشرقي من وسط قارة أفريقيا، ويتجه مجرى النهر شمالاً ليصب في البحر المتوسط في المحيط الأطلسي، تقدر المساحة الإجمالية لحوض نهر النيل بحدود 2.9 مليون كم^2، وعلى الرغم من امتداد حوض النهر في تسع دول أفريقية هي أثيوبيا وكينيا وأوغندا وتنزانيا وراوندا وبوروندا والسودان ومصر، غير أن حوالي 84% من مياه النهر تتدفق من أثيوبيا، ويبلغ المعدل السنوي للتصريف المائي في مجرى النهر بحدود 2.7 ألف م^3/ثانية (84 كم^3/سنة).

مشكلات المياه السطحية: Problems of Surface Water

هناك العديد من المشكلات المتعلقة بتواجد المياه السطحية في الكرة الأرضية وحجم المياه ونوعيتها ومن أبرز هذه المشكلات ما يأتي:

1- التوزيع غير المنتظم للمياه السطحية:

Unevenly Distribution of Water

على الرغم من انتشار المياه السطحية في الأقاليم المناخية جميعها على سطح الأرض إلا أنها تعاني من انتفاء الانتظام في التوزيع بسبب تباين الظروف المناخية والمظاهر الطبوغرافية والتكوينات الجيولوجية في البيئات المحلية المختلفة. إذ يتباين تركيز المياه السطحية الجارية بين القارات فيزداد تركيزها في قارة أمريكا الجنوبية وبمقدار 583 ألف م^3/كم^2/سنة لتمثل أكثر قارات العالم وفرة في المياه، في حين ينخفض مقدار التركيز إلى 139 ألف م^3/كم^2/سنة في قارة أفريقيا لتمثل أكثر قارات العالم في العجز المائي.

كما يتباين تواجد المياه السطحية بين المناطق المختلفة في القارة الواحدة، إذ تشهد بعض مناطق القارة تركزاً كبيراً للمياه لتمثل مناطق التخمة والوفرة المائية ومن أمثلتها إقليم هضبة البحيرات في شرق قارة أفريقيا وإقليم البحيرات العظمى في شمال شرق قارة أمريكا الشمالية، في حين تعاني مناطق أخرى في القارة نفسها من الجفاف والعجز المائي ومن أمثلتها الصحراء الكبرى في شمال قارة أفريقيا وصحراء أريزونا في جنوب غرب قارة أمريكا الشمالية.

إن التوزيع غير المنتظم للمياه على سطح الأرض يعرض المياه السطحية في مناطق الوفرة المائية إلى الهدر والتبديد في المحيطات والبحار من دون استثمار، في حين تعاني الموارد الأرضية في المناطق الجافة من الإهمال وندرة الاستثمار بسبب شح المياه وانتفاء كفاءتها لتلبية الاحتياجات المائية للاستثمارات المختلفة.

2- الفيضانات: Floods

يقصد بالفيضان هو الزيادة الاستثنائية لكمية التصريف المائي في المجرى النهري وارتفاع مناسيب المياه بما يفوق الطاقة الاستيعابية للمجرى مما يؤدي إلى

الانسياب الجانبي للمياه المتدفقة نحو المناطق السهلية المجاورة لضفتي المجرى النهري وإغراقها بالمياه.

إن فيضانات المجاري النهرية وما يرافقها من انغمار السهول الجانبية بالمياه تسبب كوارث طبيعية وبشرية واقتصادية، فعلى سبيل المثال تسبب فيضان نهر الميسيسيبي في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1993 في ومقتل 50 شخصاً إذ غطت مياه الفيضان مساحة من الأرض تقدر بحدود 9 مليون هكتار شملت تسع ولايات، وانكسر 1100 سد، وانجراف قطار والعديد من المركبات والجسور، وأغلقت طرق الملاحة لمدة شهرين. ويعد فيضان نهر هونك هو في الصين عام 1931 أسوء كارثة سببتها فيضانات الأنهار في تأريخ العالم المعاصر إذ بلغ عدد الأشخاص الذين غرقوا تحت المياه بحدود 3.7 مليون شخص، وقد غطت مياه الفيضان مساحة من الأرض تقدر بحدود 88 ألف كم^2 فضلاً عن الأراضي التي تأثرت بمياه الفيضان بشكل جزئي والتي قدرت مساحتها بحدود 21 ألف كم^2. ويعد فيضان عام 1967 من أشهر الفيضانات التي شهدها العراق في التأريخ المعاصر إذ غمرت مياه نهر الفرات على سبيل المثال 224 قرية مما تسبب في تهجير 153 ألف نسمة من السكان، كما غطت مياه النهر مساحة من الأرض الزراعية قدرت بحدود 98 ألف هكتار وبعمق تراوح ما بين 1–4 أمتار وبلغت عدد الماشية الضالة بحدود 531 ألف رأس.

3- نضوب المياه السطحية: Water Depletion

على الرغم من توسع نطاق التصحر (Desertification) في العالم بمقدار 21 مليون هكتار في كل سنة، فإن هناك العديد من الشواهد التي تعطي مؤشراً أكثر قوى لاتجاه المياه السطحية في بعض المناطق إلى النضوب. ومن هذه الشواهد تقلص مساحة بحيرة تشاد في أفريقيا من 20 ألف كم^2 إلى 13 ألف كم^2 بسبب تغير مسارات بعض الروافد التي تغذية البحيرة بالمياه. كما أدت

التغيرات المناخية في غرب وجنوب غرب استراليا إلى انخفاض كميات المياه الجارية إلى الخزانات التي تغذي مدينة برت بمقدار 50% من معدلها السنوي، وبخلاف ذلك فقد ازداد الطلب على المياه في استراليا بمقدار 65% خلال المدة 1985- 1996 مما يولد ضغطاً متزايداً على المياه ويؤدي إلى إجهاد المياه واستنزافها، وكذلك فإن إنشاء العديد من السدود والخزانات في أعالي حوض نهري دجلة والفرات في تركيا وسيادة الجفاف في منطقة الحوض أدى إلى انخفاض الإيراد المائي في العراق من حوالي 83.8 كم^3 في سنة 1979 إلى حوالي 26.2 كم^3 في سنة 2008، وتقلصت مساحة الأهوار المنتشرة في جنوب العراق بمقدار 75% من إجمالي مساحتها، وانخفاض كمية المياه الواصلة إلى مجرى شط العرب من حوالي 29 كم^3 في سنة 1979 إلى حوالي 2.2 كم^3 في سنة 2011.

4- تلوث المياه Water Pollution

تقل نقاوة المياه بزيادة تركيز الأملاح والمعادن المذابة في المياه مما يزيد من معدلات تلوث المياه وتصبح المياه غير صالحة للاستخدام عندما يرتفع تركيزها عن الحدود الطبيعية المسموح بها. تنشأ ملوثات المياه من مصادر متعددة أبررها ما يأتي:

1- النشاط الزراعي: يعد النشاط الزراعي مصدراً مهماً لتلوث المياه إذ تعمل عمليات التسميد الزراعي على إضافة المركبات الكيميائية والعضوية إلى مياه البزل المتصلة بالأنهار والبحيرات.

2- النشاط الحضري: تسهم المدن بتزويد مياه الأنهار والبحيرات بكميات كبيرة من الملوثات الذائبة والصلبة عن طريق مياه المجاري المنزلية والصناعية, إذ أن أكثر من 90% من مياه الصرف وأكثر من 70% من مياه المعامل تصرف إلى المجاري النهرية والبحيرات قبل المعالجة والتدوير, وتمتاز المجاري المنزلية

والصناعية بارتفاع تركيز المواد السامة والمركبات العضوية والعناصر النزرة أو الثقيلة والمغذيات.

3- النقل المائي: إن استخدام مياه الأنهار والبحيرات للنقل يسهم في تلوث المياه بالعديد من المواد ولاسيما المركبات الهيدروكربونية من خلال عمليات تفريغ المواد وطرح الفضلات من البواخر فضلاً عن عمليات تسرب المواد المنقولة بسبب الحوادث التي تتعرض لها البواخر.

الصيانة: Conservation

هناك العديد من الإجراءات التي يمكن من خلالها إدارة المياه لغرض إدامة وجود المياه وصيانتها من الهدر والتلوث والحماية من مخاطر الفيضان، ومن أبرز هذه الإجراءات ما يأتي:

1- إنشاء قنوات لنقل المياه وتحويلها من مناطق التخمة والوفرة المائية إلى مناطق العجز المائي، مما يسهم في إعادة توزيع المياه والحد من هدر المياه وتغذية المناطق الجافة بالمياه.

2- هناك عدة أساليب يمكن من خلالها الحماية من الفيضانات والحد من مخاطرها ومن أبرزها ما يأتي:

أ- زراعة الأشجار في الأحواض النهرية مما يزيد من اعتراض الجريان السطحي للمياه ويخفض من سرعة التيار المائي ويحد من وصول موجات الفيضان في وقت واحد، كما تعمل الأشجار على خفض معدل سرعة وصول الأمطار المتساقطة إلى سطح الأرض.

ب- إنشاء حواجز ترابية (Dikes) على طول ضفاف المجرى النهري مما يزيد من قدرة المجرى على استيعاب المياه ويحد من خطر الفيضانات.

ج- إنشاء الخزانات (Reservoirs) في المناطق القريبة من المجاري النهرية، ويتم تحويل جزء من مياه الأنهار خلال أوقات الفيضان إلى الخزانات للحد من

خطر الفيضان والإفادة من المياه المخزونة في الاستخدامات المختلفة خلال الأوقات الجافة.

3- العمل على ترشيد استهلاك المياه ولاسيما في المشاريع الزراعية وذلك لكونها المستهلك الأكبر للمياه وبمعدل عالمي يقدر بحدود 70% من إجمالي الاستخدامات المائية في العالم، ويتم ذلك بالعديد من الأساليب والتي من أبرزها اعتماد أساليب الري الحديثة (التنقيط والرش) التي تعمل على خفض الاحتياجات المائية الزراعية بمقدار 37% مقارنة بأساليب الري التقليدية. كما يمكن ترشيد استهلاك المياه في المشاريع الصناعية من خلال اعتماد بعض الأدوات والمكائن الحديثة في المصانع والتي تعمل على خفض الاحتياجات المائية الصناعية بمقدار 70% مقارنة بالمعدات القديمة، مما يسهم في إدامة المياه والحد من سرعة النضوب.

4- ضرورة تدوير ومعالجة مياه المجاري الزراعية والصناعية والمنزلية وإعادة استخدامها بدلاً من صرفها مباشرة إلى المجاري النهرية والبحيرات مما يعمل على تنمية الموارد المائية ويسهم في الحد من تلوث المياه.

ثانياً: المياه الجوفية Groundwater

على الرغم من كون المياه الجوفية تدرس بشكل تخصصي من الهيدروجيولوجيا (Hydrogeology) إلا أن الدراسات الجغرافية تهتم بدراسة المياه الجوفية وذلك لكونها تعد من الموارد المائية الرئيسة في الأقاليم التي تندر فيها المياه السطحية إذ تستخدم المياه الجوفية لتلبية ما مقداره 90% (الشبلاق وعمار، 1998: 1) من الحجم الإجمالي للاحتياجات المائية الزراعية والمنزلية والشرب في الدول ذات المناخ الصحراوي من خلال حفر الآبار، ويقدر حجم السكان الذين يعتمدون المياه الجوفية في تجهيز متطلباتهم اليومية بما يزيد على

2 مليار نسمة (Hiscock, 2005: 9). كما تعد المياه الجوفية المصدر الرئيس لاحتياطي المياه العذبة في العالم والدعامة الأساس لإمداد المياه في المستقبل. وكذلك تعد المياه الجوفية المتدفقة إلى سطح الأرض من خلال العيون والينابيع من العوامل الأساس لاستيطان السكان وتكوين العديد من المدن والقرى في العالم، كما يعتقد العديد من السكان أن الينابيع المعدنية (Mineralized) التي يرتفع فيها تركيز بعض المعادن والينابيع الحرارية (Therapeutic) التي ترتفع فيها درجة حرارة المياه بكونها ذات قيمة علاجية للعديد من الأمراض الجلدية والعظام والأعصاب. وكذلك تعد المياه الجوفية من المصادر المهمة لتغذية الأنهار والبحيرات بالمياه وإدامة الجريان السطحي.

مفهوم المياه الجوفية: Concept of Groundwater

تعد المياه الجوفية من أكبر خزانات المياه العذبة في العالم إذ تنتشر تحت سطح الأرض (Underground) في كل مكان تقريباً من بقاع العالم المختلفة لشمل مساحة مقدارها 134.8 مليون كم^2 لتمثل حوالي 90.08% من المساحة الإجمالية للجزء اليابس من سطح الأرض، في حين تقتصر المياه السطحية في أمكنة محددة (Restricted Locations) على سطح الأرض. تقدر كمية المياه الجوفية بحدود 23.40 مليون كم^3 لتمثل 1.67% من الحجم الإجمالي للمياه في الكرة الأرضية، كما تقدر كمية المياه الجوفية العذبة بحدود 10.53 مليون كم^3 لتمثل 45% من الحجم الإجمالي للمياه الجوفية وتمثل 30.04% من الحجم الإجمالي للمياه العذبة في الكرة الأرضية.

إن جميع المياه المتواجدة تحت سطح الأرض ضمن مسامات وشقوق الترب وصخور القشرة الأرضية يمكن أن تسمى بالمياه الجوفية، غير أن التباين العمودي لكمية المياه وكثافتها في أعماق القشرة الأرضية أدى إلى إمكانية تقسيم المياه الموجودة تحت سطح الأرض إلى قسمين رئيسين هما مياه المنطقة غير المشبعة

(Unsaturated Zone) ومياه المنطقة المشبعة (Saturated Zone) إن المياه الموجودة في الطبقة المشبعة هي المصدر الأساس لتجهيز الآبار (Wells) والعيون بالمياه، ولذلك فإن التسمية الفعلية للمياه الجوفية تطلق على مياه هذه الطبقة.

أصل المياه الجوفية: Origin of Groundwater

إن الأصل في تواجد المياه الجوفية في المسامات المتواجدة بين حبيبات المواد المكونة للقشرة الأرضية وتغذية المياه يرجع إلى العديد من المصادر، والتي من أبرزها ما يأتي:

1- المياه السطحية: Surface Water

تعمل مياه الأمطار المتساقطة وذوبان الثلوج والمياه المتواجدة في الأنهار والبحيرات والخزانات المائية على تغذية المياه الجوفية من خلال عمليات نضح المياه ونفاذها إلى داخل القشرة الأرضية مما يؤدي إلى زيادة رطوبة التربة وتغذية المياه الجوفية.

2- التساقط الجوي: Precipitation

تعمل مياه الأمطار المتساقطة وذوبان الثلوج على تغذية المياه الجوفية من خلال عمليات التسرب والنفاذ في مسامات التربة واتصالها بالمياه الجوفية ورفع مناسيبها. وقد تؤدي الأمطار المتساقطة في المناطق التي يمتاز سطحها بالانخفاض والاستواء إلى تشبع منطقة التهوية بالمياه مما يعمل على تجمع مياه الأمطار على سطح الأرض.

3- مياه الري: Irrigations

تسهم عمليات الري الزراعي في رفع رطوبة التربة في المناطق الزراعية إذ أن غياب أساليب الري الحديثة ومشاريع البزل والجهل بالمقننات المائية للمحاصيل

الزراعية يعمل على زيادة كمية مياه الري عن الاحتياجات المائية للنباتات. ينفذ جزء كبير من مياه الري الفائضة عن المقننات المائية إلى داخل القشرة الأرضية وتؤدي عمليات التسرب العميق إلى تغذية المياه الجوفية.

4- المياه البحرية: Marine Water

قد تكون مياه البحار والمحيطات هي المصدر الأساس في تواجد المياه الجوفية وتغذيتها غير أنها تقتصر على المناطق الساحلية التي يكون فيها مستوى ماء البحر أعلى من مستوى الماء الجوفي. كما تعمل المياه البحرية على تشبع الترب وتغذية المياه الجوفية بالمياه البحرية في المناطق التي كانت مغمورة بمياه البحار.

5- المياه الباطنية: Juvenile Water

قد يرجع أصل المياه الجوفية إلى باطن الأرض من خلال تطاير الغازات المتشربة مع مكونات باطن الأرض إلى القشرة الأرضية مما يؤدي إلى تفاعلات كيميائية تعمل على إنتاج المياه، وكذلك تعمل الحركات الأرضية كالبراكين على رفع المواد المنصهرة وبخار الماء من باطن الأرض إلى القشرة الأرضية مما يؤدي إلى برودتها وتكاثف البخار وتحوله إلى مياه.

6- التغذية الاصطناعية: Artificial Recharge

إن التوزيع غير المنتظم للمياه السطحية وتزايد استخدام المياه الجوفية ونضوبها لفت انتباه المختصين إلى فكرة نقل المياه السطحية الفائضة عن تلبية الاحتياجات المائية للاستخدامات المختلفة ولاسيما خلال مواسم الفيضانات إلى المناطق الجافة لغرض الحفاظ على المياه السطحية من التبديد والحد من خطر الفيضانات والمساهمة في تغذية المياه الجوفية من خلال نشر المياه على التربة أو بحفر الأخاديد والجداول أو من خلال طريقة حقن الحفر وآبار التغذية.

خزانات المياه الجوفية: Aquifers

تحتل المياه الجوفية فراغات الوسط المسامي في الطبقات الجيولوجية، وتسمى الطبقة الحاملة أو الخازنة للمياه بخزان الماء الجوفي أو المكمن الجوفي الذي يمكن تعريفه على أنه تكوين جيولوجي مشبع بالمياه يتألف في الغالب من صخور مسامية نفاذة يسمح بتسرب المياه وخزنها وحركتها، فضلاً عن قابليته الكافية لإنتاج المياه خلال عمليات السحب (Extraction) والضخ من الآبار.

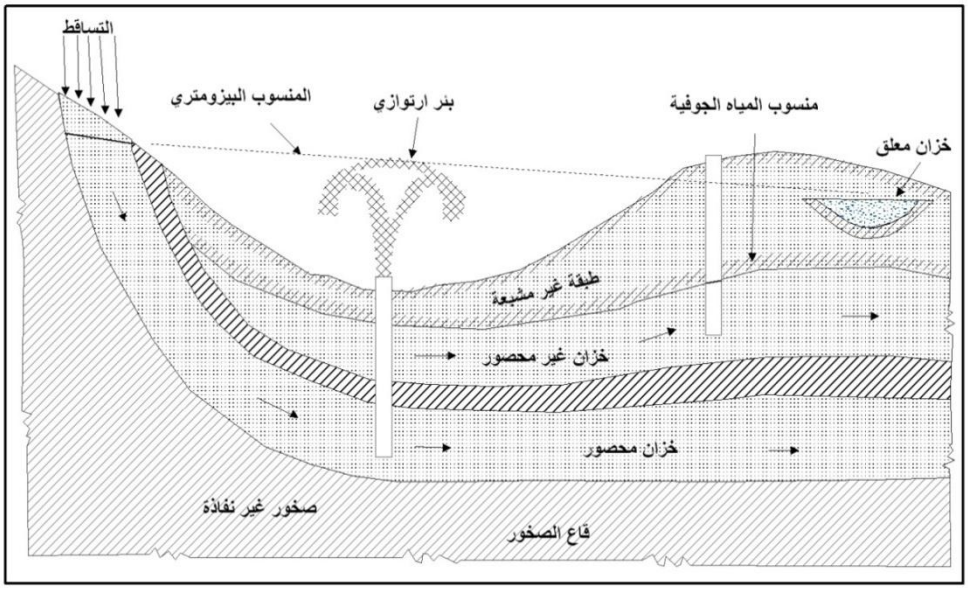
أنواع الخزانات الجوفية: Types of Aquifers

يتباين حجم المياه الجوفية وبعدها عن سطح الأرض ومقدار تحركها وقابليتها الإنتاجية خلال عمليات السحب مما يحدد كفاءتها للاستخدامات المختلفة. وتتحدد تلك الخصائص بطبيعة الخزان الجوفي، واستناداً إلى ذلك تم التمييز بين ثلاثة أنواع من الخزانات الجوفية، وفيما يأتي توضيح لتلك الخزانات:

1- الخزان المحصور: Confined Aquifer

هو تكوين جيولوجي محصور بين طبقتين من الصخور الغير نفاذة من الأعلى والأسفل (شكل **6**)، ولذلك فان هذا الخزان لا يتغذى بالمياه إلا من خلال المناطق التي تتكشف فيها الطبقات الخازنة للمياه على سطح الأرض. إن المياه في هذا التكوين تكون تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي بسبب تراكم ضغط الصخور فوق الطبقة الخازنة، ولذلك يتدفق مياه البئر في هذا التكوين بحرية ويرتفع مستوى ماء البئر أعلى من مستوى الخزان الجوفي من دون الحاجة إلى مضخة سحب المياه، ولذلك تسمى بالآبار في الخزانات المحصورة بالآبار الارتوازية (Artesian Wells) ولهذا السبب يسمى هذا التكوين بالخزان الارتوازي أيضاً. إن منسوب المياه المقاس في الآبار التي تخترق الخزانات

شكل 6 أنواع خزانات المياه الجوفية.



المحصورة يطلق عليه بالمنسوب البيزومتري (Piezometric Level). وذلك لكون الآبار التي تخترق هذا النوع من الخزانات يكون فيها مستوى المياه أعلى من قمة الخزان الجوفي بفعل الاستجابة لفرق الضغط بين الخزان الجوفي والغلاف الجوي.

2- الخزان غير المحصور (الحر): Unconfined Aquifer (Phreatic)

هو خزان محدود من الأسفل بطبقة صخرية غير نفاذة في حين تحده من الأعلى طبقة نفاذة، ولذلك فإن مياه الخزان الحر تقع تحت الضغط الجوي وتتأثر بالمتغيرات الموسمية الناجمة عن تباين كميات الأمطار المتساقطة. إن هذا

المكمن يمثل التوزيع العمودي للمياه الجوفية إذ يشتمل على الطبقة غير المشبعة ومستوى المياه الجوفية والطبقة المشبعة.

3- الخزانات المعلقة: Perched Aquifer

هي عبارة عن مكامن موقعية تتواجد ضمن المكمن الحر في الطبقة غير المشبعة فوق مستوى الماء الجوفي، وتتكون نتيجة وجود تشكيلات صخرية غير نفاذة تعمل على احتجاز المياه المتسربة من سطح الأرض وتعرقل تحركها نحو الأسفل وتحد من تغذية الطبقة المشبعة. تمتاز هذه المكامن بسعة صغيرة وإنتاجية قليلة وهي أكثر أنواع المكامن عرضة للتلوث والنضوب، ولذلك تسمى بالمكامن الكاذبة.

نوعية المياه الجوفية: Water Quality

تمتاز نوعية المياه الجوفية بارتفاع معدلات تركيز الأملاح الذائبة الكلية وبمعدل مقداره 598 ملغم/لتر مقارنة بنوعية المياه السطحية في الأنهار والتي يقدر معدلها بحدود 106 ملغم/لتر، ويرجع السبب في ذلك إلى الاتصال الدائم والمباشر للمياه الجوفية بالصخور مما يؤدي إلى تحلل العديد من المكونات المعدنية للصخور وإذابتها وامتزاجها بالمياه الجوفية مما يعمل على رفع تركيز الأملاح. كما تمتاز نوعية المياه الجوفية بالتباين المكاني الكبير إذ تتباين معدلات تركيز الأملاح بين أقل من 25 ملغم/لتر في ينابيع الكوارتز (Quartzite Spring) وهي بذلك تفوق في نقاوتها المياه السطحية في الأنهار، في حين ترتفع ملوحة المياه الجوفية إلى أكثر من 300,000 ملغم/لتر في المحاليل الملحية (Brines) (Todd & Mays, 2003: 330) وهي بذلك تفوق ملوحة المياه

البحرية في البحار والمحيطات. إن الاسباب الرئيسة لتباين ملوحة المياه الجوفية يرجع في الغالب الى جملة عوامل ابرزها طبيعة مصادر التغذية وانواع الصخور الخازنة للمياه والضروف المناخية السائدة.

حركة المياه الجوفية: Groundwater Movement

تتحرك المياه الجوفية أفقياً أو جانبياً (Moves Laterally) في الوسط المسامي للطبقة المشبعة في المكمن الحر، غير أن الحركة الجانبية للمياه الجوفية تمتاز بانخفاض سرعة التيار المائي إذ لا تتجاوز السرعة في الغالب على 50 سم/ساعة (Knapp, 2002: 11) وهي منخفضة مقارنة بسرعة مياه الجريان السطحي علماً أن سرعة حركة المياه في الطبقة غير المشبعة تكون اقل بكثير من سرعة المياه في الطبقة المشبعة. إن سرعة حركة المياه الجوفية تتباين زمنياً ومكانياً إذ تزداد السرعة خلال السنوات والمواسم الرطبة كما تزداد سرعة حركة المياه الجوفية في الطبقات الكلسية وفي الطبقات التي تزداد فيها خشونة حبيبات الترب والصخور الخازنة للمياه.

تتمثل الحركة الجانبية للمياه الجوفية في الفراغات والمسامات المتصلة في الطبقات الخازنة للمياه إذ تشكل هذه المسامات ممرات مائية أو خطوط للجريان. عندما تكون خطوط الجريان متوازنة ومنتظمة يسمى جريان المياه بالجريان ألصفائحي (Laminar Flow)، أما إذا كانت خطوط الجريان متعرجة ودورانية يسمى جريان المياه الجوفية بالجريان المضطرب (Turbulent Flow). يمتاز الجريان المضطرب بالسرعة العالية مقارنة بالجريان ألصفائحي وأن جريان المياه الجوفية في أغلب الأحيان يكون صفائحياً.

تؤدي الحركة الجانبية للمياه الجوفية دوراً مهماً في دراسة المياه السطحية والدورة الهيدرولوجية وذلك لأهميتها في تغذية الأنهار بالمياه خلال مواسم

الجفاف، كما تسهم المياه الجوفية في الجريان السطحي من خلال الينابيع، فضلاً عن أهمية حركة المياه الجوفية في رفع مستوى مياه الآبار أثناء عمليات الضخ المستمرة وبعدها.

الينابيع: Springs

تعد الينابيع من أبرز مظاهر تحرك المياه الجوفية وذلك لظهورها على سطح الأرض وسهولة قياسها وتحليلها واستخدامها في الأنشطة المختلفة. يمكن تعريف الينبوع على أنه تصريف مركز للمياه الجوفية يظهر في مواقع محددة على سطح الأرض على شكل تيار مائي متدفق من داخل القشرة الأرضية، وقد تعمل الينابيع في بعض الأحيان على تشكيل البحيرات الصغيرة (Ponds) أو الأنهار على وفق حجم التصريف المائي للينبوع وطبوغرافية المنطقة وظروفها المناخية.

مشكلات المياه الجوفية: Problems of Groundwater

هناك العديد من المشكلات المتعلقة بالمياه الجوفية والتي تحد من استخدامها كما تؤثر سلباً على الترب والصخور الخازنة لها، ومن أبرز تلك المشكلات ما يأتي:

1- تلوث المياه: Groundwater Pollution

إن تعرض المياه الجوفية إلى التلوث وزيادة ارتفاع معدلات تركيز الأملاح يعد من أبرز المشكلات التي تحد من عمليات استخدامها، إذ تعد المياه غير صالحة للشرب والري الزراعي إذا تجاوز تركيز الأملاح فيها حدود 7000 ملغم/لتر. يعد النشاط البشري السبب الرئيس في تلوث المياه الجوفية العذبة وزيادة

ملوحتها ولاسيما في المناطق الزراعي إذ تحوي الأسمدة الكيميائية والمبيدات الزراعية تركيزاً عالياً من النيتروجين N والفسفور P والبوتاسيوم K، كما تحوي العديد من المركبات العضوية. وتعمل مياه الري على إذابة تلك الأملاح والمركبات ونفاذها إلى المياه الجوفية مما يؤدي إلى تلوثها. وكذلك قد تلجأ بعض الدول للتخلص من النفايات من خلال طمرها تحت سطح الأرض مما يعرض المياه الجوفية للتلوث بفعل تحلل مكونات النفايات وما تحويه من مواد سمية واختلاطها بالمياه الجوفية بسبب الجاذبية الأرضية وعمليات التسرب وحركة المياه الجوفية. كما تعاني الدول النفطية من صعوبة التخلص من المياه الجوفية المصاحبة لعمليات ضخ النفط والتي ترتفع نسبتها في بعض الآبار النفطية لتمثل 1% من الحجم الإجمالي لعمليات ضخ النفط وتمتاز تلك المياه في الغالب بارتفاع الملوحة إلى 300,000 ملغم/لتر وارتفاع تركيز المواد المعدنية كالكبريت، وإن القانون الدولي يمنع رمي تلك المياه في البحار والمحيطات لذلك يتم التخلص منها في الغالب بنشرها على سطح الأرض في المناطق المنخفضة مما يؤدي إلى تسربها داخل التربة لتختلط بالمياه الجوفية وتلوثها.

2- نضوب المياه الجوفية: Groundwater Depletion

إن المكامن الجوفية مهما عظم سمكها المشبع ومساحة حوضها فإنها تخزن حجم محدد من المياه ولها كمية محددة من التغذية المائية الطبيعية التي تسهم في تجديد المياه المخزونة من خلال عمليات الحركة المستمرة للمياه الجوفية. ولذلك فإن عمليات الضخ وسحب المياه لغرض استخدامها في الأنشطة البشرية المختلفة يسهم في انخفاض حجم الخزين المائي والمناسيب ولاسيما في الخزانات المغلقة الخارجة عن نظام الدورة الهيدرولوجية، مما يعرض المخزون المائي للنضوب وتدهور نوعية المياه. وقد يؤدي نضوب المياه الجوفية إلى هبوط سطح الأرض

(Land Subsidence) كما حدث في منطقة وادي سان جوكين (San Joaquin Valley) في ولاية كاليفورنيا الأمريكية إذ هبطت مساحة من سطح الأرض بمقدار 3500 كم^2 وبعمق وصل في بعض المناطق إلى 10 أمتار بسبب عمليات ضخ المياه الجوفية للإنتاج الزراعي (Hiscock, 2005: 53).

3- ارتفاع مستوى المياه الجوفية: Rise of Water Table

إن ارتفاع مستوى المياه الجوفية واقترابها من سطح الأرض يعرضها لعمليات التبخر من خلال الخاصية الشعرية التي يصل معدل عمق تأثيرها إلى حدود 1 متر تحت سطح الأرض ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تمتاز بارتفاع درجات الحرارة مما يعمل على تغدق الترب الخازنة للمياه وتملحها ويخفض من الخصوبة والقدرة على الإنتاج الزراعي. كما يعد ارتفاع مستوى المياه الجوفية من المشكلات التي تواجه المهندسين في الإنشاءات الهندسية من خلال تأثير المياه الجوفية على مدى صلابة الترب ودرجة لدونتها مما يخفض من مقدار تحملها لارتفاع المباني وثقل وزنها.

الصيانة: Conservation

1- الحد من استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية في عمليات الإنتاج الزراعي في المناطق التي تتخذ من المياه الجوفية أساساً للري الزراعي، وتجنب طمر النفايات والتخلص من المياه المصاحبة لعمليات ضخ النفط في أحواض المياه الجوفية ولاسيما في الخزانات المفتوحة ذات المياه العذبة الصالحة للاستخدامات، وإن كان لابد من طمر النفايات تحت سطح الأرض أو نشر المياه الملوثة على سطح الأرض فلابد من اختيار مواقع في أدنى حوض الخزان الجوفي (المناطق التي تتجه إليها حركة المياه الجوفية) للحد من انتشار الملوثات.

2- يمكن إدامة المياه في الخزانات الجوفية من خلال وضع خطط استثمارية تتناسب مع حجم المخزون المائي والتغذية الطبيعية لضمان حالة التوازن بين عمليات الضخ من الآبار لتلبية الاحتياجات المائية في الاستخدامات المختلفة وبين حجم المياه الجوفية في الخزانات ومقدار التغذية الطبيعية. أما في الحالات التي تعرضت فيها الخزانات الجوفية للنضوب وانخفاض مناسيب المياه فيمكن معالجتها من حلال التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية والتي تتضمن جلب المياه من مناطق الوفرة المائية وإضافتها إلى الخزانات الجوفية أو العمل على زيادة تسرب مياه الأمطار.

3- أما المناطق التي تعاني من ارتفاع مناسيب المياه الجوفية واقترابها من سطح الأرض فيمكن العمل على خفض منسوب المياه الجوفية ذات الملوحة المرتفعة من خلال عمليات بزل المياه وصرفها إلى مناطق أخرى بواسطة شبكة من القنوات وربطها بقناة البزل الرئيسة أو من خلال عمل الحفر المفتوحة. وإذا كانت نوعية المياه الجوفية معتدلة الملوحة فيمكن الاستفادة من وفرة المياه الجوفية في ري الأراضي الزراعية أو في تغذية مناطق الشحة بالمياه، وكذلك يمكن الاستفادة من الوفرة المائية في تغذية المسطحات المائية في البحيرات والمستنقعات والأهوار وحتى الأنهار.

ثالثاً: البحار والمحيطات: Seas and Oceans

على الرغم من كون البحار والمحيطات تدرس بشكل تخصصي من علم المحيطات (Oceanography) إلا أن الجغرافيا تهتم بدراسة البحار والمحيطات اهتماماً كبيراً وذلك لكون المياه البحرية تشغل مساحة تقدر بحدود 362 مليون كم^2 لتمثل حوالي 71% من المساحة الإجمالية للكرة الأرضية، ويقدر حجم المياه في البحار والمحيطات بحدود 1.35 مليار كم^3 ليمثل حوالي 96.56% من الحجم الإجمالي للمياه في الكرة الأرضية. ولذلك تعد المياه البحرية أهم الظواهر الطبيعية على سطح الأرض إذ تتميز الكرة الأرضية عن سائر كواكب المجموعة الشمسية بسعة انتشار المياه ولذلك تسمى الكرة الأرضية أحياناً بالكوكب الأزرق (Blue Planet) أو الكوكب المائي (Watery Planet).

تضم مياه البحار والمحيطات العديد من الكائنات الحية التي تعد من الموارد الغذائية الأساس للإنسان والتي من أهمها الأسماك البحرية. كما يضم قاع البحار والمحيطات العديد من الموارد المعدنية والتي من أهمها النفط والغاز الطبيعي، إذ يمثل الإنتاج البحري للنفط بحدود 20% من الحجم الإجمالي للإنتاج العالمي، وأن حوالي 50% من إجمالي الاحتياطي العالمي للنفط يوجد في المناطق التي تشغلها مياه البحار والمحيطات (أبو لقمة والأعور، 1999).

إن مياه البحار والمحيطات تستخدم في مجال النقل والملاحة البحرية، إذ يعد النقل البحري أهم أنواع النقل وأرخصها ولذلك يمثل حجم التبادل التجاري البحري بحدود 75% من الحجم الإجمالي للتبادل التجاري في العالم. وللبحار والمحيطات أهمية في المجال السياسي، إذ تعد المياه البحرية من أهم أنواع التخوم التي تفصل بين الحدود السياسية للدول الساحلية. لقد استخدمت المياه البحرية كمورد مائي في العديد من المجالات الصناعية والزراعية والمنزلية وحتى في الشرب بعد عمليات التحلية ولاسيما في الأقاليم الجافة وشبه الجافة إذ بلغ المعدل العالمي لكمية التحلية المائية بحدود 13 مليون متر مكعب في اليوم الواحد (الأشرم، 2008)،

ولـذلك يقـدر الحجـم الإجمـالي لتحليـة الميـاه البحريـة فـي العـالم بحـدود 4.75 كم^3/سنة ، ومن الطبيعي أن تزداد أهمية المياه البحرية في الاستخدامات البشرية المختلفة بسبب الزيادة المضطردة في أعداد السكان، إذ بلـغ معدل الزيادة السكانية في الوقت الحاضر بحدود 74 نسمة/سنة، مما يولد ضغطاً متزايداً على الموارد المائية في البحار والمحيطات.

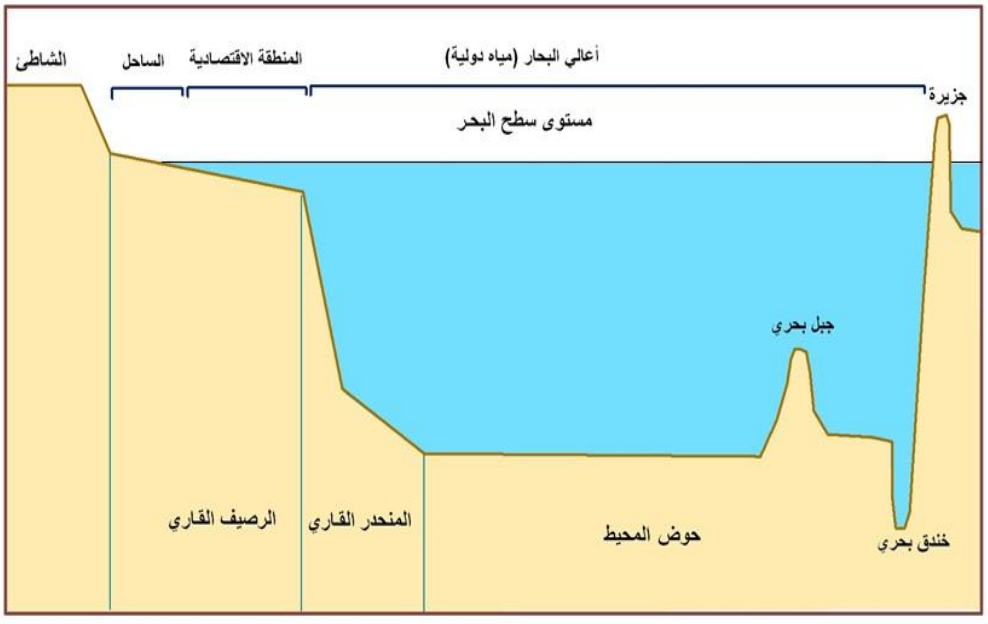
طبوغرافية قاع البحار والمحيطات: Topography of Seas and Oceans

إن طبوغرافيـة الأراضـي التـي تشـغلها ميـاه البحـار والمحيطـات تتبـاين فـي مستوى العمق ودرجة الانحدار مما يمكن من التمييز بين المناطق الطبوغرافية المختلفة لقاع البحار والمحيطات، كما أن المجال السياسي والاقتصادي للدول الساحلية في المياه البحرية قد اتخذت من عمق المياه وبعدها عن الساحل معياراً لترسيم الحدود السياسية والاقتصادية. ولذلك يمكن تقسيم سطح الأرض الذي تشغله المياه البحرية أو تصل إليه إلى مناطق عدة يوضحها (شكل **7**). وفيما يأتي توضيح لأبرز المناطق الطبوغرافية لقاع البحار والمحيطات والمناطق الموازية للمياه البحري:

1- الشاطئ: Beach

الشاطئ هي جميع المناطق الممتدة خلف الأجراف البحرية (Marine Cliffs) والتي تشرف على السواحل والمياه البحرية، تعد منطقة الشاطئ جزءاً من الأرضي اليابسة المرتفعة عن مستوى سطح الساحل بشكل بارز، غير أن المياه البحرية يمكن أن تصل إلى منطقة الشاطئ في بعض المواسم الاستثنائية بفعل الأمواج البحرية الشديدة.

شكل 7 المظاهر الرئيسة لطبوغرافية قاع المحيطات.



2- الرصيف القاري: Continental Shelf

تعد منطقة الرصيف أو الجرف القاري أول المناطق البحرية الموازية للمناطق الساحلية، إذ تنحدر من المنطقة الساحلية تجاه المياه البحرية لتنتهي بالمنحدر القاري، وعلى وفق القانون الدولي تتحدد حدود الرصيف القاري بالمياه البحرية الضحلة التي لا يزيد عمقها عن 180 متراً. يتباين الامتداد المساحي للأرصفة القارية مكانياً إذ يتراوح اتساعه بين 160- 1260 كم وقد ينتفي الرصيف القاري في بعض السواحل كما هي الحال في الساحل الجنوب الشرقي لفلوريدا وكذلك في الساحل الشيلي. تشغل الأرصفة القارية مساحة تقدر بحدود 32.58 مليون كم^2 لتمثل 9% من مساحة البحار والمحيطات (جدول **11**).

جدول 11 أهم المظاهر الطبوغرافية لقاع البحار والمحيطات.

المنطقة	معدل الانحدار (م/كم)	المساحة مليون كم^2	النسبة من المحيطات	النسبة من الكرة الأرضية
الرصيف القاري	2	32.58	9	6.39
الساحل	2	0.18	0.05	
الرصيف المغمور	2	32.40	8.95	
المنحدر القاري		39.82	11	7.81
المنحدر	70	21.72	6	
المرتفع	9	18.10	5	
حوض المحيط		289.60	80	56.78
السهول المحيطية	1	152.04	42	
الجبال البحرية		130.32	36	
الخنادق البحرية		7.4	2	
المجموع		362	100	71

المصادر:

[1] (Sverdrup *et al.*, 2006)

[2] (ستو، 1986)

إن الرصيف القاري يعد جزءاً من الأراضي اليابسة غير أنه قد غمر بالمياه البحرية خلال هذه الفترة من التأريخ الجيولوجي للأرض بسبب سيادة خصائص المناخ الدافئة وارتفاع مستوى سطح المياه البحرية. إن سطح القاع في الرصيف القاري يمتاز بالاستواء والانبساط إذ يبلغ المعدل العام لدرجة الانحدار بحدود 2 متر/كم، كما تمتاز المياه التي يشغل الرصيف القاري بالضحالة النسبية للأعماق فغالباً ما تنتهي حدوده بعمق لا يزيد على 135 متر. إن استواء قاع الرصيف القاري وضحالة الأعماق ربما يرجع سببه إلى كثرة الرواسب (Sediments) المتراكمة على القاع والتي مصدرها الأساس مصبات الأنهار والتعرية المائية للمنطقة الساحلية إذ تستطيع الأمواج أن تحرك الرواسب وتنقلها تجاه قاع البحر بعمق يصل إلى حوالي 100 متر.

تعد منطقة الرصيف القاري من أهم المناطق البحرية وذلك بسبب قربه من اليابسة كما يشتمل على الحدود السياسية المائية للدول الشاطئية، كما أن الضحالة النسبية لأعماق المياه تسهل عمليات استثمار الموارد الطبيعية في القاع، وكذلك تشتمل المياه في الرصيف القاري على العديد من الكائنات المائية الحية التي يمكن استثمارها غذاءً للإنسان كالأسماك. إن الرصيف القاري يضم العديد من الأجزاء والمناطق البحرية الثانوية والتي من أهمها ما يأتي:

أ- الساحل: Shore

الساحل هي المناطق الممتدة بموازاة مياه البحار والمحيطات لتمثل نطاق الاتصال بين المياه البحرية والأراضي اليابسة، إذ تمتد بين المياه البحرية والأجراف الصخرية المرتفعة المطلة على البحار والمحيطات، وتشغل المناطق الساحلية مساحة تقدر بحدود 0.18 مليون كم^2 لتمثل 0.05% من المساحة الإجمالية للبحار والمحيطات. تعد السواحل جزءاً من الأراضي اليابسة المرتفعة نسبياً عن مستوى سطح البحر إذ تصلها المياه البحرية خلال تيار المد والأمواج

البحرية، ولذلك ليس من الضروري أن تغطي المياه البحرية المنطقة الساحلية في جميع الأوقات.

ب- خط الساحل: Shore Line

يقصد بخط الساحل نقطة التماس بين المياه البحرية والأراضي اليابسة وهو خط متغير بسبب تباين مناسيب المياه البحرية خلال ظاهرة المد والجزر مما يؤدي إلى تقدم المياه البحرية نحو المنطقة الساحلية خلال تيار المد والتراجع عنها خلال تيار الجزر.

ج- خط الأساس: Base Line

إن خط الأساس هو آخر نقطة تصل إليها المياه البحرية في المنطقة الساحلية عند انسحاب المياه في أقصى جزر، ويمثل خط الأساس نقطة الصفر التي تحسب منها الحدود السياسية للمياه الإقليمية للدول الشاطئية.

د- المياه الإقليمية: Territorial Waters

المياه الإقليمية هي جزء من المياه البحرية التي يشغلها الرصيف القاري، وتمتد من خط الأساس باتجاه المياه البحرية إلى غاية 12 ميل بحري (بحدود 22 كم). تحدد المياه الإقليمية الحدود السياسية لملكية الدول الشاطئية وسيطرتها وسيادتها على المياه البحرية وعلى المجال الجوي الذي يعلو المياه الإقليمية فضلاً عن قاع البحر.

هـ- المنطقة الاقتصادية: Economic Area

المنطقة الاقتصادية هي جزء من المياه البحرية التي يشغلها الرصيف القاري وتمتد من خط الأساس باتجاه المياه البحرية إلى غاية 200 ميل بحري (بحدود 370 كم)، وتحدد المنطقة الاقتصادية حق الدول الشاطئية في استكشاف الموارد

الطبيعية الكامنة في قاع المحيط واستغلالها مع ضمان حقوق الدول الأخرى في الملاحة البحرية والجوية ضمن حدود المنطقة الاقتصادية.

3- المنحدر القاري: Continental Slope

المنحدر القاري هو منطقة انتقالية بين الرصيف القاري وحوض المحيط وهو الحد الفاصل بين التكوينات الجيولوجية للقارات والتكوينات الجيولوجية للمحيطات، ويمثل المنحدر القاري البداية الحقيقية لمساحة المحيطات.

يمتد المنحدر القاري من نهاية الجرف القاري بعمق لا يزيد على 180 متراً وينحدر بزاوية كبيرة يبلغ معدلها 70 متر/كم ليصل إلى عمق معدله 1800 متراً، وتشغل المنحدرات القارية مساحة تقدر بحدود 39.82 مليون كم2 لتمثل 11% من المساحة الإجمالية للبحار والمحيطات. إن الأجزاء الدنيا من المنحدر القاري تمتاز باعتدال انحدار السطح إذ ينخفض معدل درجة الانحدار إلى 9 متر/كم مما يميزها عن المنحدر القاري لذلك تسمى هذه المنطقة بالمرتفع القاري (Continental Rise) والتي تمثل منطقة الاتصال بالأحواض المحيطية.

4- حوض المحيط: Ocean Basin

يقصد بحوض المحيط قاع المحيط الذي يمثل أعمق مناطق البحار والمحيطات، إذ يقدر معدل عمق المياه في الأحواض المحيطية بحدود 3700 متراً. إن الأحواض المحيطية تمثل الجزء الرئيس من مساحة البحار والمحيطات إذ تشغل مساحة تقدر بحدود 289.60 مليون كم^2 لتمثل 80% من المساحة الإجمالية للبحار والمحيطات، وهي مساحة كبيرة جداً إذ تزيد على مساحة الجزء اليابس من الكرة الأرضية بحدود مرتين. يمتاز حوض المحيط بانبساط السطح إذ يبلغ المعدل العام لدرجة الانحدار بحدود 1 متر/كم، كما يمتاز السطح بعدم التجانس إذ تضم الأحواض المحيطية مظاهر طبوغرافية ثانوية أهمها الجبال

البحرية (Sea Mounts) التي يقدر معدل ارتفاعها بحدود 2000 متر فوق مستوى قاع البحار والمحيطات، وقد يزداد ارتفاع بعض المرتفعات ليظهر فوق سطح المياه البحرية على شكل جزر كما هي الحال في جزيرة أيسلندة في شمال المحيط الأطلسي، كما تضم الأحواض المحيطية خنادق بحرية عميقة (Sea Trenches) قد تصل أعماقها إلى 11020 متراً كما هي الحال في جزيرة ماريانا (Mariana) في المحيط الهادئ.

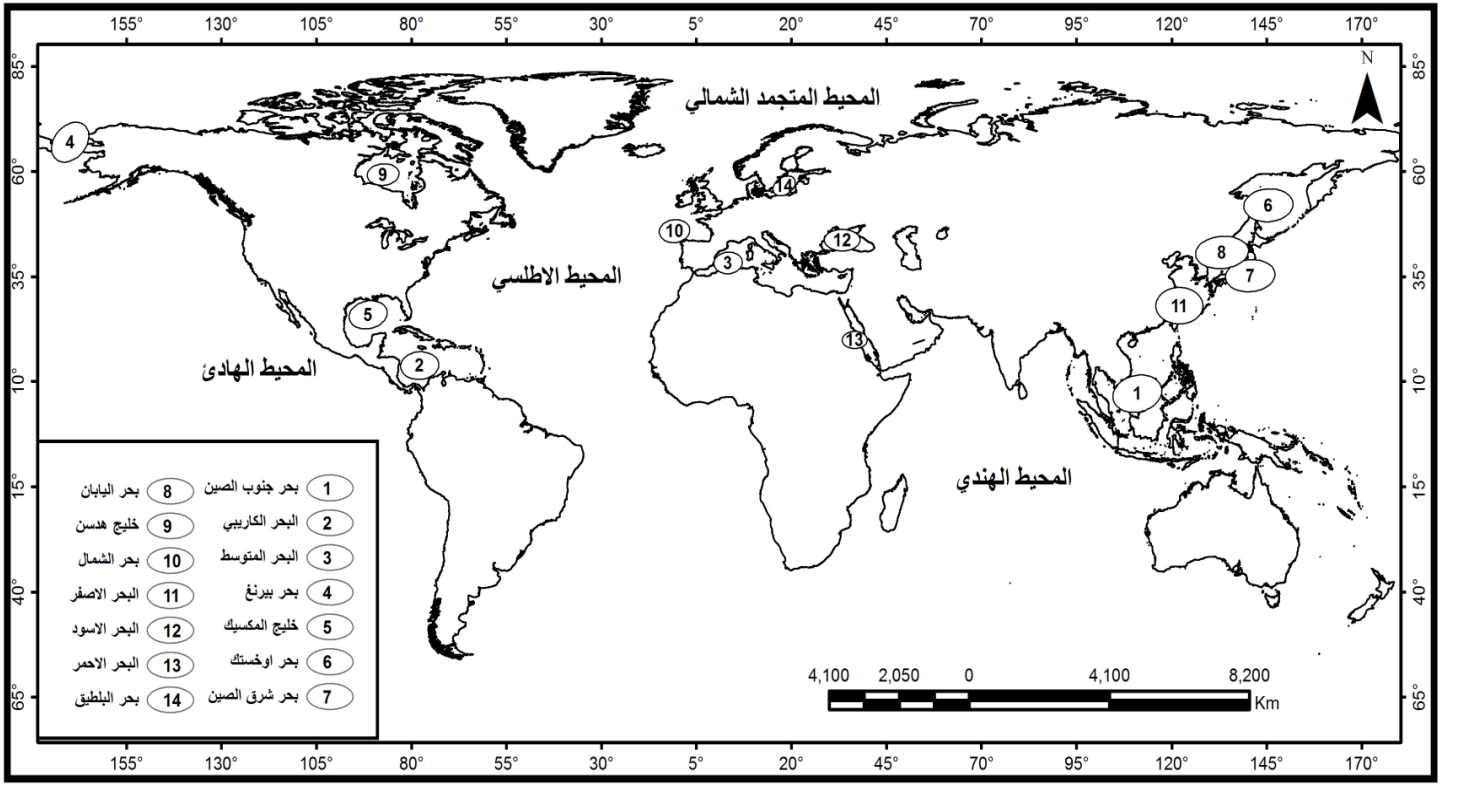
أقسام المحيطات: Divided of Oceans

على الرغم من الامتداد المتصل لمياه المحيطات وتشابه خصائصها الطبيعية لتشكل ما يطلق عليه بالمحيط العالمي، غير أن إحاطة المحيطات بالسواحل القارية لمسافات طويلة مكنت من تقسيم المحيط العالمي إلى أربعة أقسام رئيسة هي المحيط الهادئ والأطلسي والهندي والمحيط المتجمد الشمالي (شكل **8**). علماً أن الحدود الفاصلة بين تلك المحيطات الأربعة ليست واضحة وغير متواجدة في الأماكن جميعها، ولذلك فمن الناحية الجغرافية لا يمكن أن يدخل تقسيم المحيطات ضمن المعنى الدقيق لمصطلح الإقليم الجغرافي الذي يعني مساحة محددة من سطح الأرض تتشابه في الخصائص العامة وتتميز عن غيرها من المساحات الأخرى. وفيما يأتي توضيح أبعاد تلك المحيطات الأربعة:

1- المحيط الهادئ: Pacific Ocean

يمتد المحيط الهادئ من السواحل الغربية لقارتي أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية شرقاً إلى السواحل الشرقية لقارتي آسيا واستراليا غرباً، ومن الحدود الجنوبية للمحيط المتجمد الشمالي شمالاً إلى القارة القطبية الجنوبية جنوباً. إن المحيط الهادئ يتصل بالمحيط الأطلسي من الجنوب الشرقي إذ يفصل بينهما خط وهمي يمتد تقريباً مع امتداد خط الطول 70 درجة غرباً، كما يتصل بالمحيط

شكل 8 أقسام المحيط العالمي.



الهندي من الجنوب الغربي إذ يفصل بينهما خط وهمي يمتد تقريباً مع امتداد خط الطول 145 درجة شرقاً.

يحتل المحيط الهادئ المرتبة الأولى بين المحيطات من حيث سعة المساحة وحجم المياه البحرية ومقدار الأعماق، إذ يشغل مساحة تقدر بحدود 181.3 مليون كم^2 ليمثل بحدود 50.1% من المساحة الإجمالية للبحار والمحيطات (جدول 12)، وبذلك فإن مساحة المحيط الهادئ تزيد على مساحة الجزء اليابس من الكرة الأرضية البالغة 148 مليون كم^2 بمقدار 1.23 مرة، ويقدر حجم المياه في المحيط الهادئ بحدود 714.4 مليون كم3 ليمثل بحدود 52.92% من الحجم الإجمالي لمياه البحار والمحيطات، ويبلغ معدل أعماق المياه في حوض المحيط الهادئ بحدود 3940 متر تحت مستوى سطح البحر. إن معدل ملوحة المياه في المحيط الهادئ يقترب من المعدل العام لملوحة المياه البحرية إذ يقدر بحدود 34.8 غم/لتر. يتصل بالمحيط الهادئ العديد من البحار الهامشية ولاسيما في أطرافه الغربية وأهمها بحر جنوب الصين وبحر اوخستك وبحر شرق الصين وبحر اليابان والبحر الأصفر ومن أطرافه الشرقية بحر بيرنك.

2- المحيط الأطلسي: Atlantic Ocean

يمتد المحيط الأطلسي من السواحل الشرقية لقارتي أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية غرباً إلى السواحل الغربية لقارتي أوربا وأفريقيا شرقاً، ومن الحدود الجنوبية للمحيط المتجمد الشمالي شمالاً إلى القارة القطبية الجنوبية جنوباً.

إن المحيط الأطلسي يتصل بالمحيط الهندي من الجنوب الشرقي إذ يفصل بينهما خط وهمي يمتد تقريباً مع امتداد خط الطول 25 درجة شرقاً، كما يتصل بالمحيط الهادئ من الجنوب الغربي إذ يفصل بينهما خط وهمي يمتد تقريباً مع امتداد خط الطول 70 درجة غرباً، وكذلك يتصل المحيط الأطلسي من الشمال بالمحيط المتجمد الشمالي إذ تفصل بينهما الدائرة العرضية 55 درجة شمالاً.

جدول 12 أقسام المحيط العالمي من حيث المساحة وحجم المياه والملوحة والأعماق.

اسم المحيط	الهادئ	الأطلسي	الهندي	المتجمد الشمالي	المجموع/ المعدل
المساحة مليون كم^2	181.3	94.3	74.1	12.3	362
حجم المياه مليون كم^3	714.4	337.2	284.6	13.7	1349.9
ملوحة المياه غم/لتر	34.8	35.6	34.9	32	35
عمق المياه متر	3940	3575	3840	1117	3729
النسبة من المحيطات	50.1	26	20.5	3.4	100
النسبة من الأرض	35.6	18.5	14.5	2.4	71
النسبة من المياه	52.9	25	21.1	1	100

المصدر:

(الأسدي، 2014: 216)

يحتل المحيط الأطلسي المرتبة الثانية بعد المحيط الهادئ من حيث سعة المساحة وحجم المياه البحرية، إذ تمتد مياه المحيط على مساحة تقدر بحدود 94.3 مليون كم^2 ليمثل بحدود 26% من المساحة الإجمالية للبحار والمحيطات، ويقدر حجم المياه في المحيط الأطلسي بحدود 337.2 مليون كم^3 ليمثل بحدود 24.99% من الحجم الإجمالي للمياه في البحار والمحيطات. في حين يحتل المحيط الأطلسي المرتبة الثالثة في معدل أعماق المياه بعد كل من المحيط الهادئ والمحيط الهندي، إذ يبلغ معدل أعماق المياه في حوض المحيط الأطلسي بحدود 3575 متر تحت مستوى سطح البحر. إن معدل ملوحة المياه في المحيط الأطلسي يمثل أعلى معدلات الملوحة في المياه البحرية للمحيطات جميعها إذ يقدر بحدود 35.6 غم/لتر.

يتصل بالمحيط الأطلسي العديد من البحار أهمها البحر الكاريبي وخليج المكسيك وخليج هدسن في أطرافه الغربية، وكذلك البحر المتوسط وبحر الشمال والبحر الأسود وبحر البلطيق من أطرافه الشرقية.

3- المحيط الهندي: Indian Ocean

يمتد المحيط الهندي من السواحل الغربية لقارة استراليا شرقاً إلى السواحل الشرقية لقارة أفريقيا غرباً، ومن السواحل الجنوبية لقارة آسيا شمالاً إلى القارة القطبية الجنوبية جنوباً.

إن المحيط الهندي يتصل بالمحيط الهادئ من الشمال الشرقي والجنوب الشرقي إذ يفصل بينهما خط وهمي يمتد تقريباً مع امتداد خط الطول 145 درجة شرقاً، كما يتصل بالمحيط الأطلسي من الجنوب الغربي إذ يفصل بينهما خط وهمي يمتد تقريباً مع امتداد خط الطول 70 درجة غرباً. إن الموقع الجغرافي للمحيط الهندي يعد مميزاً ومختلفاً عن سائر المحيطات إذ لا يمتد كثيراً في النصف الشمالي للكرة الأرضية وإنما يصل امتداده شمالاً إلى 23.5 درجة شمالاً

تقريباً (مدار السرطان)، كما لا يوجد اتصال بين المحيط الهندي والمحيط المتجمد الشمالي وذلك بسبب إحاطة المحيط الهندي بالسواحل القارية من الشمال.

يحتل المحيط الهندي المرتبة الثالثة بعد المحيط الهادئ والمحيط الأطلسي من حيث سعة المساحة وحجم المياه البحرية، إذ تمتد مياه المحيط الهندي على مساحة تقدر بحدود 74.1 مليون كم^2 ليمثل بحدود 20.5% من المساحة الإجمالية للبحار والمحيطات، ويقدر حجم المياه في المحيط الهندي بحدود 284.6 مليون كم^3 ليمثل بحدود 14.5% من الحجم الإجمالي للمياه في البحار والمحيطات. في حين يحتل المحيط الهندي المرتبة الثانية في معدل أعماق المياه بعد المحيط الهادئ، إذ يبلغ معدل أعماق المياه في حوض المحيط الهندي بحدود 3840 متر تحت مستوى سطح البحر. إن معدل ملوحة المياه في المحيط الهندي يقترب من المعدل العام لملوحة المياه البحرية إذ يقدر بحدود 34.9 غم/لتر.

يتصل بالمحيط الهندي العديد من البحار الهامشية والخلجان أهمها البحر العربي والخليج العربي والبحر الأحمر وخليج البنغال، إن هذه البحار والخلجان جميعها تقع في الأطراف الشمالية للمحيط الهندي.

4- المحيط المتجمد الشمالي: Arctic Ocean

يتخذ المحيط المتجمد الشمالي موقعاً متميزاً ومختلفاً عن مواقع سائر المحيطات، إذ يقتصر امتداده ضمن حدود الدائرة القطبية الشمالية (Arctic Circle) الواقعة بين دائرتي عرض 66.5- 90 درجة شمالاً، وتنتهي حدوده الجنوبية بالسواحل الشمالية للقارات آسيا وأوربا وأمريكا الشمالية.

يتصل المحيط المتجمد الشمالي بالمحيط الهادئ من خلال ممر مائي ضيق يفصل بين ألاسكا الأمريكية وسيبريا الروسية، في حين يكون اتصال المحيط المتجمد الشمالي بالمحيط الأطلسي واسعاً وغير محدداً بسبب طول المسافة الفاصلة بين شمال غرب أوربا وشمال شرق أمريكا الشمالية.

يمتاز المحيط المتجمد الشمالي بالمحدودية النسبية في سعة المساحة وحجم المياه البحرية ومقدار الأعماق، إذ يقتصر امتداد مياه المحيط المتجمد الشمالي على مساحة تقدر بحدود 12.3 مليون كم^2 ليمثل بحدود 3.4% من المساحة الإجمالية للبحار والمحيطات، وينخفض حجم المياه في المحيط المتجمد الشمالي إلى حوالي 13.7 مليون كم^3 ليمثل بحدود 1.01% من الحجم الإجمالي للمياه في البحار والمحيطات. ويقل معدل أعماق المياه في حوض المحيط المتجمد الشمالي إلى حوالي 1117 متر تحت مستوى سطح البحر، ولذلك يمثل المحيط المتجمد الشمالي أصغر المحيطات وأكثرها ضحالة. إن معدل ملوحة المياه في المحيط المتجمد الشمالي يمثل أدنى معدلات الملوحة في المياه البحرية إذ يقدر بحدود 32 غم/لتر. يتصل بالأطراف الجنوبية للمحيط المتجمد الشمالي عدد من البحار أهمها بحر بيفورت في ألاسكا وبحر شرق سيبيريا.

الخصائص الطبيعية للمياه البحرية:

Characteristics of the Marine Water

تمتاز المياه البحرية في البحار والمحيطات بالعديد من الخصائص الطبيعية التي تميزها عن غيرها من المسطحات المائية، كما تشهد الخصائص الطبيعية للمياه البحرية تبايناً بين المحيطات المختلفة، فضلاً عن التباينات الأفقية والعمودية في الخصائص الطبيعية للمياه البحرية ضمن الحدود المحددة لكل بحر أو محيط، ومن أبرز الخصائص الطبيعية للمياه البحرية ما يأتي:

1- الملوحة: Salinity

على الرغم من ارتفاع المعدل العام لملوحة المياه البحرية إلى حوالي 35 غم/لتر إلا أن معدلات الملوحة في سطح المياه البحرية تتباين مكانياً بين 32-37 غم/لتر، ويميل التوزيع العام لملوحة سطح المياه البحرية إلى أن يكون على

شكل نطاقي إذ ترتفع معدلات الملوحة في العروض الوسطى بمقدار يتباين بين حوالي 36– 37 غم/لتر ويرجع سبب ذلك بشكل رئيس إلى المعدلات المرتفعة لحجم التبخر السطحي مما يعمل على ارتفاع ملوحة المياه. في حين تنخفض معدلات ملوحة سطح المياه البحرية في العروض الاستوائية بمقدار يتراوح بين حوالي 34– 35 غم/لتر ويرجع سبب ذلك بشكل رئيس إلى المعدلات المرتفعة لحجم التساقط الجوي مما يعمل على انخفاض ملوحة المياه. أما في العروض العليا (القطبية) فإن ذوبان الكتل الجليدية يعمل على انخفاض ملوحة المياه السطحية بمعدل يقدر بحدود 34 غم/لتر.

يشهد التوزيع النطاقي لملوحة المياه البحرية انحرافات محلية في المعدلات العامة بسبب تأثير مصبات الأنهار والتيارات البحرية. إذ تنخفض معدلات ملوحة مياه المحيط الهادئ في منطقة مصب نهر كولومبيا بسبب تدفق المياه العذبة للنهر. كما ترتفع ملوحة مياه بحر الشمال في أقسامه الشمالية الغربية بسبب تأثير التيار البحري للمحيط الأطلسي الذي يمتاز بارتفاع معدلات الملوحة.

2– درجة الحرارة: Temperature

على الرغم من اقتصار مدى توغل الإشعاع الشمسي في أعماق المياه بمقدار لا يتجاوز 200 متر، إلا أنه يعد المصدر الأساس للطاقة الحرارية في مياه البحار والمحيطات، إذ يمثل بحدود 99.9% من إجمالي الحرارة المكتسبة في المسطحات المائية.

إن عمليات اكتساب الحرارة وفقدانها في المياه تكون بطيئة السرعة مقارنة بسطح الأرض، ويرجع السبب في ذلك إلى ارتفاع الحرارة النوعية للمياه بمقدار 1 سعرة/غم/م^{o} مقارنة بالحرارة النوعية لصخور القشرة الأرضية والتي تتباين بين 0.17– 0.47 سعرة/غم/م^{o} (الأسدي، 2014: 222–223)، كما يمتاز سطح المياه بقدرة عالية في تشتيت الإشعاع الشمسي وانعكاسه إلى الغلاف الجوي،

وكذلك يستنفذ جزء كبير من الإشعاع الشمسي في عمليات التبخر السطحي من المسطحات المائية في حين يتحول الجزء الأكبر من الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية تخزن في سطح الأرض، فضلاً عن دور التيارات المائية في عمليات الاختلاط والتجانس الحراري بين الطبقات المائية مما يعمل على تشتيت الطاقة الحرارية المكتسبة وتوزيعها في كتلة مائية كبيرة الحجم بخلاف سطح الأرض إذ تقتصر عمليات اكتساب الطاقة الحرارية على سطح القشرة الأرضية المعرض للإشعاع الشمسي بشكل مباشر. لذلك ينخفض المدى الحراري في سطح المياه البحرية بين −1.5 – 28 درجة مئوية في حين يرتفع المدى الحراري في سطح القارات بمقدار يتباين بين −45 – 56 درجة مئوية.

إن التوزيع العام لمعدلات درجات الحرارة في سطح المياه البحرية يميل إلى أن يكون على شكل نطاقي، إذ ترتفع المعدلات في العروض الاستوائية بمقدار يتباين بين حوالي 17 – 28 درجة مئوية ويرجع سبب ذلك بشكل رئيس إلى زيادة شدة الإشعاع الشمسي وطول مدته مما يعمل على ارتفاع درجات الحرارة في سطح المياه البحرية. في حين تنخفض معدلات درجات الحرارة في سطح المياه البحرية في العروض العليا بمقدار يقل عن الصفر المئوي بسبب انخفاض درجات حرارة الهواء وذوبان الكتل الجليدية.

إن التوزيع النطاقي لدرجات الحرارة في سطح المياه البحرية يشهد انحرافات محلية في المعدلات العامة بسبب تأثير مصبات الأنهار والتيارات المحيطية وتوزيع اليابس والماء. إذ تسهم مصبات الأنهار في الغالب في ارتفاع درجة حرارة المياه البحرية، كما تعمل التيارات المحيطية الدافئة على رفع درجة حرارة المياه البحرية ضمن حدود حركة امتدادها في حين تعمل التيارات المحيطية الباردة على خفض درجات الحرارة في المياه البحرية.

3- الكثافة: Density

تعد الكثافة من الخصائص الفيزيائية الضرورية في الدراسات الهيدرولوجية التي تطال البحار والمحيطات، وذلك لكونها تعطي مؤشراً قوياً على تحديد حجم حركة التيارات البحرية الأفقية والعمودية واتجاهها وسرعتها.

تتباين كثافة المياه البحرية أفقياً تبعاً لتباين درجات الحرارة في المياه ومقدار تركز الأملاح الذائبة فضلاً عن مقدار الضغط المسلط على المياه البحرية. إن كثافة المياه تتأثر بشكل كبير بتغير درجات الحرارة، إذ تؤدي الزيادة في درجات حرارة المياه إلى زيادة حجم الطاقة وتمدد الجزيئات المائية ونشاط حركتها مما يعمل على زيادة حجم الكتلة المائية في وحدة المساحة فتنخفض كثافة المياه. ولذلك تكون المياه الدافئة ذات كثافة منخفضة مقارنة بالكثافة في المياه الباردة مما يجعل المياه الدافئة تطفو فوق المياه الباردة.

كما تتأثر كثافة المياه بمقدار تركيز الأملاح الذائبة في المياه، إذ تزداد الكثافة مع زيادة ملوحة المياه (علاقة طردية) ويمكن إرجاع سبب ذلك إلى أن مادة الملح هي في الأصل أكثر كثافة من كثافة المياه. ولذلك تزداد كثافة المياه البحرية مقارنة بالكثافة في المياه العذبة.

كذلك تتأثر كثافة المياه بمقدار الضغط المسلط على المياه، إذ تزداد الكثافة مع زيادة مقدار الضغط (علاقة طردية) ويمكن تعليل سبب ذلك إلى أن زيادة الضغط المسلط على المياه يؤدي إلى تقلص الجزيئات المائية وتراصها مع بعضها مما يعمل على انخفاض حجم المياه ويزيد من كثافتها. إن كثافة المياه البحرية تزداد بزيادة الأعماق ويرجع السبب في ذلك إلى زيادة الضغط المسلط على المياه بفعل زيادة ثقل الطبقات المائية، كما أن درجات الحرارة في المياه البحرية تنخفض مع زيادة الأعماق مما يؤدي إلى زيادة كثافة المياه.

حركة المياه في البحار والمحيطات: Movement of Ocean Water

إن المياه السطحية في البحار والمحيطات غير ثابتة وإنما في حركة مستمرة بفعل العديد من القوى والتي تعمل على دفع المياه البحرية وتحريكها أفقياً وعمودياً. وتعد الأمواج والتيارات المحيطية وظاهرة المد والجزر من أبرز القوى المسببة لحركة المياه البحرية. وفيما يأتي بيان تلك القوى:

1- الأمواج: Waves

تعد الأمواج من الظواهر الفيزيائية الشائعة في البحار والمحيطات ولاسيما في المناطق الساحلية، وهي من العوامل الرئيسة المؤثرة في تشكيل السواحل وتكوين الرواسب البحرية، فضلاً عن تأثيرها الكبير في الملاحة المائية. يمكن تعريف الأمواج البحرية على أنها الحركة العمودية والأفقية للجزيئات المائية في الطبقة السطحية الناتجة بفعل اضطرابات سطح المياه، إذ يتحرك السطح المائي في مدارات دائرية أو بيضوية الشكل متعاقبة من خلال عمليات ارتفاع الجزيئات المائية وانخفاضها مع تقدم وزحف بسيط للكتل المائية التي تشملها الحركة المدارية للمياه.

تعد الرياح المصدر الأساس لحركة الأمواج واتجاهها ومدتها وانتشارها إذ تستمد الأمواج طاقتها الحركية من الرياح من خلال جهد الاحتكاك المتولد بفعل الاتصال المستمر بين الرياح والسطح المائي، وكذلك ضغط الرياح المسلط على المياه بفعل قوة الاصطدام. وقد تنشأ الأمواج بفعل الهزات الزلزالية في القشرة الأرضية لقاع الأحواض البحرية والمحيطية ولاسيما في نطاق الأخاديد، ويسمى هذا النوع من الأمواج البحرية بالتسونامي (Tsunami)، وتكون هذه الأمواج عنيفة بفعل الطاقة الحركية الهائلة التي تحملها مقارنة بالطاقة المتولدة بفعل ضغط الرياح وجهد الاحتكاك، ولذلك تؤدي الأمواج الزلزالية في الغالب إلى قتل السكان وتهجيرهم وتدمير المنشأة المدنية في المناطق الساحلية.

2- المد والجزر: The Tides

يمكن تعريف ظاهرة المد والجزر بشكل مبسط على أنها حالات من التذبذب الغير منتظم لمستويات المياه في المسطحات المائية الواسعة جراء تعرضها لفترات دورية متعاقبة من ارتفاع المناسيب وانخفاضها. إذ تسمى حالة ارتفاع مستوى المياه بالمد (Flood) في حين تسمى حالة انخفاض مناسيب المياه بالجزر (Ebb) وتفصل بينهما حالة من الركود في حركة المياه قبل أن يتحول اتجاه التيار المائي نحو المد أو الجزر تسمى هذه الحالة بركود المياه (Slake Water).

تنشأ ظاهرة المد والجزر في المياه البحرية من التوازن بين قوة الجذب للقمر والشمس من جهة وبين قوة الطرد المركزية للأرض من جهة أخرى. تعمل قوة جذب القمر على سحب المياه السطحية نحو المواقع المجابهة للقمر في حين تعمل القوة الطاردة المركزية للأرض على دفع المياه نحو المواقع المعاكسة للقمر، مما يؤدي إلى تركيز المياه في الطرفين المتقابلين للأرض فترتفع مناسيب المياه في تلك المواقع ويحدث المد في حين تشهد المواقع الجانبية للأرض انخفاض مناسيب المياه ويحدث الجزر.

إن الأرض تدور حول محورها ويستغرق المعدل الزمني لهذه الدورة بمقدار 24 ساعة، لذلك يختلف موقع القمر من الأرض وتتبدل مواقع المد والجزر على سطح الأرض مرتين في اليوم الواحد مما يؤدي إلى حدوث مدين وجزرين في اليوم الواحد ويسمى هذا النمط من المد بالنصف يومي (Semidiurnal Tide). ولكون الفترة الزمنية للدورة المدية تستغرق 12 ساعة و25 دقيقة فإن حدوث دورتين للمد يستغرق فترة زمنية مقدارها 24 ساعة و50 دقيقة لذلك فإن بداية المد تتأخر يومياً بحدود 50 دقيقة، وذلك بسبب أن معدل طول اليوم يبلغ 24 ساعة. تزداد الفترة الزمنية للدورة المدية في المناطق الواقعة ما بعد دائرة عرض 66.5

شمالاً وجنوباً وذلك بسبب انحراف محور الأرض بزاوية مقدارها 23.5 درجة وتستغرق في بعض المناطق بحدود يوم كامل (24 ساعة)، لذلك تشهد مداً وجزراً واحداً في اليوم الواحد ويسمى هذا النمط من المد باليومي (Diurnal Tide).

3- التيارات المحيطية: Ocean Currents

يمكن تعريف التيارات المحيطية على أنها تحركات منتظمة لكتل من المياه البحرية في اتجاهات محددة ضمن الأحواض البحرية والمحيطية، بفعل جملة عوامل ابرزها التباين في الخصائص الطبيعية للمياه البحرية من حيث الكثافة واللزوجة والحرارة والملوحة والضغط وكذلك قوة دفع الرياح للمياه السطحية والتباين المحلي لمناسيب المياه فضلاً عن قوة كوريولس. على الرغم من تباين الخصائص الطبيعية للتيارات المحيطية من حيث درجات الحرارة والملوحة والكثافة وحجم الكتلة المائية المتحركة وسرعة الحركة إلا أن درجة الحرارة تعد العنصر الأساس في التمييز بين التيارات إذ يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسين هما التيارات الدافئة والتيارات الباردة. وبصورة عامة تمتاز التيارات المحيطية المتجهة شمالاً بالدفء في القسم الشمالي من الكرة الأرضية وذلك لكونها تنتقل من المناطق الدافئة إلى مناطق باردة نسبياً في حين تكون باردة في القسم الجنوبي من الكرة الأرضية وذلك لكونها تنتقل من المناطق الباردة إلى مناطق دافئة نسبياً، وبخلاف ذلك تمتاز التيارات المحيطية المتجهة جنوباً بالبرودة في القسم الشمالي من الكرة الأرضية في حين تكون دافئة في القسم الجنوبي من الكرة الأرضية. للتيارات المحيطية أهمية كبيرة في خلق حالة من التوازن الطبيعي لخصائص المياه البحرية ومناسيب سطح المياه في البحار والمحيطات، إذ تعمل التيارات المحيطية على اختلاط المياه البحرية وامتزاجها بفعل التداخل بين الكتل المائية أفقياً وعمودياً، ونقل المياه من المناطق ذات المناسيب المرتفعة إلى المناطق ذات المناسيب

المنخفضة. كما تؤثر التيارات المحيطية في الخصائص المناخية للمناطق الساحلية من حيث درجات الحرارة والرطوبة والتساقط والضباب.

مصادر الفصل الثالث: References

[1] أبو لقمة، الهادي مصطفى والأعور، محمد علي (1999) الجغرافية البحرية، الطبعة الثانية، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، ليبيا.

[2] الأشرم، محمود (2008) اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم، الطبعة الثانية، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت.

[3] الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم (2012) ظاهرة المد والجزر وأبعادها الهيدرولوجية في شط العرب (جنوب العراق)، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 386، جامعة الكويت.

[4] الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم (2014) جغرافية الموارد المائية، الطبعة الإولى، شركة الغدير للطباعة والنشر المحدودة، العراق.

[5] ستو، كيث (1986) علم المحيطات، (ترجمة تلفان عناد أحمد)، جامعة البصرة.

[6] الشبلاق، محمد منصور وعمار، عمار عبد المطلب (1998) الهيدروجيولوجيا التطبيقية، الطبعة الأولى، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، 662 صفحة.

[7] Hiscock, K. M. (2005) Hydrogeology Principles and Practice, Black Well Publishing, USA.

[8] Knapp, B. J. (2002) Elements OF Geographical Hydrology, Unwin Hyman Ltd, London.

[9] Stewart, R. H. (2008) Introduction to Physical Oceanography, Texas A & M University, Texas.

[10] Suresh, R. (2005) Watershed hydrology (principles of hydrology), second edition, Delhi.

[11] Sverdrup, K. A., Duxbury, A. B. and Duxbury, A. C. (2006) Fundamentals of oceanography, 5th edition, Mc Graw Hill Higher Edition, New York.

[12] Sverdrup, K. A., Duxbury, A.B. and Duxbury, A.C. (2009) Fundamentals of Oceanography, 5th edition, Mc Graw Hill Higher Education, New York.

[13] Todd, D. K. and Mays, L. W. (2003) Groundwater Hydrology, 3ed Edition, Tohn Wiley & sons, INC., USA.

[14] United Nations (UN) (2015) World Population Prospects, Department of Economic and Social Affairs Population Division, New York.

[15] Zhang, L., Song, X., Xia, J., Yuan, R., Zhang, Y., Liu, X. and Han, D. (2010) Major element chemistry of the Huai river basin, China, Applied Geochemistry, Elsevier.

الفصل الرابع

النبات الطبيعي

مفهوم النبات الطبيعي: Concept of Vegetation

النبات الطبيعي هو أي نوع من النباتات التي تنمو بشكل طبيعي نتيجة تفاعل عناصر البيئة الطبيعية من مناخ وتربه ومياه، وبذلك ليس للإنسان دور في إيجاد النبات الطبيعي ونموه وتوزيعه الجغرافي. غير أن النمو السكاني المتزايد وتطور التكنولوجية أدى إلى تدخل الإنسان في حماية النباتات الطبيعية من الكوارث الطبيعية والسعي للمحافظة على بعض أنواعها من الانقراض بل والتدخل في استزراع بعض الأشجار والأعشاب ولاسيما في مناطق الغابات والمراعي الطبيعية، لغرض المحافظة على الثروة النباتية من التدهور.

إن التباين المكاني لخصائص البيئة المحلية وتأقلم النباتات الطبيعية مع عناصر البيئة أدى إلى تباين أشكال النباتات وأحجامها ولذلك ظهرت مجموعات عديدة من النباتات الطبيعية، إذ يقدر عدد الأنواع النباتية في الكرة الأرضية بحدود 8.7 مليون نوعاً تظم النباتات البرية بحدود 6.5 مليون نوعاً في حين ينخفض عدد أنواع النباتات البحرية إلى حوالي 2.2 مليون نوعاً. وبذلك تشكل النباتات البرية وحدها بحدود 75 % من إجمالي أنواع النباتات الطبيعية في الكرة الأرضية، وقد بلغ عدد الأنواع النباتية المكتشفة والمسجلة بحدود 391 ألف نوعاً (RBG Kew, 2016: 9) ذات الأشكال والألوان المختلفة كالا شجار والشجيرات والحشائش والأعشاب والأزهار وغيرها.

أهمية النبات الطبيعي: Importance of vegetations

للنبات الطبيعي أهمية كبيرة ومتعددة تنعكس على حياة الإنسان والأنشطة المختلفة وعلى التنوع الحيوي والمحيط البيئي. إذ تعد النباتات إحدى المصادر الطبيعية لغذاء الإنسان والحيوان وذلك لاحتوائها على النشا والألياف والزيوت

والأحماض والفيتامينات، وهناك ما يقارب من 300 نوعاً من النباتات تصلح كمصدر لغذاء الإنسان وقد تم استئناس وزراعة ما يقارب من 200 نوعاً منها (شلتوت، 2002: 342). ويوفر النبات الطبيعي ولاسيما الحشائش والشجيرات الصغيرة مراعي طبيعية جيدة للعديد من الحيوانات ولاسيما الأبقار والأغنام والماعز. ويستخدم النبات الطبيعي في العديد من الصناعات إذ يستفاد من أخشاب الأشجار اللينة في صناعة الأثاث والورق لتمثل 85% من إجمالي إنتاج الأخشاب في العالم، في حين تستخدم أخشاب الأشجار الصلبة في الوقود لتمثل 15% من إجمالي إنتاج الأخشاب في العالم (أبو راضي، 2004: 557)، ويعد النبات الطبيعي المصدر الأساس لمخزون الطاقة في العالم على شكل وقود حفري مثل البترول والفحم الحجري. ويوجد ما بين 15- 16 نوعاً من النباتات ذات أهمية اقتصادية كبيرة كإنتاج المطاط من أشجار المطاط وإنتاج الزيوت من أشجار النخيل وجوز الهند. كما تستخدم أنواع عديدة من النباتات الطبيعية في إنتاج الأدوية والعقاقير والأعشاب الطبيعية التي تستخدم لمعالجة العديد من الأمراض والوقاية منها، وقد سجلت منظمة الصحة العالمية أكثر من 21 ألف نوعاً من النباتات ذات استخدامات طبية وهناك ما يقارب من 5000 نوعاً من النباتات تصلح لصناعة العقاقير (شلتوت، 2002: 342).

للغطاء النباتي أهمية بيئية كبيرة تتمثل من خلال دوره الأساس في خلق حالة من التوازن الغازي في الجزء الأسفل من طبقة التربوسفير، إذ تستهلك النباتات غاز ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 وتنتج غاز الاوكسجين O الضروري لحياة الكائنات الحية ولاسيما الإنسان، فالهكتار الواحد من الأشجار يمكنه امتصاص ما مقداره 5 طن من غاز ثاني اوكسيد الكاربون وما لذلك من أهمية في الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري، كما يسهم النبات الطبيعي في تنظيم المناخ المحلي ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة من خلال دوره في زيادة الرطوبة الجوية والحد من درجة حرارة الرياح والعواصف الغبارية. كما يسهم النبات الطبيعي في

تكوين الترب وحمايتها، إذ تتفاعل النباتات ومخلفاتها مع المكونات المعدنية للفتات الصخري وتزودها بالمواد الغذائية اللازمة للأحياء الحيوانية الدقيقة وبتفاعل النبات والصخور والحيوان تتشكل الترب الناضجة. كما يعمل الغطاء النباتي على عرقلة سير المياه الجارية والرياح مما يسهم في صيانة الآفاق السطحية للتربة من عمليات التعرية المائية والهوائية. كما أن للنبات الطبيعي أهمية في التنوع الحيوي على سطح الأرض إذ تضم مناطق الغابات وحدها ما يقارب من ثلثين (3/2) المجموعات الحيوانية والنباتية المعروفة. كذلك فان تنوع ألوان النبات الطبيعي وتنوع أشكالها أعطاها منظراً جميلاً مما جعلها من المصادر الأساسية للسياحة والترفيه، إذ يعمد الإنسان على قصد المناطق الخضراء من مسافات بعيدة لغرض الترفيه والاسترخاء.

العوامل المؤثرة في النبات الطبيعي: Factors effecting vegetations

إن النبات الطبيعي هو كائن حي يستمد مقومات حياته من مكونات البيئة الطبيعية التي يعيش فيها، ولذلك تكون حياته مقرونة بدرجة تكيفه مع ظروف البيئة المحلية. لقد أدى التباين المكاني للخصائص الطبيعية على سطح الأرض إلى تباين أنواع النباتات وأشكالها ومدة حياتها وكثافة توزيعها، إذ تتباين النباتات في كمية ونوعية احتياجها للمواد الغذائية والتي تستمدها من ماء التربة، كما تتباين في احتياجاتها للعناصر المناخية وعمق التربة، وكذلك هناك تفاعل بين النباتات الطبيعية والكائنات الحية المتواجدة في البيئة المحلية. وفيما يأتي بيان لأهم العوامل المؤثرة في النبات الطبيعي:

أولاً: الخصائص المناخية: Climate

يعد المناخ أهم العوامل المؤثرة في التنوع النباتي وتوزيعه المكاني وذلك لدور العناصر المناخية في العمليات البيولوجية للنباتات والعمليات الكيميائية لأنسجتها،

مما يحدد عمليات نمو النباتات وأشكالها ودورة حياتها. ويعد ضوء الشمس ودرجة الحرارة والأمطار من ابرز العناصر المناخية المؤثرة في النبات الطبيعي، وفيما يأتي بيان لأثار تلك العناصر:

1- الضوء: Light

يعد ضوء الشمس العامل الأساس لتزويد النباتات الطبيعية بالطاقة اللازمة لإنتاج الغذاء والكلوروفيل من خلال عملية التمثيل الضوئي (Photosynthesis) إذ يقوم النبات من خلال هذه العملية بتحويل الماء وغاز ثاني اوكسيد الكربون إلى كاربوهيدرات، كما تؤثر شدة الضوء عكسياً بحجم أوراق النباتات وطردياً بحجم مسامات الأوراق وحجم عملية النتح، وكذلك توجد علاقة طردية بين شدة الضوء وسمك سيقان النباتات وأوراقها. أن أعلى تمثيل ضوئي يحدث لبعض النباتات عندما تمثل كثافة الضوء الواصل للنباتات بحدود 33- 67% من قوة الإشعاع الشمسي، غير أن درجة إشباع النباتات من الإشعاع الشمسي تتباين مكانياً تبعاً لتباين أنواع النباتات فبعضها يحتاج إلى مستويات منخفضة من الضوء لتمثل بحدود 1- 3 % من ضوء الشمس الواصل لسطح الأرض. واستناداً لاستجابة النباتات لضوء الشمس ودرجة حساسيتها يمكن تقسيم النباتات إلى قسمين رئيسين هما ما يأتي:

أ- **نباتات الشمس: (Heliophy)** وهي النباتات التي يزداد نشاطها بزيادة شدة الضوء الشمسي.

أ- **نباتات الظل: (Sciophytes)** وهي النباتات التي يزداد نشاطها بانخفاض شدة الضوء الشمسي.

2- درجة الحرارة: Temperature

تعد درجة حرارة الهواء والتربة من العوامل المحددة لأشكال الأنماط النباتية وتوزيعها الجغرافي، إذ توثر درجات الحرارة على إنتاج الغذاء من خلال عملية

التمثيل الضوئي، وتساعد النباتات في عمليات النمو والتنفس والنتح، كما تؤثر درجات الحرارة في درجة خشونة الأنسجة النباتية إذ تميل الأنسجة للخشونة مع زيادة درجات الحرارة ولذلك وبشكل عام تمتاز الأشجار في المناطق المدارية بالصلابة في حين تكون الأشجار لينة في المناطق الباردة، وكذلك تؤثر درجات الحرارة في التنوع النباتي إذ تعمل زيادة درجات الحرارة على زيادة التنوع النباتي.

تعد المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة هي المعيار الأساس للتعبير عن اثر الحرارة على الغطاء النباتي وذلك لكون حياة النباتات ونموها وإنتاجها يتأثر بشكل كبير بالتباينات الموسمية لدرجات الحرارة ولذلك فان المعدلات السنوية لدرجات الحرارة محدودة الأهمية في تحديد البيئة الحيوية للنباتات. كما لا يقتصر اثر الحرارة على الغطاء النباتي بالمعدلات الشهرية فقط وإنما يتأثر بالحرارة المتجمعة أو المتراكمة والتي يحددها عدد ساعات الشروق الشمسي، إذ يؤدي النهار الطويل الى زيادة الوحدات الحرارية المكتسبة حتى وان كانت معدلات درجات الحرارة منخفضة. ولذلك فان الحرارة المتراكمة في العروض العليا بفعل طول النهار توفر الطاقة اللازمة لنمو النباتات وازدهارها على الرغم من قصر فصل النمو كما هي حال الغابات الصنوبرية.

تبين من خلال فصل المناخ أن درجات الحرارة تتباين مكانياً وزمنياً على سطح الأرض، كما تتأثر بمظاهر السطح، وبشكل عام تنخفض درجات الحرارة بالابتعاد عن خط الاستواء وبزيادة الارتفاع عن مستوى سطح البحر، وكذلك ترتفع درجات الحرارة خلال فصل الصيف وتنخفض خلال فصل الشتاء. أما درجة حرارة التربة فهي انعكاسا لدرجة حرارة الهواء غير أنها موصل رديء للحرارة لذلك فهي تتطلب وقتاً إضافياً للتسخين إذ ترتفع درجة حرارة الطبقة السطحية للتربة إلى حدودها العليا بين الساعة 5– 6 مساءً في حين أن أعلى حدود لدرجة حرارة الهواء تسجل بحدود الساعة 2 –3 ظهراً، ويقل التباين الحراري في التربة بزيادة الأعماق وذلك بسبب رداءة توصيلها للحرارة فضلاً عن ذلك فان الطبقات العميقة

تحتاج إلى زيادة الوقت الإضافي المطلوب للتسخين وهذا الوقت لا يتحقق في الغالب إذ أن بعد الساعة 6 مساءً ينخفض الإشعاع الشمسي بشكل كبير وتنخفض درجة حرارة الهواء بشكل متسارع.

أن التباين المكاني لدرجات الحرارة يقابله تباين في درجة الحرارة المثلى للتمثيل الضوئي للنباتات. إذ أن النباتات القطبية والمرتفعات تستطيع إنتاج الغذاء بدرجة حرارة منخفضة بحيث تعلو بدرجات قليلة عن درجة التجمد بل تستطيع بعض النباتات القطبية العيش في درجة حرارة تقل عن −70 درجة مئوية في حين تحتاج الغابات المدارية إلى درجات حرارة تزيد على 15 −20 درجة مئوية إذ تموت عندما تنخفض الحرارة إلى درجة التجمد. ولذلك فان لكل نبات حدود معينة من درجات الحرارة تحدد البيئة الحيوية التي ينمو فيها ويزدهر.

إن انخفاض درجات الحرارة إلى أدنى من الحرارة الصغرى المسوح بها للبيئة الحيوية لكل نبات يقلل من نشاط النباتات في النمو والازدهار كما أن انخفاض درجة الحرارة إلى درجة التجمد يعمل على تجمد المياه في التربة وأنسجة النباتات مما يصعب عملية انسياب المواد الغذائية فيحدث ما يسمى بالجفاف الفيزيولوجي، وبخلاف ذلك فان ارتفاع درجات الحرارة إلى أعلى من الحرارة العظمى المسموح بها للبيئة الحيوية لكل نبات يعمل على جفاف النباتات وخمولها وشحوب في ألوانها وقد يؤدي إلى موتها كما أن زيادة درجات الحرارة يعمل على زيادة عمليات التبخر والنتح مما يزيد من المتطلبات المائية للنباتات.

إستناداً لحساسية النباتات لدرجات الحرارة يمكن تقسيم النباتات إلى أربعة أقسام رئيسة هي ما يأتي:

أ- نباتات المناطق الحارة: Megathermal Plants

وهي النباتات التي تتطلب درجات حرارة مرتفعة ولذلك فهي تتركز بشكل رئيس في العروض الاستوائية ذات الحرارة المرتفعة والتي لا تقل في الغالب عن 15 درجة مئوية.

ب- نباتات المناطق المعتدلة الدافئة: Mesothermal Plants

وهي النباتات التي لها القدرة على تحمل التباينات الموسمية في درجات الحرارة ولذلك فهي تتركز بشكل رئيس في العروض الوسطى (المدارية) ذات المدى الحراري الكبير بين الشتاء والصيف.

ج- نباتات المناطق المعتدلة الباردة: Microthermal Plants

وهي النباتات التي لها القدرة على النمو في فصل قصير وتتحمل درجات الحرارة المنخفضة نسبياً ولذلك فهي تتركز بشكل رئيس في العروض العليا.

د- نباتات المناطق الباردة: Hekistotherms Plants

وهي النباتات التي لها القدرة على العيش في درجة التجمد ولذلك فهي تتركز الدائرة القطبية وقمم الجبال المرتفعة.

3- الأمطار: Rainfall

تعد كمية الأمطار وتوزيعها السنوي من أهم العناصر المناخية المؤثرة في نمو النباتات الطبيعية والمحدد لأنواع النباتات وكثافة توزيعها وحجم إنتاجها. وذلك لأهمية المياه البالغة في حياة النبات إذ تدخل المياه في تكوين الأجساد والخلايا الحية للنباتات لتشكل نسبة تتباين بين 65 -95% من الوزن الإجمالي للنباتات (Mcknight & Hess, 2000)، كما تعمل المياه على تكوين محلول التربة من خلال دورها في إذابة المعادن الموجودة في التربة مما يسهل على النبات امتصاص المواد الغذائية وانتقالها من الجذور إلى خلايا النباتات، وكذلك تعمل المياه على تنظيم درجة حرارة النباتات عند ارتفاع درجة حرارة الهواء مما يسهم في استمرار العمليات البيولوجية داخل الأنسجة، علماً أن الكمية الفعلية للمياه التي تدخل في العمليات الكيميائية داخل الأنسجة تمثل بحدود 5% من الحجم الإجمالي للمياه الممتصة من الجذور في حين أن حوالي 95% من المياه

الموجودة في النبات تخرج إلى الجو من خلال عمليات النتح عن طريق المسامات الصغيرة المنتشرة فوق الطبقة الخارجية للأوراق والجذوع.

إن الاحتياجات المائية للنباتات تتباين وفقاً لتباين أنواع النباتات وأشكالها وبصورة عامة تزداد كمية الاحتياجات المائية مع زيادة أحجام النباتات إذ تحتاج أشجار الغابات كمية من المياه تفوق الاحتياجات المائية للحشائش والنباتات الصحراوية، كما تختلف الاحتياجات المائية وفقاً لتباين الدورة الحياتية للنباتات إذ تزداد الاحتياجات المائية في مرحلة الإنبات مقارنة بمرحلة النضج. واستناداً لحاجة النباتات الطبيعية للمياه يمكن تقسيم النباتات إلى ثلاثة أصناف رئيسة هي:

1- نباتات البيئة الجافة: Plants of Dry environments

إن هذا النوع من النباتات يطلق عليها بالنباتات الصحراوية (Xerophytes) إذ إن ندرة الأمطار المتساقطة وانخفاض رطوبة التربة في الأقاليم الجافة وشبه الجافة جعل النباتات الطبيعية تقتصد في استهلاك المياه من خلال صغر حجمها ومدة نموها المقتصر خلال موسم تساقط الأمطار، ومن خلال أوراقها الصمغية والشمعية أو شكلها الابري للحد من عمليات النتح، وكذلك من خلال إمكانية النباتات على خزن المياه في أجسادها خلال موسم الأمطار للاستفادة منها خلال موسم الجفاف، وقد تزدهر بعض النباتات في البيئات الجافة بسبب جذورها العميقة التي تصل أكثر من 13 متر.

2- نباتات البيئة الرطبة: Pants of Wet environments

وهي النباتات التي تنمو في الأقاليم ذات الأمطار الغزيرة والتربة الرطبة وتمتاز نباتات هذه البيئة بكثافتها المرتفعة وطول سيقانها وعرض أوراقها بسبب طول فصل النمو.

3- نباتات البيئة المائية: Hydrophytes

وهي النباتات التي تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه وبشكل مستمر، ولذلك فان هذا النوع من النباتات الطبيعية ينمو في البيئات المائية كالأهوار والمستنقعات وعلى ضفاف الأنهار والبحيرات كما ينمو في البيئات ذات الترب عالية الرطوبة جداً.

ثانياً: خصائص الترب: Soil Properties

تعد التربة ثاني أهم العوامل المؤثرة في النبات الطبيعي بعد المناخ وذلك لكون التربة تمثل البيئية الواقعية الحاضنة لبذور النباتات ومن خلالها تنمو النباتات وترفع سيقانها وفيها يثبت النبات جذوره، إذ تستمد النباتات موادها الغذائية من المكونات المعدنية والعضوية للتربة على شكل أملاح مذابة في محلول التربة من خلال عملية الامتصاص التي تقوم بها الجذور والسيقان. لذلك تلعب خصائص التربة دوراً كبيراً في تباين المجموعات النباتية، فالترب ذات النسيج الطيني الخشن تكون لها قابلية كبيرة على الاحتفاظ بالمياه مما يوفر الظروف الملائمة لنمو النباتات وازدهار وزيادة كثافتها بخلاف الترب ذات النسيج الرملي الخشن فان نفاذيتها العالية وتسرب المياه يعمل على جفافها مما يحد من نمو النباتات ويقلل من كثافتها ولذلك يشهد هذا الصنف من الترب نباتات صحراوية صغيرة الحجم.

كما أن درجة صلابة التربة تؤثر في تباين المجموعات النباتية فالترب العميقة ذات النسيج الرملي الهش تسمح للجذور النباتية بالتوغل كثيراً في أعماقها ولاسيما أن النباتات الطويلة تتطلب جذور عميقة تعمل كقواعد لإسناد السيقان وبقاء النباتات الحية ثابتة ومستقره على سطح الأرض مما يوفر للأشجار الكبيرة الحجم العمق الملائم للنمو والازدهار بخلاف الأراضي الصخرية الصلبة والترب الضحلة ذات النسيج الطيني الناعم المتماسك فإنها لا تسمح للجذور بالتمدد في

أعماق بعيدة ولذلك تمتاز نباتات هذا الصنف من الترب بسيادة نمو الحشائش القصيرة.

وكذلك تؤثر الخصائص الكيميائية للتربة في اختلاف المجموعات النباتية ودرجة كثافتها إذ تتطلب عملية نمو النباتات مجموعه من المغذيات الكيميائية في محلول التربة مثل النترات والفسفور والبوتاسيوم. إن الترب الغنية بالمغذيات توفير المواد الغذائية اللازمة لنمو النباتات واستمرار حياتها مما يساعد على نمو النباتات الكبيرة الحجم كالأشجار وزيادة كثافة النباتات بخلاف الترب الفقيرة أو الملحية فإنها تحد من نمو النباتات وتسمح لنمو النباتات الصحراوية والحشائش القصيرة.

ثالثاً: العوامل الإحيائية: Biotic Factors

تتفاعل الكائنات الحية ومنها النباتات مع بعضها ومع الوسط الحيوي المحيط بها مما يؤثر على النبات الطبيعي بصورة مباشره أو غير مباشره. يتمثل التأثير المباشر للعوامل الإحيائية من خلال عملية التنافس بين الكائنات الحية على المواد اللازمة لنمو النباتات، وتشتد عملية التنافس في المناطق ذات الموارد المحدودة أو التي تزداد فيها كثافة النباتات ولاسيما إذا كانت النباتات تنتمي إلى مجموعه واحده وفي مرحلة نمو واحدة إذ يعمل ذلك على تشابه صفات الجذور والسيقان والأوراق مما يعمل على تشابه الاحتياجات اللازمة لنموها وازدهارها وبقائها على قيد الحياة.

إن عملية التنافس على الموارد في الوسط الحيوي يؤثر في سرعة نمو النباتات وعمق تغلغل الجذور ومساحة الأوراق وحجم الإنتاج وإذا زادت شدة التنافس فقد يؤدي إلى موت النباتات التي ليس لها القدرة على الاستمرار في تنافس النباتات الأقوى.

أما التأثير غير المباشر للعوامل الإحيائية على النباتات يتمثل من خلال دور النباتات في تغير خصائص الوسط الحيوي، إذ تعمل النباتات على امتصاص الماء والمواد الغذائية من محلول التربة كما تقوم النباتات بإفراز مركبات كيميائية مختلفة وتراكم أوراق النباتات وبقاياها على سطح التربة مما يسهم في تغير خصائص التربة. كما تعمل النباتات على تغير خصائص المناخ المحلي إذ أن عمليات النتح المستمرة تعمل على زيادة مقدار الرطوبة الجوية، كما أن الظل الذي تشكله النباتات الكبيرة الحجم ولاسيما الأشجار يعمل على حجب أشعة الشمس لذلك تنخفض شدة الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض.

إن تغير خصائص الوسط الحيوي يؤثر في نوع المجموعات النباتية المتواجدة في هذا الوسط وعلى سبيل المثال تنمو نباتات الظل وتزدهر في المناطق الاستوائية على الرغم من ارتفاع شدة الإشعاع الشمسي على مدار السنة ويرجع السبب في ذلك إلى أن تواجد الأشجار العالية والكثيفة في الغابات الاستوائية يعمل على حجب أشعة الشمس وتمنع تغلغلها إلى سطح الأرض مما يعمل على تكوين الظل ويهيئ البيئة الملائمة لنمو نباتات الظل فيها.

رابعاً: الطبوغرافية: Topography

يؤثر سطح الارض على النبات الطبيعي بصوره غير مباشره من خلال تأثيره على خصائص الترب والمناخ. إذ تعمل السفوح الجبلية ذات الانحدار الشديد على زيادة سرعة الجريان السطحي للمياه مما يعمل على جرف الطبقة السطحية للترب ويساعد على الانزلاقات الارضية كما يقلل من حجم المياه المتسربة الى داخل التربة، ولذلك تمتاز الترب في المنحدرات بضحالة الاعماق وجفافها وقد تكون ذات سطح صخري خالي من التربة مما يحد من عمليات نمو النباتات، وفي الغالب تمتاز النباتات في المرتفعات بكونها حشائش صغيرة متناثرة وذلك لكونها

ذات جذور قصيرة فلا تحتاج الى ترب عميقة كما ان الحشائش القصيرة ذات احتياجات مائية قليلة وموسمية في الغالب. وعلى النقيض من ذلك فان الترب في المناطق المستوية والمنخفضة تمتاز بزيادة الاعماق وارتفاع مقدار رطوبتها مما يتيح الفرصة لنمو الاشجار ذات الجذور العميقة والاحتياجات المائية الكبيرة.

كما تؤثر المرتفعات على الخصائص المناخية إذ تقل درجات الحرارة بزيادة ارتفاع السطح وتزداد شدة الاشعاع الشمسي في السفوح المواجهة للشمس وتزداد كمية الامطار المتساقطة في السفوح المواجهة للرياح في حين تقل شدة الضوء ودرجة الحرارة وكمية الامطار بشكل كبير في السفوح المعاكسة لاتجاه الشمس والرياح. إن تغير الخصائص المناخية يعمل على تغير المجموعات النباتية وكثافتها ولذلك تمتاز المرتفعات الشاهقة في الغالب بالتباين العمودي للمجموعات النباتية بشكل يقترب الى حد ما من التباين النباتي بين دوائر العرض.

كذلك فان طبيعة السطح ونوعه تؤثر في نوع البيئية الحاضنة للنباتات مما يؤثر على نوع المجموعات النباتية، فمما لاشك فيه إن سطح الارض اليابس في القارات قد وفر مجموعة من البيئات الملائمة لنمو وازدهار مجموعات نباتية تختلف عن المجموعات النباتية في البيئات المائية للبحار والمحيطات والاهوار والانهار.

أصناف النبات الطبيعي: Classification of the vegetation

تعد عملية تصنيف النباتات الطبيعية معقدة جداً وذلك بسبب تعدد وتشابك العوامل المؤثرة في نمو النباتات وانتشارها وتعدد أنواعها واختلاف أشكالها وأحجامها ومظهرها الخارجي وتباين احتياجاتها لعناصر البيئة المحلية وتباين مدة حياتها وخضار أوراقها، فضلاً عن تباين أنواع النباتات ضمن المكان الواحد. ولذلك ظهرت العديد من الأسس والمبادئ التي يتم على وفقها تصنيف النباتات الطبيعية إلى مجموعات، فقد يتخذ المظهر الخارجي للنباتات أساساً لتصنيفها، ويمكن اتخاذ حجم الاحتياجات المائية للنباتات أساساً للتصنيف، كما يمكن

تصنيف النباتات الطبيعية على أساس طول مدة الحياة، وكذلك قد تصنف النباتات على أساس العلاقة بين عناصر البيئة المحلية والمظهر الخارجي للنبات الطبيعي. واستناداً للتصنيف الأخير يمكن تقسيم النباتات الطبيعية إلى أربعة أصناف رئيسة هي ما يأتي:

1- الغابات.

2- الحشائش.

3- النباتات الصحراوية.

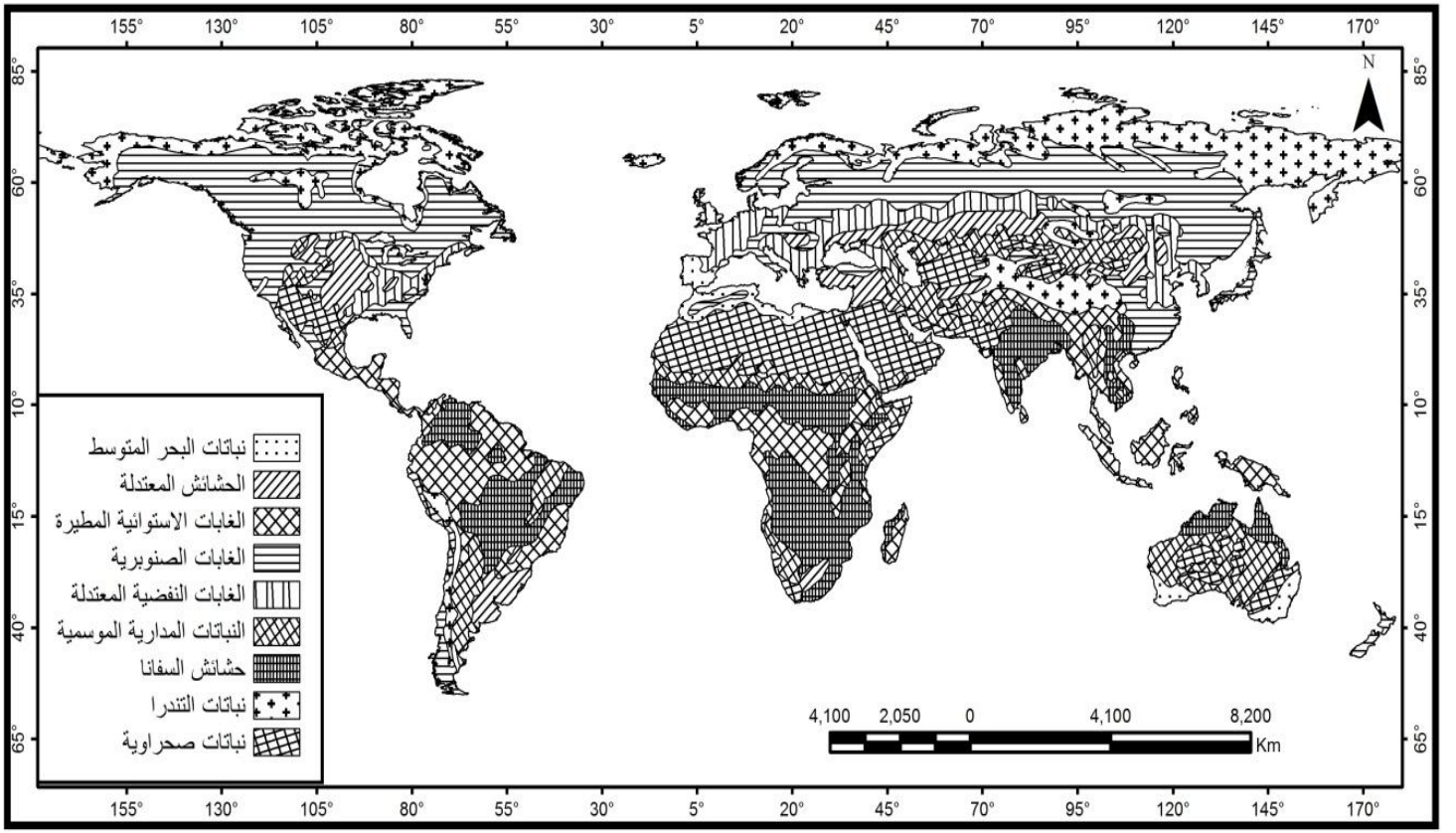
4- نباتات التندرا.

وفيما يأتي بيان موجز للأصناف العامة للنبات الطبيعية المنتشرة على سطح الأرض (شكل 9):

1- الغابات الاستوائية المطيرة: Tropical Rain Forest

تتمثل الغابات الاستوائية المطيرة في نطاق واسع حول خط الاستواء وبحدود 25 درجة شمالاً وجنوباً، إذ يتواجد 50% من المساحة الإجمالية لهذا النوع من الغابات في وسط أمريكا وجنوبها و30% في جنوب شرق أسيا وشرق أستراليا والباقي في وسط أفريقيا. يتماز مناخ هذا الإقليم بغزارة الأمطار إذ يتجاوز مجموعها السنوي عن 2000- 2250 ملم وتتوزع بشكل متساوي خلال السنة وتكون درجات الحرارة والرطوبة النسبية مرتفعة على طول السنة. تقدر المساحة الإجمالية التي تشغلها الغابات الاستوائية المطيرة بحدود 17- 19 مليون كم^2 (جدول 13). تمتاز الحياة النباتية (Flora) في إقليم الغابات الاستوائية المطيرة بالتنوع العالي إذ يحتوي على 100،000 نوعاً من النباتات المختلفة ولذلك فهو يضم بحدود 40% من إجمالي أنواع النباتات الطبيعية المتواجدة في سطح الأرض، إذ يتواجد في الكيلومتر الواحد بحدود 100 نوعاً من الأشجار مقارنة بتنوع المنطقة المعتدلة الذي يتباين بين 3- 4 نوعاً (Macdonald, 2003: 148) ولذلك امتاز هذا الإقليم بالتنوع العالي والكثافة المرتفعة، إذ بلغ مجموع

شكل 9 التوزيع الجغرافي لأصناف النبات الطبيعي.



جدول 13 مساحة الأقاليم النباتية وإنتاجها وتنوعها.

الأقاليم النباتية	المساحة (مليون كم^2)	صافي الإنتاج الأولي (غم/م/سنة)	مجموع التنوع النباتي (كغم/م)
الغابات الاستوائية المطيرة	17	2000	44
الغابات المدارية الموسمية	7.5	1500	36
حشائش السفانا الاستوائية	15	700	4
النباتات الصحراوية	18	71	0.67
غابات البحر المتوسط	8	600	6.8
الحشائش المعتدلة	9	500	1.6
الغابات النفضية المعتدلة	7	1200	30
الغابات الصنوبرية الشمالية	12	800	20
نباتات التندرا	8	144	0.67

المصدر:

(Macdonald, 2003: 147- 164)

التنوع النباتي بحدود 44 كغم/ متر ومعدل صافي الإنتاج الأولي بحدود 2000 غم/ متر/ سنة. وكذلك تمتاز شجار هذه الغابات بالارتفاع الشاهق الذي يصل إلى 40 متر ولها قواعد عريضة جداً، كما أن اغلب نباتات هذا الإقليم هي دائمة الخضرة وذات أوراق جلدية واسعة ولونها اخضر داكن، فضلاً عن تواجد النباتات المتسلقة بين أشجارها. ومن اهم أشجار الغابات الاستوائية المطيرة هي السرخس والنخيل (Palms).

2- الغابات المدارية الموسمية: Tropical Seasonal Forest

لهذا النوع من الغابات اكثر من تسمية إذ تسمى بالغابات المدارية الجافة كما تسمى بالغابات المدارية النفضية. تتمثل الغابات المدارية الموسمية في نطاق واسع شمال وجنوب الغابات الاستوائية المطيرة، كما تتواجد عند دائرة عرض 30 درجة شمالاً في الهند، تتمثل هذه الغابات في جنوب أفريقيا وجنوب أسيا في الهند وشمال أستراليا وبعض أجزاء أمريكا الوسطى والجنوبية. يتباين المعدل السنوي لدرجة الحرارة في هذا الإقليم بين 20- 30 درجة مئوية، ويتباين المجموع السنوي للتساقط المطري بين 1500 إلى 2500 ملم وتتساقط الأمطار في الغالب خلال فصل الصيف ولذلك يمتاز الشتاء بظروف الجفاف التي تستمر لمدة 4- 7 اشهر. تقدر المساحة الإجمالية التي تشغلها الغابات المدارية الموسمية بحدود 7.5 مليون كم^2. إن تنوع الحياة النباتية في هذا الإقليم يشبه إلى حد ما التنوع النباتي الموجود في الغابات الاستوائية المطيرة المميز بالتنوع العالي والكثافة المرتفعة، إذ يبلغ مجموع التنوع النباتي بحدود 36 كغم/ متر ومعدل صافي الإنتاج الأولي بحدود 1500 غم/متر/سنة. إن أشجار هذه الغابات تنفض أوراقها خلال فصل الشتاء الجاف وتدخل في طور السبات (Dormant) غير أن أوراقها سرعان ما تعاود للظهور والنمو والازدهار خلال فصل الصيف المطير. ومن اهم أشجار الغابات المدارية الموسمية هي الصبار وأشجار السنط والأجاص الشوكي والدغال الشوكية.

3- حشائش السفانا الاستوائية: Tropical Savanna

السفانا الاستوائية عبارة عن حشائش (Grass) وبعض الشجيرات (Shrub) والأشجار (Tree) المتفرقة والمقاومة للجفاف التي لا يزيد ارتفاعها عن 10 امتار، وهي تتخذ مسميات مختلفة إذ تسمى بوشفلد (Bushveld) في أفريقيا كما تسمى بريكالو (Brigalow) في أستراليا في حين تسمى كامبوس (Campos)

في أمريكا الجنوبية. يشغل إقليم السفانا الاستوائية مساحات واسعة من شرق أفريقيا وأمريكا الجنوبية وأستراليا، غير أن حوالي 65% من المساحة الإجمالية لهذا الإقليم تتواجد في أفريقيا. يتماز المناخ في إقليم السفانا الاستوائية بالفصول الجافة والرطبة المميزة ودرجات الحرارة المرتفعة على مدار السنة إذ تتباين كمية الأمطار المتساقطة بين 500– 1500 ملم في حين تتباين درجات الحرارة بين 20– 30 درجة مئوية. تقدر المساحة الإجمالية التي تشغلها حشائش السفانا الاستوائية بحدود 15 مليون كم^2. تمتاز الحياة النباتية في هذا الإقليم بانخفاض التنوع والكثافة المعتدلة، إذ بلغ مجموع التنوع النباتي بحدود 4 كغم/ متر ومعدل صافي الإنتاج الأولي بحدود 700 غم/ متر/ سنة. تمتاز الأشجار والشجيرات في إقليم السفانا الاستوائية بتساقط أوراقها خلال الفصل الجاف ثم تنمو وتظهر من جديد قبل أسابيع عديدة من بداية الفصل المطير. ومن اهم أشجار إقليم حشائش السفانا الاستوائية هي النخيل و الكافور والسنط.

4– النباتات الصحراوية: Desert Plants

الشكل النمطي للنباتات الصحراوية يتمثل بالشجيرات التي تغطي سطح الأرض بشكل متناثر (Dispersed). تتمثل الصحاري بشكل عام بين دائرتي عرض 20– 40 درجة شمالاً وجنوباً ضمن الأجزاء الداخلية للقارات وخلف الجبال ضمن مناطق ظل المطر في حين تتركز اغلب الصحاري العظيمة بين دائرتي عرض 20– 30 درجة شمالاً وجنوباً كما في وسط أسيا وغرب الولايات المتحدة الأمريكية وفي أمريكا الجنوبية وفي شمال أفريقيا. يتأثر مناخ الصحاري بالتيارات الهوائية الهابطة مما يحدد من كمية الأمطار المتساقطة إذ يقل معدل مجموعها السنوي عن 250 ملم وتكون درجات الحرارة مرتفعة وبمعدل سنوي يتباين بين 15– 30 درجة مئوية. تقدر المساحة الإجمالية التي يشغلها إقليم الصحاري بحدود 18 مليون كم^2. تمتاز الحياة النباتية في الصحاري بقلة التنوع

والكثافة المنخفضة، إذ بلغ مجموع التنوع النباتي بحدود 0.67 كغم/ متر ومعدل صافي الإنتاج الأولي بحدود 71 غم/متر/سنة. النباتات السائدة في الصحاري تشمل الأشجار المقاومة للجفاف مثل العشب المكسيكي والميرمية كما تشمل النباتات التي تخزن المياه في أنسجتها مثل الصبار فضلاً عن العديد من النباتات التي تعيش مدة قصيرة من السنة إذ تنمو خلال الفترة القصيرة للتساقط المطري.

5- غابات البحر المتوسط أو الجبرال:

The Mediterranean Forest or Chaparral

إن التسمية الشائعة في العالم العربي لهذا الصنف من الغابات هي غابات البحر المتوسط غير أنها تسمى الجبرال في العالم الغربي. على الرغم من اقتران تسمية هذا الإقليم بالبحر المتوسط إلا أن امتداده المساحي في حوض البحر المتوسط محدود جداً وبمقدار 1.8 مليون كم^2 ليمثل 22.5% من مساحته الإجمالية البالغة بحدود 8 مليون كم^2، إذ تمتد غابات البحر المتوسط في الساحل الجنوب الشرقي لأفريقيا وأستراليا وأمريكا الجنوبية وساحل كاليفورنيا، علماً أن نصف المساحة التي تشغلها غابات البحر المتوسط تتمثل في جنوب أوربا . يمتاز مناخ هذا الإقليم بالجفاف خلال فصلي الصيف والربيع بسبب هيمنة الضغط العالي شبه الاستوائي ولذلك يحدث التساقط الجوي بشكل رئيس خلال الشتاء بسبب الحركة الموسمية للجبهة القطبية وعواصف أعاصير العروض المعتدلة، ويتباين معدل المجموع السنوي للتساقط بين 300 إلى 750 ملم. تمتاز الحياة النباتية في هذا الإقليم بانخفاض التنوع والكثافة المعتدلة، إذ بلغ مجموع التنوع النباتي بحدود 6.8 كغم/ متر ومعدل صافي الإنتاج الأولي بحدود 600 غم/متر/سنة. لقد تكيف النبات الطبيعي في هذا الإقليم مع ظروف المناخ الجاف من خلال ميل الأشجار والشجيرات إلى القصر والأوراق الصلبة الصغيرة ومما

جعلها دائمة الخضرة. ومن اهم أشجار غابات البحر المتوسط هي البلوط الفليني والزيتون والكالبتوس والصنوبر البحري.

6- الحشائش المعتدلة (استبس): Temperate Grassland (Steppes)

الحشائش المعتدلة عبارة عن أعشاب (Herb) صغيرة وحشائش وشجيرات لا يزيد ارتفاعها عن مترين، وهي تتخذ مسميات مختلفة إذ يطلق على الحشائش المتواجدة في أوربا واسيا بالبوادي (Steppes) كما يطلق على الحشائش في وسط أمريكا الشمالية بالبراري (Prairies) في حين تسمى مامباس (Pampas) في أمريكا الجنوبية وتسمى كرازفل (Graaveld) في أفريقيا. تتمثل الحشائش المعتدلة في جنوب أمريكا الشمالية ووسطها وأجراء صغيرة من وسط شرق أمريكا الجنوبية وجنوب أفريقيا وتمتد من جنوب شرق أوربا إلى وسط أسيا ومساحات محدودة من نيوزيلاند وأستراليا. يتماز المناخ في هذا الإقليم بالقارية إذ ترتفع درجات الحرارة خلال فصل الصيف بمقدار 10- 21 درجة مئوية وتنخفض خلال فصل الشتاء إلى دون الصفر المئوي، وتمتاز الأمطار المتساقطة بكميات قلية أو معتدلة وخلال فصل محدد من السنة سواء خلال فصل الشتاء أو الصيف حسب الموقع الجغرافي للمنطقة ويتباين المجموع السنوي للأمطار بين 250- 500 ملم وقد تصل إلى 1000 ملم في بعض المناطق. تقدر المساحة الإجمالية التي تشغلها الحشائش المعتدلة بحدود 9 مليون كم^2 وتمتاز الحياة النباتية في هذا الإقليم بانخفاض التنوع والكثافة المعتدلة، إذ بلغ مجموع التنوع النباتي بحدود 1.6 كغم/متر ومعدل صافي الإنتاج الأولي بحدود 500 غم/متر/سنة.

7- الغابات النفضية المعتدلة: Temperate Deciduous Forest

تتمثل الغابات النفضية المعتدلة في شرق أمريكا الشمالية وأجزاء من أوربا وشرق أسيا وجنوب أمريكا الجنوبية وشرق أستراليا ونيوزيلاند. يمتاز هذا الإقليم

كما يشير اليه اسمه بمناخ معتدل إذ يتباين المعدل السنوي لدرجة الحرارة في هذا الإقليم بين 5- 20 درجة مئوية، ويتباين المجموع السنوي للتساقط الجوي بين 500 إلى 2500 ملم، كما تمتاز أشجار هذا الإقليم بكونها أشجار نفضية إذ تنفض الأشجار أوراقها خلال فصل الشتاء بسبب انخفاض درجات الحرارة وتجمد التربة مما يصعب من عملية امتصاص الجذور للعناصر الغذائية من محلول التربة ثم تعاود الأشجار للنمو والازدهار خلال فصل الربيع والصيف. تقدر المساحة الإجمالية التي تشغلها الغابات النفضية المعتدلة بحدود 7 مليون كم^2. إن تنوع الحياة النباتية في هذا الإقليم يمتاز بالتنوع العالي والكثافة المرتفعة، إذ يبلغ مجموع التنوع النباتي بحدود 36 كغم/ متر ومعدل صافي الإنتاج الأولي بحدود 1200غم/متر/سنة. ومن اهم أشجار الغابات النفضية المعتدلة هي القبقب والزان والبلوط والزيزفون والصفصاف.

8- الغابات الصنوبرية الشمالية (التايكا): Boreal Forest

يتخذ هذ الإقليم اكثر من تسمية إذ يسمى بالغابات المخروطية كما يسمى في أسيا وأوربا بالتايكا. تتمثل الغابات الصنوبرية الشمالية فقط في النصف الشمالي من الكرة الأرضية بين دائرتي عرض 45- 60 درجة شمالاً، إذ يمتد عبر شمال أورأسيا من نورواي إلى الساحل الروسي على المحيط الهادئ وشمال جزر اليابان، وفي أمريكا الشمالية تمتد الغابات الصنوبرية من ساحل الاسكا إلى جزيرة نيوفوندلاند. يتماز مناخ هذا الإقليم بانخفاض درجات الحرارة إذ يتباين المعدل السنوي لدرجة الحرارة بين 5 و -5 درجة مئوية ويتباين المعدل السنوي لمجموع التساقط الجوي بين 200- 2000 ملم. تقدر المساحة الإجمالية التي تشغلها الغابات الصنوبرية الشمالية بحدود 12 مليون كم^2، ولذلك فهي تمثل 25- 33% من المساحة الإجمالية للغابات في العالم. تمتاز الحياة النباتية في إقليم الغابات الصنوبرية بالتنوع المعتدل والكثافة المعتدلة، إذ بلغ مجموع التنوع النباتي بحدود

20 كغم/ متر ومعدل صافي الإنتاج الأولي بحدود 800 غم/متر/سنة. تمتاز شجار هذه الغابات بالارتفاع الذي يصل إلى 35 متر وبالشكل المخروطي وأوراق إبرية. ومن اهم أشجار الغابات الصنوبرية الشوح واللاركس.

9- نباتات التندرا: Tundra

تسيطر الأعشاب والشجيرات الصغيرة على النباتات الطبيعية المتواجدة ما بعد نطاق الغابات في المناطق القطبية والجبال المرتفعة وتعرف نباتات هذه الإقليم بالتندرا والذي يعني السهل المستنقع (Marshy Plain). يتمثل إقليم التندرا بشكل رئيس شمال دائرة عرض 60 درجة فضلاً عن الجبال المرتفعة، إذ يمتد في الأجزاء القطبية من اوراسيا وأمريكا الشمالية كما يمتد في جبال الروكي ولأنديز والهملايا. يتماز مناخ هذا الإقليم بانخفاض درجات الحرارة إذ يقل المعدل السنوي لدرجة الحرارة -15 درجة مئوية ويقل المعدل عن 10 درجة مئوية في أدفئ اشهر السنة في حين ينخفض المعدل إلى - 30 درجة مئوية في ابرد الأشهر السنة ولذلك تقل مدة موسم النمو إلى حوالي 3 اشهر ويتمثل خلال فصل الصيف فقط، أما التساقط الجوي فهو تساقط ثلج في الغالب وكميته قليلة إذ يتباين المعدل السنوي لمجموع التساقط الجوي بين 400 إلى اقل من 100 ملم. وتكون ترب لتندرا متجمدة بشكل دائم بعمق يمتد من بضعة سنتمترات إلى اكثر من متر مما يشكل حاجزاً طبيعياً (Physical Barrier) يحد من نمو جذور النباتات، وعلى الرغم من المستويات المنخفضة للتساقط الجوي فان سطح الأرض مشبع بالمياه في اغلب الأحيان بسبب المستويات المنخفضة للتبخر السطحي. تقدر المساحة الإجمالية التي يشغلها إقليم التندرا بحدود 8 مليون كم^2، تمتاز حياته النباتية بقلة

التنوع والكثافة المنخفضة، إذ بلغ مجموع التنوع النباتي بحدود 0.67 كغم/متر ومعدل صافي الإنتاج الأولي بحدود 144 غم/متر/سنة. النباتات السائدة في التندرا تتكون في الغالب من شجيرات قزمية والحشائش والبردي والطحالب.

مشكلات النبات الطبيعي: Problems of Vegetations

تتعرض النباتات الطبيعية لمجموعة متنوعة من المشكلات كالاستهلاك المفرط وتفشي الآفات والإمراض والحرائق فضلاً عن العواصف والفيضانات والانزلاقات الأرضية مما يؤدي إلى تقلص المساحة الإجمالية التي يشغلها الغطاء النباتي ويهدد تنوعها بخطر الانقراض، إذ يشير التقرير الصادر عن معهد المراقبة العالمي (World Watch Institute) إلى أن أكثر من 30 ألف نوعاً من مجموع 270 ألف نوعاً من النباتات المعروفة في العالم (11%) تتعرض لخطر الانقراض (Getis et al., 2009: 441). وفيما يأتي بيان لأهم المشكلات التي تتعرض لها النبات الطبيعي:

1- الاستخدامات البشرية:

يعد السكان السبب الرئيس في تدهور الغطاء النباتي ولك بسبب تزايد أعداد السكان من حوالي 2.5 مليار نسمة سنة 1950 إلى حدود 7.3 مليار نسمة سنة 2015 وسوف يتجاوز عدد سكان العالم في سنة 2050 حدود 9.7 مليار نسمة (UN, 2015: 18)، مما يترتب عليه تزايد الطلب على النباتات الطبيعية والمساحات الخضراء. تتمثل الاستخدامات البشرية للنبات الطبيعي بالأنشطة الزراعية من خلال قطع الأعشاب والأشجار واستثمار أراضيها لزراعة المحاصيل الزراعية وتربية الحيوانات، وان الرعي المفرط للحيوانات الداجنة في مناطق الأعشاب يتسبب في تناقص النباتات بسبب الرعي أو القص، كما تعمل الأنشطة الصناعية على قطع الأشجار واستثمارها في الصناعات المختلفة وتعمل الصناعات الاستخراجية والتعدين على تدمير مساحات واسعة من الأراضي التي

يغطيها النبات الطبيعي، كذلك قد يعمد الإنسان على تجريد الأراضي التي يشغلها الغطاء النباتي لاستثمارها في إنشاء القرى والمدن السكنية والسياحية.
إن العمليات المستمرة لقطع الأشجار والأعشاب للأغراض الزراعية والصناعية والعمرانية تؤدي إلى تناقص مساحة الغطاء النباتي وانتشار ظاهرة التصحر في العالم، إذ يقدر المعدل السنوي لمساحة الأشجار المقطوعة من الغابات في العالم بحدود 13 –16 مليون هكتار (منظمة الأغذية والزراعة، 2010: 12).

2– الآفات والأمراض: Pathogens

تعد الآفات والأمراض من أهم المشكلات التي تهدد النبات الطبيعي وذلك لسعة انتشارها وشدة تأثيرها وصعوبة معالجتها، إذ تؤثر على حياة النباتات وإنتاجها وأحجامها وأنواعها وكثافتها فضلاً عن مظهرها الخارجي، ويقدر المعدل السنوي لمساحات الغابات المتأثرة بالآفات الحشرية على سبيل المثال بحدود 35 مليون هكتار. إن البيئة المحلية هي السبب الرئيس لإصابة النباتات بالامرض وتفشي الآفات إذ يودي الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة الجوية وخصائص التربة إلى اختلاف فسيولوجية النبات ووظائفه، واغلب الكائنات المسببة لأمراض النباتات هي الطفيليات التي تعيش على أنسجة النباتات فضلاً عن الفيروسات. وقد تكون الآفات بسبب الحشرات والحيوانات الدقيقة، ومن ابرز الحشرات المدمرة للنبات الطبيعي هي خنفساء الصنوبر الجبلية التي دمرت في أواخر التسعينات بحدود 11 مليون هكتار من الغابات في كندة وغرب الولايات المتحدة الأمريكية (منظمة الأغذية والزراعة، 2010: 68).

3– حرائق الغابات: Forest Fires

تمثل حرائق الغابات اخطر المشكلات التي يعاني النبات الطبيعي والسبب الرئيس في تدهور الغابات (Forest Degradation) وذلك لأثارها السلبية

الواسعة على البيئة الحيوية بشكل عام بسبب سرعة امتداد الحرائق لمساحات واسعة واستمرارها لمدة طويلة قد تصل إلى أشهر عديدة. يقدر المعدل السنوي لمساحة الغابات المحترقة في العالم بحدود 60 مليون هكتار (منظمة الأغذية والزراعة، 2010: 77). لقد تم تصنيف حرائق الغابات على أساس المصدر المسبب للحرائق إلى صنفين رئيسين يطلق على الأول بالحرائق البشرية سواء كانت مقصودة أو بالاهمال وتمثل اكثر من 90% من أجمالي حرائق الغابات في حين يطق على الصنف الثاني بالحرائق الطبيعية والتي تمثل بحدود 10% من أجمالي حرائق الغابات في العالم (Satendra & Kaushik, 2014: 65- 68). تتمثل الحرائق البشرية بشكل عام من خلال حرق الغابات من اجل الاستفادة من اراضيها للاغراض الزراعية وكذلك بفعل إهمال السواح والصيادين للنيران التي قد تتسبب بفعل عمليات الطبخ والتدخين والاطلاقات النارية على الحيوانات، في حين تتمثل الحرائق الطبيعية بشكل رئيس بالعواصف البرقية غير أن ضربة البرق (Lightning Strike) لا تسبب حرائق للغابات الا بتوفر مجموعة من الظروف والتي منها ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة ورياح عالية السرعة.

لحرائق الغابات آثار بيئية متعددة تتمثل بشكل رئيس في موت واختفاء أعداد كبيرة من النباتات المتنوعة، كما تؤثر الحرائق سلباً على التنوع الحيواني جراء موتها وهجرتها، وكذلك تؤثر الحرائق سلباً على خصائص الترب ولاسيما في طبقاتها السطحية، فضلاً عن ذلك تعد حرائق الغابات من أهم أسباب التلوث البيئي وزيادة عناصر الاحتباس الحراري لكونها تنتج غاز أول اوكسيد الكربون السام وما لذلك من آثار على صحة السكان ومستقبل حياتهم. ومن أشهر حرائق الغابات في التاريخ المعاصر هي الحرائق التي نشبت في البرازيل خلال عام 1998 إذ دمرت هذه الحرائق مساحة تقدر بحدود 1 مليون هكتار، وفي اندونيسيا نشبت حرائق خلال عامي 1997– 1998 في جزيرتي بورنيو وسومارتا مما دمر مساحة مقدارها 456 ألف هكتار، وفي جنوب فلوريدا أدى حريق واحد إلى تدمير

مساحة مقدارها 60 ألف هكتار خلال شهر نيسان من عام 1999 (Macdonald, 2003:104).

الصيانة: Conservation

1- إدارة الاستخدامات البشرية للغطاء النباتي:

Managemente of vegetation

قبل التطرق للإجراءات الواجب إتباعها لإدارة عمليات استخدام الغطاء النباتي، لابد من التأكيد على ضرورة وضع خطط إستراتيجية وطنية لضبط النمو السكاني في دول العالم جميعها والسعي للوصول إلى ما يطلق عليه صفر النمو السكاني (Zero Population Growth) كما حصل في بعض الدول الأوربية كألمانيا والنمسا وبلجيكا لغرض الحد من تزايد حجم الاستهلاك البشري للنبات الطبيعي ومنع الزحف العمراني على المساحات الخضراء، والتأكيد على ذلك بتشريع القوانين. كما يجب السعي لتوفير البدائل عن الوقود والصناعات الخشبية للحد من عمليات قطع الأشجار في مناطق الغابات. وكذلك يجب السعي لإعادة تأهيل المساحات المتدهورة من الغطاء النباتي ولاسيما في مناطق الغابات من خلال وضع برامج لاستزراع الأشجار والشجيرات وتوسيع الاهتمام بإقامة المحميات الطبيعية في الغطاء النباتي.

أما صيانة المراعي الطبيعية فيتم معالجة الرعي الجائر من خلال تطبيق الدورة الرعوية لحماية الحشائش من الرعي لمدة زمنية قد تمتد لسنوات قليلة لغرض إعطاء ألفرصه للنباتات لاستعادة حيويتها وتزايد إنتاجها. ولذلك فان رعي الحيوانات يجب أن يتعاقب زمنياً على المساحة الخضراء إذ يتم تخصيص جزء من المرعى لرعي الحيوانات في حين تترك الأجزاء الأخر لمدة زمنية محدودة تتباين بين 2- 3 سنة وعليه فان الحيوانات تنتقل مكانياً داخل المراعي وفقاً لتوقيتات زمنية منتظمة ومدروسة. كما أن هناك أنواع من الأعشاب تسمى

بالأعشاب النجيلية تمتاز بمقاومة عالية لرعي الحيوانات وذلك لكون براعمها تكون مدفونة في التربة مما يعمل على الحد من تأثرها بالرعي ولذلك يمكن استزراع هدا النوع من الأعشاب في المراعي الطبيعية.

2- مكافحة الآفات والأمراض: Pathogens control

تعد عملية مكافحة النباتات الطبيعية من الآفات والأمراض صعبة ومعقدة وذلك بسبب المساحات الواسعة التي يشغلها الغطاء النباتي وضخامة حجم الأشجار في الغابات وضعف البيانات والمعلومات المتوفرة عن الآفات الحشرية والأمراض النباتية ولاسيما في منطقة الغابات فضلاً عن الآثار السلبية للمواد الكيميائية المستخدمة في مكافحة الآفات والأمراض النباتية والمتمثلة في تلوث البيئة وهجرة وإصابة وموت بعض الأحياء الحيوانية مما يؤثر في النظام البيئي. ولذلك يمكن مكافحة النباتات من المرض من خلال عمليات المراقبة المستمرة من قبل المتخصصين في علم النبات لغض التحديد المبكر لوقت لإصابة واستخدام المبيدات الكيميائية في وقت مبكر ومكان محدد وقدر محدود ومدروس وذلك لغرض تجنب انتشار هذه المبيدات على مساحة واسعة. كما يمكن معالجة الآفات طبيعياً من خلال العمل على زيادة الحيوانات التي تتغذى على الحشرات والفطريات المسببة لأمراض النباتات. كذلك يمكن استبدال بعض أنواع الأشجار والشجيرات المتواجدة في مناطق محددة المساحة كالمراعي الطبيعية بزراعة أشجار أكثر مقاومة للأمراض المتفشية في هذه المناطق.

3- مكافحة حرائق الغابات: Forest Fires control

تتطلب عمليات مكافحة حرائق الغابات العديد من الإجراءات والمعدات، فلابد من إنشاء مركز خاص للمراقبة تتولى مسؤولية اكتشاف الحرائق حال اندلاعها وتحديد مواقعها من خلال أشخاص ينتشرون في الغابات أو من خلال

طائرات عمودية تحلق فوق الغابات ويمكن الاستفادة من الخطوط الجوية التي تمر فوق الغابات للتبليغ عن الحرائق. كما تتطلب مكافحة حرائق الغابات توفير كوادر فنية متخصصة في تنظيم الغابات وإزالة مسببات الحرائق مجهزين بمصادر المياه ومعدات الإطفاء كالمضخات والسيارات والطائرات لغرض تطويق الحرائق وإطفاءها. وكذلك فان نشر الوعي بين المواطنين بأهمية الغابات وضرورة المحافظة عليها ومخاطر حرائق الغابات يعمل على الحد من نشوب الحرائق في الغابات.

مصادر الفصل الرابع: References

[1] أبو راضي، فتحي عبد العزيز (2004) أسس الجغرافية المناخية والنباتية، دار النهضة العربية للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، 584 صفحة.

[2] شلتوت، كمال حسين (2002) علم البيئة النباتية، الطبعة الأولى ، مطابع الدار الهندسية، القاهرة، 472 صفحة.

[3] غنيمي، زين الدين عبد المقصود (2001) أسس الجغرافية الحيوية، شركة الجلال للطباعة، الإسكندرية، 360 صفحة.

[4] منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، روما 2010، سلسلة الدراسات الحرجية للمنظمة 163، التقييم العالمي لحالة الموارد الحرجية لعام 2010، التقرير الرئيس.

[5] Getis, A.,Getis, J., Fellmann, J. D. and Getis, V. L. (2009) Introduction to geography, 12th ed., McGraw-Hill, New York.

[6] Macdonald, G. M. (2003) Biogeography: Introduction to Space, Time, and Life, John Wiley & Sons, USA.

[7] Mcknight, T. L. and Hess, D. (2000) Physical Geography, 6th Edition, USA.

[8] Royal Botanic Gardens, Kew (RBG Kew) (2016) State of the World's Plants, The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens.

[9] Satendra and Kaushik, A. D. (2014) Forest fire disaster management, National Institute of Disaster Management Ministry of Home Affairs, Govt. of India 5B, I.P. Estate, Ring Road, NIDM, New Delhi.

[10] United Nations (UN) (2015) World Population Prospects, Department of Economic and Social Affairs Population Division, New York.

الفصل الخامس

الثروة الحيوانية

أهمية الحيوانات: Importance of Animals

للحيوانات اهمية كبيرة على طبيعة الحياة في سطح الارض وذلك من خلال تأثيرها على الانسان والنباتات والبيئة الطبيعية، فمنذ القدم كانت الحيوانات المصدر الرئيس لغذاء الانسان سواء من خلال تزويده باللحوم أو منتجاتها من الالبان والبيض. كما تقوم الحيوانات ببعض الوضائف كاستخدام البغال والخيل والجمال في التنقل وحراثة الارض وارواء المزروعات، وكذلك تستخدم بعض الحيوانات كالكلاب في الصيد والحراسة والاغراض الامنية والتفتيش. فضلاً عن ذلك تستخدام الحيوانات لاغراض التجارب الطبية وكذلك للاغراض السياحية كانشاء حدائق للحيوانات، وكذلك تستخدم بعض الحيوانات الاليفة من قبل بعض الاشخاص كالكلاب والقطط لاغراض الاستئناس والرفقة للحد من التوتر والقلق والانعزال والوحدة. تسهم الحيوانات إيضاً في الحفاظ على البيئة الطبيعية للأرض من خلال دورها في تلقيح النباتات عن طريق حركة الحيوانات بين النباتات المختلفة كما تسهم الحيوانات في تسميد الإراضي وتوفر التغذية للنباتات عن طريق فضلاتها وكذلك تعد الحيوانات بعد موتها بمثابة الغذاء للكائنات الدقيقة والمعادن التكميلية للنباتات. وللحيوانات اهمية في التوازن البيئي إذ أن التنوع الكبير لاصناف الحيوانات وافتراس الحيوانات لبعضها يسهم في الحد من تزايد اعداد الحيوانات العاشبة مما يحافظ على ديمومة النباتات الخضراء والغطاء الارضي.

تصنيف الحيوانات: Taxonomic Categories

إن التباين المكاني لخصائص البيئة المحلية في الكرة الأرضية وتأقلم الحيوانات مع عناصر البيئة (Adapted to basic habitats) أدى إلى تباين خصائص الحيوانات في المظهر والشكل والحجم وكيفية المعيشة ونوع الاكل، ولذلك ظهرت انواع عديدة من الحيوانات تقدر باكثر من 1.26 مليون نوعاً. لقد

سعى العلماء لتصنيف هذه الحيوانات الى مجموعات (شعب) محددة وفقاً لخصائص وصفات مشتركة، ولذلك ظهرت العديد من الأسس والمبادئ التي يتم على وفقها تصنيف الحيوانات إلى مجموعات، ومن ابرز هذه التصنيفات ما يأتي:

1- تصنيف الحيوانات على أساس الهيكل العظمي: وتقسم إلى صنفين أساسين هما:

أ- اللافقاريات: Invertebrates

تضم اللافقاريات الحيوانات التي ليس في أجسادها هيكلاً عظميا (Skeleton) ولا عموداً فقرياً (Backbone)، وتعد اللافقاريات من أوسع الأصناف الحيوانية على الإطلاق إذ تدخل ضمنه بحدود 1.2 مليون شعبة (جدول 14) تمثل اكثر من 95% من الأنواع الحيوانية. تندرج تحت صنف اللافقاريات عدة شعب أهمها الحشرات والرخويات والقشريات فضلاً عن الحيوانات المجهرية، وتعد الحشرات اهم شعب اللافقاريات لكونها تشكل حوالي 75 % من الكائنات الحية الأرضية.

أ- الفقاريات: vertebrates

تضم الفقاريات الحيوانات التي يمتلك أجسادها هيكلاً عظمياً وعموداً فقرياً، وتندرج تحت صنف الفقاريات خمسة شعب هي الثديات والطيور والزواحف والأسماك والبرمائيات، وهذه الشعب أما أن تكون ذات دم حار (درجة حرارته ثابتة) أو ذات دم بارد (درجة حرارته متغيرة). وعلى الرغم من كون الفقريات تضم أعداد قليلة من الشعب الحيوانية تقدر بحدود 59.8 الف نوعاً وتمثل أقل من 5% من الأنواع الحيوانية الا أنها اكثر اهمية من اللافقريات ويرجع السبب في ذلك الى وقع شعبة الثديات ضمن الفقريات، إذ تعد الثديات أهم وأشهر الشعب الحيوانية على الإطلاق وذلك لكون الجنس البشري ينتمي لهذه الشعبة، كما أن أغلب الحيوانات الكبيرة والمألوفة في حياة البشر تنتمي إلى الثديات

جدول 14 أصناف الحيوانات في الكرة الارضية.

صنف الفقريات (vertebrates)		صنف اللافقريات (Invertebrates)	
الانواع (الشعب)	العدد	الانواع (الشعب)	العدد
البرمائيات (Amphibians)	6,199	الحشرات (Insects)	950,000
الطيور (Birds)	9,956	الرخويات (Molluscs)	81,000
السمك (Fish)	30,000	القشريات (Crustaceans)	40,000
الثديات (Mammals)	5,416	المرجان (Corals)	2,175
الزواحف (Reptiles)	8,240	اخرى	130,200
المجموع	59,811	المجموع	1,203,375

المصدر:

(IUCN, 2007)

2- تصنيف الحيوانات على أساس نوع الغذاء الذي تعيش عليه: وتقسم إلى ثلاثة أصناف أساسية هم:

أ- الحيوانات العاشبة: Herbivores

الحيوانات العاشبة هي الحيوانات التي تعتمد في غذائها على أوراق الأشجار والحشائش وجذور النباتات وثمارها ومحاصيل الإنتاج الزراعي ومخلفاته، ومن الحيوانات العاشبة البقرة والخروف والحصان.

ب- الحيوانات اللاحمة: Carnivores

الحيوانات اللاحمة هي الحيوانات التي تعتمد في غذائها على افتراس الحيوانات الأخرى الأضعف منها واكل لحومها، ومن الحيوانات اللاحمة الأسد والنمر والذئب.

ج- الحيوانات الكالشة: Omnivorous

الحيوانات الكالشة هي الحيوانات التي تعتمد في تغذيتها على مصدرين وهما مصدر نباتي يتمثل في النبات الطبيعي والمحاصيل الزراعية ومصدر حيواني يتمثل في لحوم الحيوانات الأخرى ومنجاتها من حليب وبيض، ومن الحيوانات الكالشة الخنزير والقرد والفأر.

3- تصنيف الحيوانات على أساس البيئة: وتقسم إلى ثلاثة أصناف أساسية هم:

أ- الحيوانات البرية: Terrestrial

يقصد بالحيوانات البرية جميع الحيوانات التي تعيش على سطح الأرض اليابس وداخله سواء في المناطق الجبلية أو السهلية أو المنخفضات كما تشمل الحيوانات الطائرة في الهواء والحيوانات التي تعيش داخل الطبقة السطحية للفتاة الصخري للقشرة الأرضية.

ب- الحيوانات المائية: Aquatic

يقصد بالحيوانات المائية جميع الحيوانات التي تعيش دخل البيئة المائية أو على سطح الماء سواء في البحار والمحيطات والبحيرات والأهوار والمستنقعات والأنهار. اليابس وداخله سوء في المناطق الجبلية أو السهلية أو المنخفضات كما تشمل الحيوانات الطائرة في الهواء.

ج- الحيوانات البرمائية: Amphibians

يقصد بالحيوانات البرمائية جميع الحيوانات التي لها القدرة للعيش في البيئة المائية والبيئة البرية ومن أمثلة هذه الحيوانات التمساح والسلحفاة.

4- تصنيف الحيوانات على أساس علاقتها بالإنسان: وتقسم إلى صنفين أساسين هما:

أ- الحيوانات الأليفة والمدجنة أو المنتجة:

Domestic Livestock or Production

الحيوانات الأليفة هي جميع الحيوانات التي يمكنها من التعايش في ألفة مع الإنسان، إذ يسعى الإنسان إلى تربيتها ورعايتها من اجل الاستفادة من خدماتها ومنتجاتها، وتعد الحيوانات المنتجة للحم والحليب من الكثر الحيوانات شيوعاً في ارتباطها بحياة الإنسان.

ب- الحيوانات الوحشية أو البرية: Wildlife

يقصد بالحيوانات الوحشية جميع الحيوانات التي تعيش بعيداً عن المستوطنات البشرية في بيئات طبيعية ملائمة لخصائصها وسلوكها كبيئة الغابات والبراري، غير أن الإنسان يمكنه الاستفادة من بعض تلك الحيوانات.

العوامل المؤثرة في الحيوانات: Factors effecting Animals

1- المناخ: Climate

أ- الضوء: Light

يتوقف اثر الضوء في الحيوانات على شدته ومدته إذ يؤثر الضوء في درجة روية الحيوانات ومقدار طاقتها ومدى نشاطها وحركتها فبعض الحيوانات موجبة

الاستجابة للضوء وبعضها سالبة الاستجابة ولذلك يمكن أن تقسم الحيوانات إلى قسمين هما حيوانات محبة للضوء وذلك بسبب تزايد درجة رويتها ومقدار طاقتها ومدى نشاطها في النهار كالحيوانات الماشية أما القسم الأخر فهو الحيوانات المحبة للظل وذلك بسبب تزايد درجة رويتها ومقدار طاقتها ومدى نشاطها في الليل ومن أمثلة تلك الحيوانات البوم والخفاش والفئران. كما قد يؤثر الضوء على لون الحيوانات فالحيوانات التي تعيش في المناطق الصحراوية يميل لونها إلى البني في حين يكون لون بعض الحيوانات ابيض في المناطق القطبية. كذلك يؤثر الضوء في نمو الحيوانات من خلال دور الأشعة الشمسية في تزويد الحيوانات بفيتامين (D) الضروري للعظام. وكذلك يستعمل الضوء كإشارة سلوكية لتوقيت بعض النشاطات الهامة للحيوانات كالتزاوج والهجرة إذ تؤدي الزيادة في طول مدة النهار والتي تبدأ عادة خلال فصل الربيع إلى زيادة الغدد الجنسية في الحيوانات مما يدفعها للتزاوج والتكاثر، في حين يؤدي الانخفاض في طول مدة النهار والتي تبدأ عادة خلال فصل الخريف إلى هجرة بعض الطيور بسبب قصر المدة التي لا تتيح لها الحصول على الغذاء الكافي.

ب- درجة الحرارة:

تحدد درجات الحرارة حياة الحيوانات وكثافة تواجدها إذ يندر تواجد الحيوانات على سطح الأرض في المناطق الدائمة التجمد والمناطق التي ترتفع فيها درجات الحرارة على 55 درجة مئوية، إذ تتواجد في المناطق القطبية اسماك ثلجية (Icefish) تستطيع ممارسة نشاطها رغم انخفاض درجة حرارة جسمها إلى – 1.9 درجة مئوية وعلى النقيض من ذلك توجد حيوانات في صحراء ناميبيا في جنوب أفريقيا تستطيع ممارسة نشاطها عندما ترتفع درجات حرارة أجسامها بين 52 – 55 درجة مئوية (Macdonald, 2003: 55). وتؤثر درجات الحرارة على المظهر الخارجي للحيوانات إذ يزداد سمك الجلود وكثافة الفراء والشعر الذي

يغطي جلد الحيوانات في المناطق الباردة والقطبية، في حين يقل سمك جلود الحيوانات في المناطق الحارة وقد تخلو من الفرو والشعر كما هي حال الفيلة.

كما تؤثر درجات الحرارة على نشاط الحيوانات إذ يعمل الارتفاع والانخفاض الحاد في درجات الحرارة على انخفاض نشاط الحيوانات، فعندما ترتفع درجات الحرارة فوق 85 درجة فهرنهايت تلجأ حيوانات الماشية على سبيل المثال إلى مناطق الظل (Shade Area) للسكون فيها من خلال الاضطجاع لغرض الحد من الجهد المبذول والاحتفاظ بطاقتها وتوازن درجات الحرارة في أجسادها، وعندما تنخفض درجات الحرارة تقل كثافة الغطاء النباتي الأخضر كماً ونوعاً مما يؤدي إلى انخفاض العلف (Forage) الذي تتغذى عليه الحيوانات العاشبة ولذلك ينخفض مستوى نشاطها ويقل حجم استهلاكها للعلف فتعتمد على الشحوم المخزونة في أجسادها لإمدادها بالطاقة مما يسهم في انخفاض وزن الحيوانات.

وكذلك تؤثر درجات الحرارة على سلوك الحيوانات فعنما ترتفع درجات الحرارة تسعى الحيوانات للرعي خلال الوقت المبكر من الصباح والوقت المتأخر من المساء وقد تلجأ للرعي خلال أوقات الليل عندما تكون إنارة القمر كبيرة لغرض الاستفادة من الاعتدال النسبي لدرجات الحرارة خلال تلك الأوقات وتجنب الارتفاع الحاد لدرجات الحرارة خلال أوقات النهار، وقد تضطر الحيوانات العاشبة للمشي بعيداً عن مواطنها استقرارها إلى مناطق الضفاف لغرض الرعي وشرب الماء وتبريد أجسادها غير أن قدرة تحمل الحيوانات على المشي والتحرك إلى مناطق الضفاف يعتمد على طول المسافة الفاصلة بين مواطنها استقرارها ومناطق الضفاف فاغلب الحيوانات العاشبة ولاسيما الماشية تكون غير قادرة على الرعي في المناطق التي تزيد مسافتها عن 3 كم. وعندما تنخفض درجات الحرارة في المناطق الباردة والقطبية قد تسعى الحيوانات للرعي طوال مدة النهار وذلك بسبب انخفاض عدد ساعات النهار، علماً أن قابلية الهضم للحيوانات تنخفض بانخفاض درجات الحرارة.

إن الحيوانات تختلف في عمليات التوازن بين درجة حرارة أجسامها ودرجة حرارة الوسط المحيط، فبعض الحيوانات تتغير درجة حرارة أجسامها تبعا لتغير درجة حرارة الوسط المحيط بها كالأسماك والزواحف والبرمائيات والحشرات وتسمى حيوانات متغيرة الحرارة (piokilotherms)، وهناك حيوانات تبقى درجة حرارة أجسامها ثابتة رغم تباين درجة حرارة الوسط المحيط بها كالثديات والطيور وتسمى حيوانات ثابتة الحرارة (homeotherms) وتلك الحيوانات لها أنظمة فسيولوجية خاصة تمكنها من الاحتفاظ بدرجة حرارة الجسم ثابتة، ويتباين المدى القاتل لدرجة حرارة هذه الحيوانات بين 37 –47 درجة مئوية (Macdonald, 2003: 55).

2- الطبوغرافية: Tobography

تؤثر طبيعة سطح الأرض على الحيوانات بصوره مباشرة من خلال اثره على حركة الحيوانات وإجهادها، إذ تتحدد حركة الحيوانات الثقيلة في المناطق المرتفعة ولاسيما في السفوح المنحدرة بخلاف المناطق السهلية التي تتيح الفرصة لجميع الحيوانات بحرية الحركة والتنقل، فالماشية على سبيل المثال تستطيع الرعي في جميع أنواعها في المناطق التي لا تزيد درجة انحدارها عن 10% (10 سم/متر) في حين لا ستطيع الرعي في السفوح التي تزيد درجة انحدارها على 60% (600 متر/ كم) (الجدول 15) .كما أن حركة الحيوانات الثقيلة في المناطق المنحدرة يتطلب جهد إضافي مما يزيد من استهلاك الطاقة وينعكس على وزن الحيوانات وحجمها وكمية الغذاء المستهلك.

في هذا الصدد لابد من الإشارة إلى أن الغنم والماعز تعد من اكثر الحيوانات الماشية تحمل وقدرة على العيش والرعي في المناطق المتضرسة إذ تستطيع التعامل مع المراعي المنحدرة بما يزيد على 45% (45 سم/متر) كما تكون لها القدرة على تتحمل مسافة سير من 3 – 5 كم وذلك لكونها اصغر حجماً في الجسم واكثر ثباتاً في الأرض و اكثر سرعة في السير.

كما تؤثر الطبوغرافية على الحيوانات بصورة غير مباشره من خلال تأثيره على نوعية النباتات الطبيعية وكثافتها وتأثيره في خصائص المناخ. إذ تمتاز نباتات المرتفعات في الغالب بكونها حشائش موسمية صغيرة ومتناثرة، بخلاف المناطق السهلية التي تمتاز في الغالب بالكثافة النسبية للنبات الطبيعي كونها تسمح لنمو جميع أصناف النباتات من الأشجار والحشائش والأعشاب، مما يؤثر على حجم ونوع الغذاء اللازم للحيوانات فينعكس على درجة تواجد الحيوانات. كما تؤثر المرتفعات على الخصائص المناخية إذ تقل درجات الحرارة بزيادة ارتفاع السطح وتزداد شدة الإشعاع الشمسي في السفوح المواجهة للشمس في حين تقل شدة الضوء ودرجة الحرارة في السفوح المعاكسة لاتجاه الشمس، مما يعمل على تغير أنوع الحيوانات.

إن مناطق الضفاف (Riparian Area) سواء المحيطة بالأنهار أو البحيرات أو الأهوار والمستنقعات تمتاز بارتفاع كثافة تركز الحيوانات وتنوعها من ماشية وبرية ومفترسة ويرجع السبب الرئيس في ذلك إلى زيادة كثافة النبات الطبيعي وتنوعها واستمرار مدة خضارها بما يفوق المناطق الأخرى، فضلاً عن مساهمة المياه في اجتذاب الحيوانات لغرض الشرب والتبريد. ولذلك لا تستطيع الحيوانات من الرعي بعيداً عن مناطق الضفاف فالماشية على سبيل المثال تستطيع الرعي في جميع أنواعها في المناطق التي لا تبعد عن مناطق الضفاف مسافة تزيد على 1.5 كم في حين لا ستطيع الرعي في المناطق تبعد عن مناطق الضفاف مسافة تزيد على 3 كم (الجدول 16).

جدول 15 الانخفاض المحتمل لقدرة تحمل حيوانات الماشية طبقاً إلى نسبة الانحدار.

نسبة الانحدار (%)	نسبة الانخفاض في قدرة تحمل الحيوانات (%)
10 – 0 (0 – 10 سم/متر)	0
30 – 11 (11 – 30 سم/متر)	30
60 – 31 (31 – 60 سم/متر)	50
60 < (اكثر من 60 سم/متر)	100 (غير قادرة على الرعي)

المصدر:

(Fraser, 2004: 5)

جدول 16 الانخفاض المحتمل لقدرة تحمل حيوانات الماشية طبقاً إلى المسافة من مناطق الضفاف.

المسافة من مناطق الضفاف (كم)	نسبة الانخفاض في قدرة تحمل الحيوانات (%)
1.5– 0	0
3 – 1.5	50
3 <	100

المصدر:

(Fraser, 2004: 6)

3- نوع النبات:

تؤثر النباتات الطبيعية في الحيوانات بصورة مباشرة وغير مباشرة يتمثل التأثير المباشر من خلال دورها في تغذية الحيوانات إذ أن لكل نوع من الحيوانات علف (Forage) محدد يفضله في التغذية فالماشية على سبيل المثال تفضل الحشائش وتتجنب مناطق الشجيرات الكثيفة، ولذلك فان اختلاف أصناف النباتات يؤثر بقوة في تباين المراعي (Grazing) مما يسهم في تباين أنواع الحيوانات التي ترعى في تلك المناطق. وفي الغالب تمتاز مناطق الغابات بتنوع الحيوانات وذلك بسبب زيادة كثافة النباتات الطبيعية وتنوعها من أشجار وشجيرات وحشائش وأعشاب، بخلاف مناطق النباتات الصحراوي التي يقل تأثيرها بشكل كبير في الحيوانات بسبب انخفاض كثافتها وتناثرها وصغر حجمها وموسمية وجودها.

أما التأثير غير المباشر لنباتات فيتمثل من خلال تأثيرها في المناخ إذ تعمل النباتات على زيادة الرطوبة الجوية عن طريق عمليات النتح كما تعمل على حجب أشعة الشمس والتخفيف من حدة الرياح مما ينعكس اثرها في درجات الحرارة وهذا ما يسهم في تشكيل ما يعرف بالمناخ المحلي (Micro-climate)، كما تؤدي النباتات دوراً في حماية الحيوانات من مخاطر الظروف المناخية المتطرفة إذ تعتمد الأشجار وظلالها في تجنب الحيوانات لأشعة الشمس المحرقة والأمطار الغزيرة والرياح الشديدة كما تلجأ بعض الحيوانات للأشجار لحمايتها من افتراس الحيوانات اللاحمة (Predation) ومن مخاطر الفيضانات، وكذلك فان انتشار الحيوانات العاشبة ضمن المناطق التي يسود فيها الغطاء النباتي يسهم في اجتذاب الحيوانات اللاحمة مما يسهم في زيادة كثافة الحيوانات وتنوعها.

4- الموارد المائية: Water resources

للمياه أهمية كبرى في حياة الحيوانات، وذلك لكونها تدخل في تركيب أجسام الحيوانات إذ تشكل أكثر من 65% من وزن الجسم، وتشكل المياه اكثر من

80% من الدم الموجود في الحيوانات كما أنها تشكل بحدود 87% من الحليب الذي تنتجه حيوانات الحليب (Ward & McKague, 2007)، كما تسهم المياه في عملية تنظيم وتوازن درجات الحرارة في أجسام الحيوانات. إن الحيوانات تستخدم المياه أما بصورة مباشرة من خلال عمليات الشرب أو بصورة غيرة مباشرة من خلال اكل النباتات الخضراء التي تحوي المياه أو من خلال عمليات الغطس داخل المياه من اجل التبريد كما هي حال الجاموس.

تتباين الاحتياجات المائية للحيوانات تبعاً لنوع الحيوان ووزن الجسم ففي الغالب يزداد الاستهلاك المائي للحيوانات بزيادة أحجامها وأوزانها وعلى سبيل المثال تزداد الاحتياجات المائية للجاموس بمقدار 25 – 30 % عن حجم الاحتياجات المائية لبقية المواشي مع تماثل الظروف المناخية، ويرجع السبب في ذلك إلى ضخامة حجم الجاموس وزيادة وزنه فضلاً عن طبيعته المحبة للمياه. كما تؤثر العوامل الفسلجية للحيوان في حجم الاستهلاك اليومي للماء كالعمر والحمل والرضاعة إذ تزداد الاحتياجات المائية للحيوان مع زيادة العمر لكون حجم الجسم يزداد مع زيادة العمر كما يزداد استهلاك الحيوانات للمياه أثناء فترة الحمل والرضاعة، وكذلك تدخل الظروف البيئية في تحديد حجم الاحتياجات المائية إذ تزداد مع زيادة درجة حرارة وجفافه وتنخفض مع انخفاض درجة حرارة الهواء وزيادة رطوبته. يتضح من (الجدول 17) إن الجاموس يمثل اكثر الحيوانات الماشية استهلاكاً للمياه وبمعدل يومي مقداره 57 لتر في حين تمثل الطيور الداجنة ادنى الحيوانات الماشية استهلاكاً للمياه إذ يقدر المعدل اليومي للاستهلاك المائي لكل 1000 طير بحدود 364 لتر.

جدول 17 تباين حجم الاحتياجات المائية (لتر/ يوم) للحيوانات العاشبة.

نوع الحيوانات	مدى الاحتياجات المائية*	معدل الاحتياجات المائية
الجاموس	110 – 40	57
البقر	115 –9	44
الحصان	49 – 16.5	33
الخنازير	20 – 2	10
الغنم	10.4 – 4.4	7
الأرنب	1.02 – 0.3	0.6
ثعلب الماء (mink)	0.39 – 0.19	0.3
الديك الرومي (لتر/ يوم/ 1000 طير)	1139 – 38	610
الدواجن (لتر/ يوم/ 1000 طير)	770 – 50	364

المصادر:

[1] (Ward & McKague, 2007)

[2] (Bulbul, 2010: 55-64)

*** إن سبب هذا المدى الكبير في قيم الاحتياجات المائية للحيوانات في النوع الواحد يرجع لكونه يمثل الاحتياجات المائية لجميع المراحل العمرية للحيوانات خلال مراحل النمو وفترات الحمل والرضاعة فضلاً عن تباين الظروف المناخية.**

التوزيع الجغرافي للحيوانات: Distribution of Animals

لقد تم اعتماد التصنيف الأخير للحيوانات وفقاً لعلاقتها بالإنسان أساساً لبيان التوزيع الجغرافي للحيوانات، وذلك لكون الدراسات الجغرافية تعطي أهمية كبيرة للعلاقات المتبادلة بين الانسان وعناصر البيئة المحيطة ومنها الحيوانات:

1- التوزيع الجغرافي للحيوانات المدجنة: Distribution of Livestock

تعتمد السكان على المستوى العالمي بشكل رئيس على 13 نوعاً من الحيوانات في إنتاج اللحوم وهي (الخنزير والدجاج والبقر والغنم والديك الرومي والماعز والبط والجاموس والإوز والأرنب والحصان والجمل وأنواع أخرى من الطيور). يقدر العدد الإجمالي للحيوانات المنتجة للحوم في العالم بحدود 56.46 مليار رأس في سنة 2006 وبلغ الحجم الإجمالي لإنتاج اللحوم في العالم بحدود 271.3 مليون طن للسنة ذاتها (جدول 18). تحتل الخنازير المرتبة الأولى في إنتاج اللحوم في العالم وبمقدار 105.6 مليون طن في السنة في حين تحتل الجمال المرتبة الأخيرة في إنتاج اللحوم وبمقدار 0.3 مليون طن في السنة. ومن الجدير ذكره في هذا الصدد إن لحوم الدجاج تعد اكثر شيوعاً في العالم على الرغم من كونها تحتل المرتبة الثانية في كمية اللحوم المنتجة وربما يرجع السبب في ذلك إلى مقبولية اكل لحومها في جميع الأديان المختلفة وصغر حجمها مما يسهل عمليات تربيتها في لبيوت والرخص النسبي لأسعارها وأعدادها الكبيرة فضلاً عن كونها لحوم الدجاج طيبة وصحية وتناسب جميع الأعمار.

أما الحيوانات المنتجة للحليب فان سكان العالم يعتمدون بشكل رئيس على 5 أنوع من الحيوانات في إنتاج الحليب وهي (الأبقار والأغنام والماعز والجاموس والجمال)، وتعد هذه الحيوانات منتجة للحليب واللحوم في نفس الوقت. يقدر الحجم الإجمالي لإنتاج الحليب في العالم بحدود 651.601 مليون طن في سنة 2006

جدول 18 كمية الحم المنتج وعدد الحيوانات المنتجة للحوم في العالم لسنة 2006.

الحيوانات	كمية اللحوم (مليون طن)	عدد الحيوانات (مليون رأس)
الخنازير	105.6	1352
الطيور الداجنة	85.3	52763
الأبقار	61	297
الأغنام	8.6	539
الماعز	4.9	384
الجاموس	3.2	23
الأرانب	1.6	1052
الحصن	0.8	49.9
الجمال	0.3	1.5
المجموع	271.3	56461.4

المصدر:

(Ulvshammar, 2008: 3)

أرتفع إلى 719 مليون طن سنة 2010 (جدول 19). تعد الأبقار اكثر الحيوانات شيوعاً في إنتاج الحليب وأكبرها حجماً إذ تحتل المرتبة الأولى في إنتاج الحليب في العالم وبمقدار 241.3 مليون طن في السنة في حين تحتل الجمال المرتبة الأخيرة في إنتاج الحليب وبمقدار 5.2 مليون طن في السنة.

وفيما يأتي التوزيع الجغرافي لاهم أنواع الحيوانات المنتجة للحوم والحليب في قارات العالم.

جدول 19 حجم الحليب المنتج (مليون طن) من الحيوانات المختلفة في العالم خلال سنة 2006.

القارة	الأبقار	الأغنام	الماعز	الجاموس	الجمال	المجموع
أسيا	85.4	104.8	88.8	50.3	0.6	329.9
أفريقيا	55.0	56.1	54.3	1.6	4.6	171.6
أوربا	43.5	30.1	10.2	0.2	–	84
الأميركتين	51.2	1.4	7.3	–	–	59.9
الاوقيانوس*	6.2	–	0.001	–	–	6.201
المجموع	241.3	192.4	160.601	52.1	5.2	651.601

المصدر:

(Ulvshammar, 2008: 3)

*** تشتمل الاوقيانوس على أستراليا ونيوزلاند وميلانيسيا وماكرونيزيا وبولنيسيا.**

أ- الخنازير: Pigs

يقدر العدد الإجمالي للخنازير في العالم بحدود 1.35 مليار رأس، ويتركز تواجد الخنازير في قارة أسيا إذ يقدر أعدادها بحدود 837 مليون رأس لتمثل 61.88 % من إجمالي أعداد الخنازير في العالم (جدول 20) وتعد الصين من اكثر دول العالم في أعداد الخنازير إذ تمثل 83 % من أعداد الخنازير في قارة أسيا، في حين تمثل الاوقيانوس ادنى القارات في أعداد الخنازير إذ يقدر عددها بحدود 8.5 مليون رأس لتمثل 0.61 % من إجمالي أعداد الخنازير في العالم.

إن معدل إنتاج الخنزير من الحم يتباين بين قارات العالم، إذ يرتفع المعدل في قارة أوربا إلى 86 كغم في حين ينخفض معدل إنتاج الخنزير الواحد من الحم إلى 51 كغم في قارة أفريقيا. لقد انعكس معدل إنتاج الخنزير للحم على كمية الحم

جدول 20 أعداد الخنازير (مليون رأس) وتوزيعها الجغرافي في العالم وكمية إنتاجها من اللحم (كغم) خلال سنة 2010.

القارة	الأعداد	النسبة %	معدل إنتاج الحم	كمية الإنتاج
أسيا	837	61.88	74	62.054
أوربا	287	21.22	86	26.939
أمريكا	204	15.08	85	18.664
أفريقيا	16.4	1.21	51	1.239
الاوقيانوس	8.3	0.61	63	0.474
العالم	1352.7	100.00	* 78	109.370

*** يمثل المعدل الموزون وليس الوسط الحسابي.**

المنتج في كل قارة، فعلى الرغم من كون أعداد الخنازير في قارة أسيا تمثل حوالي ثلاثة أضعاف الأعداد الموجودة في قارة أوربا إلا أن كمية إنتاجها من اللحوم تعادل ضعفي كمية إنتاج أوربا فقط، ويرجع السبب في ذلك إلى ارتفاع معدل إنتاج الخنزير الأوربي للحم إلى 86 كغم في حين يقل إنتاج الخنزير الأسيوي إلى 74 كغم.

ب- الطيور الداجنة: Poultry

يقدر العدد الإجمالي للطيور الداجنة في العالم بحدود 52.763 مليار رأس وهي تشتمل على أنواع متعددة من الطيور غير أن هناك اربع طيور رئيس يشاع تربيتها لغرض الاستفادة من لحومها ومنتجاتها من البيض وهي الدجاج (Chicken) والبط (Duck) والديك الرومي (Turkey) والإوز (Goose)، ويعد

الدجاج من اكثر أنواع الطيور شيوعاً في العالم إذ يبلغ عددها بحدود 48.798 مليار رأس ويقدر انتهاجها السنوي من اللحوم بحدود 73.1 مليون طن لتمثل بحدود 92.48 % و 85.70% من إجمالي عدد الطيور الداجنة وكمية انتهاجها للحوم على التوالي في العالم (جدول 21)، وعلى الرغم من انخفاض عدد الديك الرومي إلى 631 مليون رأس مقارنة بعدد البط البالغ 2.639 مليار رأس ألا أن أجمالي إنتاجه من اللحوم يفوق إنتاج البط، إذ بلغ الإنتاج السنوي للديك الرومي بحدود 5.8 مليون طن في حين ينخفض إنتاج البط من اللحوم إلى 3.8 مليون طن، ويمكن إرجاع سبب ذلك إلى كبر حجم جسم الديك الرومي مقارنة بالبط.

تمثل الامريكتين اكثر قارات العالم إنتاجاً للحوم الطيور الداجنة وبمقدار 42.11 مليون طن في حين تمثل أسيا اكثر القارات إنتاجاً للبيض وبمقدار 42.646 مليون طن، في حين تمثل الاوقيانوس ادنى القارات في إنتاج الحوم والبيض وبمقدار 1.092 و 0.250 مليون طن على التوالي (جدول 22).

ج- الأبقار: Cows

يطلق على الأبقار المدجنة عادة بالماشية (Cattle) وتعد الأبقار من اكثر الحيوانات شيوعاً في إنتاج الحليب في العالم إذ يمثل حجم الحليب المنتج من الأبقار بحدود 83.1% من الحجم الإجمالي للحليب المنتج في العالم. وعلى الرغم من كون الأبقار تحتل المرتبة السادسة في أعداد الحيوانات المنتجة للحوم وبمقدار 297 مليون رأس ألا أنها تأتي بالمرتبة الثالثة في إنتاج اللحوم وبمقدار 61 مليون طن في السنة، وتقسم الأبقار على وفق الغرض من تربيتها أو طبيعة إنتاجها إلى نوعين هما أبقار اللحم (Beef Cattle) وهي الأبقار التي تربى من اجل إنتاج اللحوم، وهناك أبقار تربى من اجل إنتاج الحليب وتمسى بأبقار الحليب (Dairy Cattle).

جدول 21 أنواع الطيور الداجنة وأعدادها (مليون رأس) وكمية إنتاجها للحوم (مليون طن) في سنة 2006.

نوع الطيور	العدد	النسبة %	كمية الإنتاج	النسبة %
الدجاج	48798	92.48	73.1	85.70
البط	2639	5.00	3.8	4.45
الإوز	637	1.21	2.5	2.93
الديك الرومي	631	1.20	5.8	6.80
طيور أخرى	58	0.11	0.1	0.12
المجموع	52763	100.00	85.3	100.00

جدول 22 كمية إنتاج الطيور الداجنة من الحوم والبيض (مليون طن) في العالم خلال سنة 2010.

القارة	إنتاج اللحم	النسبة %	إنتاج البيض	النسبة %
الأميركتين	42.110	42.51	12.999	18.81
أسيا	34.858	35.19	42.646	61.72
أوربا	16.222	16.38	10.545	15.26
أفريقيا	4.769	4.82	2.652	3.84
الاوقيانوس	1.092	1.10	0.250	0.36
العالم	99.051	100	69.092	100

يقدر العدد الإجمالي للأبقار في العالم بحدود 579.3 مليون رأس (جدول 23)، تحتل الأمريكيتين المرتبة الأولى في أعداد الأبقار وبمقدار 181.4 مليون رأس لتمثل 31.31 % من العدد الإجمالي للأبقار في العالم في حين تمثل الاوقيانوس ادنى القارات في أعداد الأبقار وبمقدار 18.4 مليون رأس لتمثل 3.18% من العدد الإجمالي للأبقار في العالم، وتعد الصين الواقعة في شرق قارة أسيا اكثر دول العالم في أعداد أبقار اللحوم وبمقدار 52 مليون رأس خلال سنة 2006، في حين تعد الهند الواقعة في جنوب أسيا اكثر دول العالم في أعداد أبقار الحليب وبمقدار 36.6 مليون رأس.

د- الأغنام: Sheep

تربى الأغنام في الحقول بشكل أساس من اجل إنتاج اللحوم وقد تستثمر الأغنام في إنتاج الحليب، ففي قارة الاوقيانوس تقتصر تربية الأغنام على إنتاج اللحوم فقط. يقدر العدد الإجمالي للأغنام في العالم بحدود 731.4 مليون رأس (جدول 24)، تحتل أسيا المرتبة الأولى في أعداد الأغنام وبمقدار 396.9 مليون رأس لتمثل 54.27% من العدد الإجمالي للأغنام في العالم في حين تمثل الأمريكيتين ادنى القارات في أعداد الأغنام وبمقدار 26.3 مليون رأس لتمثل 3.60% من العدد الإجمالي للأغنام في العالم، وتعد الصين الواقعة في شرق قارة أسيا اكثر دول العالم في أعداد الأغنام إذ تضم 41 مليون من أغنام الحليب و 168 مليون من أغنام اللحم.

جدول 23 عدد الأبقار المنتجة للحوم والحليب (مليون رأس) في العالم خلال سنة 2006.

القارة	أبقار اللحم	أبقار الحليب	المجموع	النسبة %
الأمريكيتين	124.6	56.8	181.4	31.31
أسيا	94.7	85.3	180	31.07
أفريقيا	55	55	110	18.99
أوربا	46	43.5	89.5	15.45
الاوقيانوس	12.2	6.2	18.4	3.18
المجموع	332.5	246.8	579.3	100.00

جدول 24 عدد الأغنام المنتجة للحوم والحليب (مليون رأس) في العالم خلال سنة 2006.

القارة	أغنام اللحم	أغنام الحليب	المجموع	% النسبة
أسيا	292.1	104.8	396.9	54.27
أفريقيا	81.5	56.1	137.6	18.81
أوربا	80.6	30.1	110.7	15.13
الاوقيانوس	59.9	–	59.9	8.19
الأمريكيتين	24.9	1.4	26.3	3.60
المجموع	539	192.4	731.4	100.00

هـ- الماعز: Goats

الماعز كما هي حال الأغنام تربى في الحقول من اجل إنتاج اللحوم وقد تستثمر في إنتاج الحليب. يتركز تواجد الماعز في الدول النامية إذ تضم 96% من أجمالي الماعز في العالم في حين تضم الدول المتقدمة بحدود 4% فقط من أعداد الماعز. يقدر العدد الإجمالي للماعز في العالم بحدود 544.5 مليون رأس (جدول 25)، تحتل أسيا المرتبة الأولى في أعداد الماعز وبمقدار 372.8 مليون رأس لتمثل 68.47 % من العدد الإجمالي للماعز في العالم في حين تمثل الاقيانوس ادنى القارات في أعداد الماعز وبمقدار 0.9 مليون رأس لتمثل 0.16% من العدد الإجمالي للماعز في العالم، وتعد الهند اكثر دول العالم في أعداد الماعز إذ تضم 47.5 مليون رأس من ماعز اللحوم و 29.7 مليون رأس من ماعز الحليب.

و- الجاموس: Buffalo

على الرغم من كون الجاموس يستثمر في إنتاج اللحوم والحليب إلا نها تتواجد في أماكن محدودة من قارات العالم وذلك لكونها تحتاج إلى ظروف بيئية خاصة تتمثل بالمناخ الحار والمسطحات المائية الضحلة كالمستنقعات والأهوار. يقدر العدد الإجمالي للجاموس في العالم وفقاً للتعداد السنوي لمنظمة الغذاء والزراعة العالمية (FAO) لسنة 2010 بحدود 180 مليون رأس. تتركز النسبة العظمى من الجاموس في قارة أسيا إذ تمثل 95.5% من أعداد الجاموس في العالم وتتمثل بشكل أساس في دولة الهند، وتحتل قارة أفريقيا المرتبة الثانية في أعداد الجاموس إذ تمثل بحدود 4.2 % من أعداد الجاموس وتتمثل بشكل أساس في دولة مصر. وتقل نسبة أعداد الجاموس في قارة أوربا إلى 0.2% وتتمثل في ثلاث دول هي بلجيكا واليونان وإيطاليا، في حين تنخفض نسبة أعداد الجاموس في الأمريكيتين إلى 0.1% من أعداد الجاموس في العالم.

جدول 25 عدد الماعز المنتجة للحوم والحليب (مليون رأس) في العالم خلال سنة 2006.

القارة	ماعز اللحم	ماعز الحليب	المجموع	النسبة %
أسيا	284	88.8	372.8	68.47
أفريقيا	76.2	54.3	130.5	23.97
أوربا	12	10.2	22.2	4.08
الأمريكيتين	10.8	7.3	18.1	3.32
الاوقيانوس	0.9	0.001	0.901	0.16
المجموع	383.9	160.601	544.501	100.00

ز- الجمال: Camel

إن الأغراض التي تربى من أجلها الجمال متعددة كإنتاج اللحوم والحليب فضلاً عن استثمارها في بعض الدول الفقيرة في عمليات النقل وحمل البضائع. إن العدد الإجمالي للجمال في العالم غير دقيق وذلك لقلة أعدادها واستثماراتها في العديد من دول العالم مما يقلل من اهتمام تلك الدول في حصر أعداد الجمال وكميات إنتاجها والتبليغ عنها، ويقدر العدد الإجمالي للجمال في العالم وفقاً للتعداد السنوي لمنظمة الغذاء والزراعة العالمية (FAO) لسنة 2011 بحدود 27 مليون رأس. يقتصر تواجد الجمال في قارتين فقط هما أفريقيا واسيا تتركز النسبة العظمة من الجمال في قارة أفريقيا إذ تمثل 85% من أعداد الجمال في العالم وتتركز بشكل أساس في دولة الصومال وبمقدار 2.2 مليون رأس من الجمال المنتجة للحليب ودولة السودان وبمقدار 1.3 مليون رأس من الجمال المنتجة للحليب

و215 الف رأس من الجمال المنتجة للحوم. وتمثل قارة أسيا 15% من أعداد الجمال في العالم وتتركز بشكل أساس في المملكة العربية السعودية وبمقدار 360 الف راس تتوزع بانتظام في إنتاج اللحوم والحليب ودولة الأمارات العربية المتحدة وبمقدار 180 الف رأس من الجمال المنتجة للحليب.

2- توزيع الحيوانات الوحشية أو البرية: Distribution of Wildlife

يرتبط التوزيع الجغرافي للحيوانات الوحشية ارتباطاً وثيقاً بالنباتات الطبيعية ولاسيما مناطق الغابات وذلك لكونها تعتمد على تلك النباتات في حميتها من مخاطر الظروف المناخية القاسية ولا سيما الإشعاع الشمسي المباشر ودرجات الحرارة المرتفعة والتساقط الغزير للأمطار فضلاً عن استخدامها الأشجار المرتفعة وأغصانها الكثيفة في التخفي والحماية من مخاطر الحيوانات المفترسة، كما تعتمد الحيوانات البرية العاشبة بشكل رئيس على النبات الطبيعي في تامين غذائها أما الحيوانات اللاحمة فتعتمد في غذائها على افتراس الحيوانات المتواجدة بكثرة في الغابات. ولذلك فإن التوزيع الجغرافي للحيوانات البرية سيتوافق مع التوزيع الجغرافي للنبات الطبيعي. وفيما يأتي اهم البيئات التي تعيشها الحيوانات البرية:

أ- حيوانات الغابات الاستوائية:

تمتاز الغابات الاستوائية بأشجار عالية دائمة الخضرة وإحتواءها على انواع عديدة ومختلفة من الحيوانات، ومن أهمها القرود والنمور المرقطة وبعض أنواع القطط الوحشية والسناجب والسحالي والثعابين وبعض أنواع الطيور ولاسيما الببغاء، وكذلك يحوي هذا الإقليم على الحشرات والخفافيش والتماسيح.

ب– حيوانات الغابات النفضية المعتدلة:

تضم الحيوانات الموجودة في هذا الاقليم الثيران والقطط البرية والماعز والخنزير البري والذئاب والدبب البنية الغزلان والثعالب والسناجب والارانب والفئران والطيور والحشرات.

ج– حيوانات الغابات الصنوبرية:

يضم هذا الاقليم مجموعه متنوعة من الحيوانات ابرزها الأرانب والثعالب والدببة والغزلان والقطط المتوحشة والسناجب وبعض الطيور والحشرات فضلاً عن الحيوانات المهاجرة كالرنه.

د– إقليم الحشائش:

تكثر في إقليم الحشائش حيوانات آكلات الأعشاب كالزرافات والغزلان والخنازير الوحشية و وحيد القرن والجواميس والأبقار الوحشية. كما يحوي هذا الإقليم أيضاً على حيوانات آكلات اللحوم مثل الأسد والفهد والنمر والضباع. وكذلك يضم الحيوانات الزاحفة كالأفاعي السامة وبعض أنواع الطيور كالنعام فضلاً عن الحشرات كالفراشات والنمل.

هـ– الحيوانات الصحراوية: Desert

يتكون الغطاء النباتي بشكل عام في المناطق الصحراوية من شجيرات متباعدة ونباتات حولية، تتميز وقد تكيفة النباتات الصحراوية لتحمل ندرة المياه .كذلك هي الحال بالنسبة للحيوانات الصحراوية فان لها تكيفات خاصة للاحتفاظ بالمياه، ومن أهم الحيوانات التي تعيش في الصحاري هي الجمال والغزلان والأرانب وبعض الزواحف كالأفاعي والضب وبعض الطيور كطائر الجواب وطائر الصعو وتكثر في الصحاري الحشرات والعناكب والعقارب.

الثروة السمكية: Fisheries

الأسماك هي حيوانات تقع ضمن صنف الفقريات ذات الدم البارد والتي تعيش في البيئة المائية. وتضم الاسماك العديد من الانواع تزيد على 27 الف نوع، لذلك تعد الاسماك من أكثر الفقريات تنوعاً. تشكل الأسماك مصدراً حيوياً للتغذية وذلك لإحتوائها على البروتينات والمغذيات الأساسية للانسان ولاسيما في العديد من دول العام الفقيرة، إذ أن الأسماك تمد أكثر من 3 مليارات شخص في جميع أنحاء العالم بما لا يقل عن 15% مما يحصلون عليه من البروتين الحيواني في المتوسط، وقد ارتفع معدل نصيب الفرد من استهلاك الأسماك في العالم من 9.9 كغم سنة 1960 إلى 14.4 كغم في سنة 1990 و 19.7 كغم سنة 2013 والى حوالي 20 كغم في سنة 2015 (FAO, 2016: 2) وفي ظل النمو المتسارع للسكان وزيادة الطلب على المواد الغذائية فان الاحياء المائية ستكون بمثابة المصدر الرئيس للبروتيان في المستقبل. وتمكن قطاع الأسماك أيضًا في عام 2006 من تحقيق أكثر من 185 مليار دولار في المبيعات وفقًا لتقرير اقتصادي أصدرته دائرة خدمات المصايد (NOAA, 2009) وخلال المدة 2010– 2012 كان ما لا يقل عن 21 مليون شخص يعملون كصيادين للأسماك (FAO, 2014: 6).

مصايد الأسماك البحرية: Marine capture

على الرغم من كون البحار والمحيطات تعج بانواع هائلة من الاحياء البحرية والاسماك الا انه ليس كل المناطق البحرية تصلح مصايد للأسماك، إذ أن هناك

مجموعة من العوامل التي تحدد مدى صلاحية المياه البحرية للصيد، ومن ابرز تلك العوامل ما ياتي:

1- ضحالة المياه البحرية في الرصيف القاري بما يقل عن 200 متر، فغالباً ما يتركز صيد الاسماك في المناطق البحرية الضحلة والتي تعرف بالشطوط (Banks) ذات اعماق قل من 20 متر. مما يتيح للاشعاع الشمسي الوصل الى الاعماق ويسهل عمليات رصد الاسماك وصيدها.

2- توفر المواد الغذائية النباتية والحيوانية للاسماك، وتعد البلانكتون (Plankton) وهي كائنات حية دقيقة ذات اصول حيوانية أو نباتية تعيش بصورة عالقة في المياه من المصادر الاساسية لغذاء الاسماك، إن توفر المواد الغذائية للاسماك يسهم في خلق بيئة مثالية لجذب الاسماك وتكاثرها وازدهارها.

3- طبوغرافية قاع المحيط تؤثر أيضاً في تحديد مدى صلاحية المياه البحرية للصيد، إذ أن استواء القاع وانحداره التدريجي البسيط وانتفاء مظاهر التضرس البارزة وانتشار حبيبات الرمل والطين في أرضية القاع وخلوه من الصخور، يسهل عملية صيد الاسماك بواسطة شباك الصيد المختلفة.

4- قرب المياه البحرية من مراكز المدن والارضي اليابسة، فإن ذلك يسهل من عملية رحلة الصيادين الى المياه البحرية لاغراض صيد الاسماك ومن ثم رجوعهم الى مراكز المدن لاغراض بيع السمك وتسويقه. كما مصبات أن الانهار التي تجري في الاراضي اليابسة تنهي جريانها في الغالب في البحار والمحيطات، ولكون المياه النهرية تحوي على العديد من المغذيات كالنتيروجين والفسفور وهي من المصادر المهمة لغذاء الاسماك لذلك تعد مصبات الانهار مناطق مثالية لصيد الاسماك.

5- طبيعة خط الساحل، فالسواحل المتعرجة توفر مرافئ طبيعية يتخذها الصيادون قاعدة لانطلاقهم نحو صيد الاسماك، كما انها تمثل الموقع الامن الذي يلتجأ اليه الصيادون خلال اوقات العواصف والامواج العالية.

6- الضروف المناخية اثر في تحديد المصايد البحرية، فدرجات الحرارة والرياح والضباب ضرورية في عمليات صيد الاسماك، إذ تحافظ درجات الحرارة الملائمة على شكل المياه البحرية في الحالة السائلة مما يجعل امكانية الصيد قائمة على مدار السنة بخلاف المناطق الباردة التي تتجمد فيها المياه، كما ان المناطق الواقعة ضمن اتجاه سير الاعاصير تعرقل عمليات الصيد البحري، كذلك فان تكون الضباب يحد من مدى رؤية الصيادون فضلاً عن ذلك فان الكتل الجليدية الطافية في المياه تعرض سفن الصيد الى اخطار جسيمة لذلك لابد من مراعات الضروف المناخية عند اختيار مواقع المصايد البحرية.

هناك العديد من المصايد البحرية المنتشرة في العالم غير أن اكثرها اهمية تتواجد في المحيط الهادي، إذ بلغ المجموع الكلي من صيد الاسماك في المحيط الهادي سنة 2012 بحدود 47.289 مليون طن ليمثل 59.33% من الحجم الاجمالي لصيد الاسماك البحرية في العالم (جدول 26). في حين تنخفظ كمية صيد الاسماك البحرية في عموم المناطق القطبية الى 0.179 مليون طن لتمثل حوالي 0.22% من الحجم الاجمالي لصيد الاسماك البحرية في العالم.

إلانتاج العالمي للاسماك: Global fishires production

تعد الاسماك مصدر رئيس لغذاء الانسان كونها سهلة الهضم وتحوي على البروتينات الغنية بالأحماض الدهنية والعناصر المعدنية والفيتامينات الأساسية التي يحتاجها الجسم، وعلى الرغم من صلاحية جميع أنواع الأسماك الموجودة في البحر للأكل البشري، الا أن بعض الانواع تصتاد أكثر من غيرها وذلك حسب تواجدها وتكاثرها في المنطقة البحرية.

جدول 26 المصايد الرئيسه للاسماك البحرية في العالم

وحجم انتاجها (مليون طن) في سنة 2012.

موقع المصايد	حجم الانتاج	النسبة %
مصايد المحيط الهادي	47.289	59.33
شمال غرب المحيط الهادي	21.462	26.93
غرب وسط المحيط الهادي	12.078	15.15
جنوب شرق المحيط الهادي	8.292	10.40
شمال شرق المحيط الهادي	2.916	3.66
شرق وسط المحيط الهادي	1.940	2.43
جنوب غرب المحيط الهادي	0.601	0.75
مصايد المحيط الاطلسي	19.042	23.89
شمال شرق المحيط الأطلسي	8.103	10.17
شرق وسط المحيط الأطلسي	4.057	5.09
شمال غرب المحيط الأطلسي	1.978	2.48
جنوب غرب المحيط الأطلسي	1.878	2.35
جنوب شرق المحيط الأطلسي	1.563	1.96
غرب وسط المحيط الأطلسي	1.463	1.84
مصايد المحيط الهندي	11.914	14.95
شرق المحيط الهندي	7.396	9.28
غرب المحيط الهندي	4.518	5.67
مصايد البحر المتوسط والبحر الاسود	1.282	1.608
مصايد القطب الشمالي والجنوبي	0.179	0.22
إجمالي صيد الاسماك البحرية	79.706	100.00

المصدر:

(FAO, 2014: 11)

تعد سمك التونة والسردين والسلمون والسمك الابيض والقد والرنجة من أكثر أنواع الأسماك المرغوبة في الصيد البحري. لقد بلغ الإنتاج العالمي لصيد الأسماك البحرية بحدود 81.5 مليون طن في سنة 2014 (جدول 27)، في حين بلغ مجموع انتاج لاسماك البحرية بحدود 20 مليون طن في سنة 1950، وبلغ في سنة 2012 بحدود 79.7 مليون طن مما يعطي مؤشر على زيادة الانتاج العالمي للاسمك البحرية مع الزمن. يمكن ارجاع السبب في ذلك الى تزايد اعداد السكان وتطور النقل البحري واساليب الصيد فضلاً عن دور ساليب التخزين والتعليب والتجميد في زيادة معدلات صيد الاسماك البحرية. تاتي الصين واندونيسيا والولايات المتحدة الامريكية فضلاً عن الاتحاد الروسي في مقدمة الدول المنتجة للاسماك البحرية في العالم، إذ تمثل ما يقارب من 37% من إجمالي صيد الأسماك البحرية في العالم.

مشكلات الثروة الحيوانية: Animals proplems

1- الامراض والاوبئة الحيوانية: Diseases and epidemics of animals

تتعرض الحيوانات للاصابة بالعديد من الامراض مما يخفض القدرة الانتاجية للثروة الحيوانية من اللحوم والالبان والبيض وقد تسهم امراض الحيوانات في خلق الازمات الاقتصادية في بعض الدولة، كما أن بعض امراض الحيوانات يمكن ان تنتقل الى الانسان. وهناك اكثر من 16 مرضاً ذات الخطر العالمى على الثروة الحيوانية ومن اهمها الحمى القلاعية وانفلونزا الخنازير والطاعون البقري وانفلونزا الطيور.

جدول 27 حجم إلانتاج العالمي للاسماك البحرية (مليون طن) في سنة 2014.

اسم الدولة	القارة	حجم الانتاج	نسبة الانتاج
الصين	أسيا	14.811	18.16
اندونيسيا	أسيا	6.017	7.38
الولايات المتحدة الامريكية	أمريكا الشمالية	4.954	6.07
الاتحاد الروسي	أسيا	4.001	4.90
اليابان	أسيا	3.630	4.45
بيرو	أمريكا الجنوبية	3.549	4.35
الهند	أسيا	3.419	4.19
فيتنام	أسيا	2.711	3.32
مينمار	أسيا	2.702	3.31
النرويج	أوربا	2.301	2.82
شيلي	أمريكا الجنوبية	2.175	2.67
الفلبين	أسيا	2.137	2.62
كوريا	أسيا	1.718	2.11
تايلند	أسيا	1.560	1.91
ماليزيا	أسيا	1.458	1.79
المكسيك	أمريكا الشمالية	1.396	1.71
المغرب	إفريقيا	1.350	1.66
أسبانيا	أوربا	1.104	1.35
أيسلندا	أوربا	1.077	1.32
بقية دول العالم		19.479	23.89
العالم		81.549	100

المصدر:

(FAO, 2016: 11)

2- تدهور المراعي الطبيعية: Destruction of natural pasture

تمثل المراعي الطبيعية المصدر الأساس للموارد العلفية اللازمة لغذاء الثروة الحيوانية من خلال ما تحويه أراضي المراعي على العديد من النباتات الطبيعية الخضراء الملائمة للحيوانات. إن اغلب المراعي الطبيعية تتواجد في الاقاليم التي يتباين فيها مجموع التساقط الجوي بين 50- 200 ملم/سنة، لذلك تمتاز معظم المراعي بفقرة غطاءها النباتي وتعاني من انخفاض حجم إنتاجها للاعلاف وتذبذبها السنوي. ومن ثم فان اغليها تكون ذات قدرة محدودة على اعالة الحيوانات. تتعرض المراعي الطبيعية الى التدهور جراء عوامل عديدة ابرزها الرعي الجائر والمبكر واستصلاح ارض المراعي للنشاط الزراعي وقيام السكان باحتطاب الشجيرات والاعشاب.

3- الصيد الجائر: Overfishing

يقصد بالصيد الجائر هو قيام الانسان بصيد الحيوانات البرية والطيور والأحياء المائية بصورة مكثفة ومتكررة مما يسهم باختلال التوازن البيئي، ومن الناحية البيولوجية يعد الصيد جائر إذ مثلت نسبة الصيد 50% من الحجم الاجمالي للمخزون الكلي أو النوعي، فصيد الحيوانات والطيور هو أحد الأنشطة التي اعتمد عليها الإنسان لتأمين الغذاء والملابس، كما لجأ الانسان الصيد الحيوانات المفترسة لغرض حماية أنفسهم أو حماية الحيوانات العاشبة التي يعتمدونها في غذائهم، وفي الآونة الاخيرة عمد الانسان على صيد الحيوانات والطيور من اجل النزهة والترفيه أو كوسيلة لممارسة الرياضية. لقد خلق الصيد الجائر للحيوانات حالة من الاختلال في التوازن البيئي، إذ أن التأكيد على صيد نوع محدد من حيوانات يسهم في ندرة هذا الحيوان وانقراضه، كما أن التركيز على صيد الحيوانات المفترسة يؤدي الى تزايد اعداد الحيونات العاشبة مما يسهم في انخفاض مساحة الغطاء النباتي.

الصيانة: Conservation

1- يمكن الاهتمام بصحة الحيوان من خلال إنشاء العيادات البيطرية لتوفير العلاجات واللقاحات والأمصال البيطرية المناسبة للامراض التي يمكن أن تصيب الحيوانات، وانشاء محاجر صحية لتطويق الحالات المرضية التي لايتوفر لها علاج للحد من انتشار المرض بين الحيوانات وحماية صحة المربين، فضلاً عن تقديم التوعية الصحية لمربي المواشي والطيور عن خطورة أمراض الحيوانات.

2- تنمية المراعي الطبيعية من خلال زراعة بعض الشجيرات الرعوية والاعشاب الملائمة للمنطقة لرفع لقدرة الانتاجية للمرعى وتنظيم اوقات الرعي لغرض إعطاء فرصة للغطاء النباتي بالتكاثر والانتشار، وعند الضرورة يمكن اقامة المحميات الطبيعية في المراعي المجهدة. كما يمكن البحث عن اماكن مناسبة لانشاء المراعي الصناعية لتخفيف الضغط عن المراعي الطبيعية من خلال زراعية الاشجار والاعشاب والحشائش المناسبة للحيوانات السائدة في المنطقة، وكذلك يمكن الاستفادة من مخلفات الانتاج الزراعية لانتاج العلف الحيواني فضلاُ عن صناعة العلف الحيواني المركر. وبالنسبة للثروة السمكية فان الاستزراع السمكي هو افضل السبل لتخفيف الضغط علي المصايد الطبيعية مما يساعد علي تحسيين مخزوناتها الطبيعية من الأسماك والحد من استنزافها.

3- هناك العديد من الاجراءات التي اتخذتها حكومات الدول للحد من الصيد الجائر، ومنها انشاء المحميات الطبيعية للحفاظ على التنوع الاحيائي، وزيادة الدراسات على الكائنات الحية لتحديد الحيوانات النادرة والمحتمل انقراضها. وهناك العديد من الاجراءات للحد من صيد الحيوانات والاسماك ومنها نشر الوعي بين الناس باثر الصيد في احتلال التوازن البيئي، ووضع أجهزة المراقبة على المناطق التي يكثر فيها الصيد، واصدار العقوبات القانوينة والغرامات المالية لردع للمقبلين على الصيد.

مصادر الفصل الخامس: References

[1] Bulbul, T. (2010) Energy and Nutrient Requirements of Buffaloes, Kocatepe Veterinary Journal, 3 (2): PP. 55-64.

[2] Food and agriculture organization of the united nations (FAO) (2014) The State of World Fisheries and Aquaculture, Opportunities and challenges, Rome.

[3] Food and agriculture organization of the united nations (FAO) (2016) The State of World Fisheries and Aquaculture.Contributing to food security and nutrition for all, Rome.

[4] Fraser, D. A. (2004) Factors influencing livestock behaviour and performance. rangeland health brochure 8, British Columbia,18 p.

[5] Macdonald, G. M. (2003) Biogeography: Introduction to Space, Time, and Life, John Wiley & Sons, USA.

[6] National Oceaic and Atmospheric Administration (NOAA) (2009) ,New Economic Report Finds Commercial and Recreational Saltwater Fishing Generated More Than Two Million Jobs.

[7] Sue Weaver (2013) Introducing the Water Buffalo, Published by Sue Weaver at Smashwords, 20 p.

[8] The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (2007) Red List.

[9] Ulvshammar, k. (2008) Milk and meat producing animals in the world, Husdjursvetenskap - Examensarbete 15hp, Litteraturstudie, SLU, Uppsala.

[10] Ward, D. and McKague, K. (2007) Water Requirements of Livestock, Ministry of Aqriculture, Food and Rural Affairs, Ontario, Order NO. 07-023.

الفصل السادس

الموارد المعدنية ومصادر الطاقة

أهمية المعادن والطاقة: Importance Metals and Energy

تعد المعادن والطاقة في الدول المعاصرة بمثابة القاعدة الأساسية التي يعتمد عليها التطور الاقتصادي والاجتماعي، إذ يشكلان أهم مقومات الاقتصاد الوطني من خلال دورهما في تشغيل الأيدي العاملة والمساهمة في تلبية متطلبات المصانع والمنازل والسكان من الخامات الأولية والاضاءة ووسائل الاتصال والمنتجات الصناعية فضلاً عن دورهما في دعم الدخل القومي بالموارد النقدية من خلال عمليات التصدير. تدخل المعادن كمادة اساسية في اغلب الصناعات كصناعة السيارات والقطارات والطائرات والسفن والأوانئ المنزلية، ولا يمكن أن تقوم أي صناعة حديثة دون توافر مصادر الطاقة، إذ أن إنتاج الطاقة يعمل على الاستثمار الفاعل للموارد الطبيعية. كما تستخدم المادن النفيسة كالذهب والفضة في صناعة الحلي، كما تدخل العديد من المعادن في الصناعات الغذائية إذ يحتاج جسم الانسان للعديد من المعادن كاليود. إن ما يؤكد أهمية المعادن هو الارتفاع المتسارع لقيمة المعادن النقدية في التجارة الدولية فقد ارتفع حجم التبادل التجاري للمعادن والصناعات المعدنية من 214 مليار دولار أمريكي سنة 2000 إلى 854 مليار دولار سنة 2011 (ICMM, 2012: 7).

العوامل المؤثرة في إستثمار الموارد المعدنية ومصادر الطاقة:

Factors effecting Metals and Energy

1- الموقع: Site

إن موقع موارد الطاقة والمعادن من المظاهر الطبوغرافية يحدد عمليات استغلالها فوقوعها في المناطق الجبلية المتضرسة وأعماق الصحاري القاحلة يجعل عمليات استغلال الموارد صعبة وقد تكون غير اقتصادية بفعل زيادة متطلبات البنى التحية، بخلاف المناطق السهلية القريبة من المستوطنات السكنية ذات الوصل السهل، كما أن موقع الموارد المعدنية من طرق النقل والموانئ يسهل

عمليات الاستثمار والإنتاج، وبدخل في هذا الصدد الموقع من سطح الأرض فكلما اقتربت المعادن من سطح الأرض سهلت عمليات الاستغلال بخلاف المعادن المتواجدة في أعماق بعيدة من باطن الأرض مما يزيد من تكلفة استغلاله ويجعلها صعبة وغير اقتصادية.

2- نسبة المعدن في الخام: Percentage of metal

إن درجة تركيز المعدن في الخامات او الصخور تسمى برتبة الخام وهي التي تحدد مدى إمكانية إستغلال هذا المعدن من خلال القدرة على تحمل نفقات التعدين، وكلما زادت رتبة الخام زادت قيمته الاقتصادية. إن رتبة الخام تتباين بين المعادن، إذ يجب أن لا تقل عن 50% في الحديد في حين يمكن أن يستغل الذهب إذ انخفضت نسبة تركيزه الى 0.0004% (هارون، 2007: 87).

3- حجم المعادن والطاقة: Amount of metals and energy

من الظروري تحديد حجم الاحتياطي للمعادن والطاقة قبل اجراء عمليات الاستغلال وذلك لكون الموارد المعدنية غير متجددة وكذلك الحال في الوقود الاحفوري مما يؤثر في العمر الافتراضي للاستغلال والذي يتحدد بقسمة حجم الانتاج السنوي على حجم الاحتياطي. ولكي تكون عملية استغلال المعادن والطاقة اقتصادية يجب أن تكون كميتهما وحجم الاحتياطي كبيرة تمكن من زيادة العمر الافتراضي لعمليات الاستغلال، فكثير من المدن التعدينية تركت كمدن أشباح بعد نفاذ المعدن أو أصبح الإنتاج غير اقتصادي.

4- التطور التكنولوجي: Technological development

يتاثر حجم الانتاج واستغلال المعادن والطاقة بدرجة التقدم العلمي والتكنولوجي، إذ اسهم التقدم العلمي في سهولة تحديد اماكن تواجد المعادن وموارد

الطاقة وتقدير حجم الاحتياطي من خلال اعتماد وسائل الاستشعار عن بعد في مسح الارض والوسائل الجيوفيزيائية في مسح قيعان البحار والمحيطات، كما اسهم تطور اساليب التعدين والتقنيات الصناعية في زيادة القيمة الاقتصادية للمعادن وموارد الطاقة مما ادى الى زيادة عمليات الاستغلال والانتاج، وكذلك مساهمة التقدم التكنلوجي في سهولة استخلاص المعادن وموارد الطاقة من خاماتها وفصلها عن الشوائب مما ادى الى انخفاض تكلفة عمليات الاستغلال وزيادة القيمة الاقتصادية للمعادن. فلولا التكنولوجيا لظلت حقوق النفط في ولاية تكساس الامريكية بدون استخراج، كما لم يكن تعدين الذهب ممكناً في جنوب افريقيا.

5- السعر: Price

إن أسعار موارد الطاقة والمعادن يتحدد بشكل رئيس بحجم المخزون (Stock)، إذ يتغير السعر والمخزون باتجاهات متعاكسة. فأسواق المعادن وموارد الطاقة تتغير في حجم التجهيز أو الاحتياجات بشكل عكسي مع السعر، علماً أن زيادة إنتاج المعادن فوق حدود الاستهلاك ينتج من ارتفاع مستويات المخزون، في حين يقل حجم الإنتاج مقارنة بالاستهلاك حينما تنخفض مستويات المخزون. وعلى سبيل المثال ازداد حجم الإنتاج والاستهلاك العالمي للنحاس خلال المدة 1991- 2003 مما أدى إلى هبوط أسعار النحاس (USGS, 2008: 36).

مفهوم المعادن: Definition of metals

على الرغم من بساطة مصطلح المعادن في الأذهان وكثرة استعمالاتها ألا أنها تفتقر إلى تعريف واضح ومحدد، غير أن اغلب الجيولوجيون ينظرون إلى المعادن على أنها أجسام صلبة تكونت بفعل ظروف طبيعية فيزيائية وكيميائية، وغالباً ما تكون المعادن ذات طبيعة غير عضوية ولها تركيب كيميائي ثابت أو

متغير بصورة محدودة، وتنشأ معظم المعادن من اتحاد عناصر متعددة وبعضها يتكون من عنصر واحد فقط مثل الذهب والكبريت.

لقد تمكن المختصون من تحديد اكثر من 5000 معداً مختلفاً غير أن المعادن المتواجدة بكثرة في التركيب الصخري والمعادن الاقتصادية تقدر بحدود 200 معداً فقط، أما المعادن الشائعة فينخفض عددها إلى حوالي 50 معدناً، في حين ينخفض عدد المعادن المعتمدة في التجارة الى نحو 39 معدناُ.

التوزيع المكاني للمعادن: Distribution of metals

إن كثرة المعادن المتاحة وتباين خصائصها النوعية قد انعكس على دورها في إقامة الصناعات وعلى أهميتها الاقتصادية، وطبقاً لمجموع المعادن المنتجة خلال عام 2011 فقد سيطرت خامات الحديد والنحاس والذهب على المعادن المنتجة فقد شكلت نسبة مقدارها 68% من الإجمالي المعادن المنتجة في العالم (ICMM, 2012: 7). أما بقية المعادن فعلى الرغم من انخفاض نسبة إنتاجها إلى 32% من إجمالي إنتاج المعادن وقلت قيمتها الاقتصادية وفقاً للمنظور العام للإنتاج ألا أن الكثير من المعادن تؤدي دوراً استراتيجياً حيوياً ولا يمكن الاستغناء عنها في الكثير من الصناعات وعلى سبيل المثال يعد معدن النيكل (Nickel) أساسياُ في إنتاج الحديد المقاوم للصدأ، كما أن المنغنيز (Manganese) والكروم (Chrome) تعمل على زيادة قوة وصلابة الصناعات الفولاذية، وكذلك للبلاتين (Platinum) أهمية في الحد من الإشعاعات المنبعثة من الصناعات الحديدية كالسيارات.

إن بيان التوزيع الجغرافي وحجم الإنتاج للمعادن جميعها يتطلب حيزاً كبيراً قد لا ينسجم مع مفردات هذا المقرر لذلك فقد تم انتخاب مجموعة من المعادن كنماذج للتوضيح والبيان، واستناداً للأهمية الاقتصادية للمعادن تم انتخاب كل من

الحديد والنحاس والذهب، فضلاً عن الألمنيوم بسبب شيوع انتشاره في القشرة الأرضية. وفيما يأتي بيان للتوزيع المكاني لتلك المعادن الأربعة:

1- الحديد: Iron

إن الرمز الكيميائي للحديد هو (Fe) وهو مشتق من الكلمة اللاتينة (Ferrum)، يعد الحديد من اقدم المعادن اكتشافاً واكثرها استخداماً كما أنه من المعادن المتوفرة في القشرة الارضية، إذ يحتل المرتبة الرابعة في العناصر الشائع تواجدها في الكرة الارضية بعد الاوكسجين والسيلكون واللالمنيوم. إن اللون الاصلي للحديد هو الفضي الابيض غير أنه سريعاً ما يتأكسد في الهواء ليصبح لونه بين البني والاحمر، ومن ابرز خواص الحديد الصلابة والصلادة والقابلية على الطرق والسحب.

يقدر الحجم الإجمالي للاحتياطي العالمي من خامات الحديد (Iron ore) بحدود 190 مليار طن متري خلال سنة 2014 (جدول 28) ويبلغ محتواها من الحديد بحدود 87 مليار طن وبذلك يمثل معدل الحديد بحدود 45.79 % من أجمالي حجم خامات الحديد. لقد بلغ الحجم الإجمالي للإنتاج العالمي للحديد بحدود 3220 مليون طن خلال عام 2014، وتعد أستراليا والبرازيل وروسيا والصين من أكثر دول العالم احتياطياً لخامات الحديد إذ تمثل ما يقارب من 70% من إجمالي احتياطي خامات الحديد في العالم، وينتج الحديد عالمياً داخل 49 دولة غير أن الصين وأستراليا والبرازيل تتصدر دول العالم في إنتاج الحديد لتمثل اكثر من 77% من إجمالي إنتاج الحديد في العالم.

جدول 28 حجم الاحتياطي وكمية إنتاج الحديد (مليون طن متري) في العالم خلال سنة 2014.

الدولة	حجم الاحتياطي		نسبة الحديد من خاماتها	حجم الإنتاج	النسبة من الانتاج العالمي
	خامات الحديد	محتوى الحديد			
أستراليا	53000	23000	43.40	660	20.50
برازيل	31000	16000	51.61	320	9.94
روسيا	25000	14000	56.00	105	3.26
الصين	23000	7200	31.30	1500	46.58
الهند	8100	5200	62.20	150	4.66
امريكا	6900	2100	30.43	58	1.80
اوكرانيا	6500	2300	35.38	82	2.55
كندا	6300	2300	36.51	41	1.27
السويد	3500	2200	62.86	26	0.81
ايران	2500	1400	56.00	45	1.40
كازاخستان	2500	900	36.00	26	0.81
جنوب افريقيا	1000	650	65.00	78	2.42
بقية الدول	18000	9500	52.78	131	4.07
العالم	190000	87000	45.79	3220	100.00

المصدر:

(USGS, 2015: 85)

2- النحاس: Copper

إن الرمز الكيميائي للنحاس هو (Cu) ويرجع أصل إشتقاق النحاس الى الاسم اللاتيني لجزيرة قبرص (Cyprus)، يعد النحاس أول المعادن المستخدمة من الانسان وثاني أكثر المعادن استخداماً بعد الحديد. يمتاز النحاس باللون البني المحمر ومن ابرز خواصه التوصيل العالي للكهرباء والحرارة ومقام للتآكل وسهل الطرق والسحب، ويستخدم بشكل اساس في الصناعات الكهربائية كالأسلاك والمحولات الكهربائية فضلاً عن صناعة الأدوات المنزلية والحرف اليدوية.

يقدر الحجم الإجمالي للاحتياطي العالمي من معدن النحاس 700 مليون طن خلال سنة 2014 (جدول 29)، وبلغ إجمالي الإنتاج العالمي للنحاس بحدود 18.70 مليون طن. تعد دول شيلي وأستراليا وبيرو من أكثر دول العالم إحتياطياً للنحاس إذ تمثل ما يقارب من 53% من إجمالي احتياطي النحاس في العالم في حين تتصدر شيلي والصين وبيرو وأمريكا دول العالم في إنتاج النحاس لتمثل ما يقارب من 37 % من إجمالي إنتاج النحاس في العالم.

3- الذهب: Gold

إن الرمز الكيميائي للذهب هو (Au)، وهو من المعادن النفيسة ذات الثمن المرتفع جداً ولذلك يعتمد كقاعدة نقدية في صندوق النقد الدولي. يمتاز الذهب بلونه الأصفر اللامع ومن ابرز خواصه الليونة ومقام للتآكل وسهل الطرق والسحب، ويستخدم بشكل اساس في صناعة الحلي ومجوهرات الزينة، فضلاً عن كونه مخزون نقدي قليل التأثر بالتقلبات الاقتصادية.

يقدر الحجم الإجمالي للاحتياطي العالمي من معدن الذهب بحدود 55 الف طن خلال سنة 2014 (جدول 30)، وبلغ إجمالي الإنتاج العالمي للذهب بحدود 2.86 الف طن.

جدول 29 حجم الاحتياطي وكمية الإنتاج (مليون طن متري) للنحاس في العالم خلال سنة 2014.

الدولة	حجم الاحتياطي	النسبة	حجم الإنتاج	النسبة
شيلي	209	29.86	5.80	13.01
أستراليا	93	13.29	1.00	5.35
بيرو	68	9.71	1.40	7.49
المكسيك	38	5.43	0.52	2.78
أمريكا	35	5.00	1.37	7.33
الصين	30	4.29	1.62	8.66
روسيا	30	4.29	0.85	4.55
بولونيا	28	4.00	0.43	2.30
إندونيسيا	25	3.57	0.40	2.14
الكونغو	20	2.86	1.10	5.88
زامبيا	20	2.86	0.73	3.90
كندا	11	1.57	0.68	3.64
كازاخستان	6	0.86	0.43	2.30
بقية الدول	90	12.86	2.40	12.83
العالم	700	100.00	18.70	100.00

المصدر:

(USGS, 2015: 49)

جدول 30 حجم الاحتياطي وكمية الإنتاج (طن متري) للذهب في العالم خلال سنة 2014.

الدولة	حجم الاحتياطي	النسبة	حجم الإنتاج	النسبة
استراليا	9800	17.69	270	9.44
جنوب افريقيا	6000	10.83	150	5.24
روسيا	5000	9.03	245	8.57
شيلي	3900	7.04	50	1.75
امريكا	3000	5.42	211	7.38
اندنوسيا	3000	5.42	65	2.27
برازيل	2400	4.33	70	2.45
بيرو	2100	3.79	150	5.24
كندا	2000	3.61	160	5.59
غانا	2000	2.61	90	3.15
الصين	1900	3.43	450	15.73
اوزباكستان	1700	3.07	102	3.57
المكسيك	1400	2.53	92	3.22
غينيا	1200	2.17	60	2.10
بقية الدول	10000	18.05	695	24.30
العالم	55400	100.00	2860	100.00

المصدر:

(USGS, 2015: 67)

تعد دول أستراليا وجنوب أفريقيا وروسيا من اكثر دول العالم احتياطياً للذهب إذ تمثل ما يقارب من 38% من إجمالي إحتياطي الذهب في العالم في حين تتصدر الصين وأستراليا وروسيا دول العالم في إنتاج الذهب لتمثل بحدود 34% من إجمالي إنتاج الذهب في العالم.

4- الألمنيوم: Aluminium

إن الرمز الكيميائي للألمنيوم هو (Al) ويعد اللالمنيوم من أكثر المعادن وفرة في القشرة الارضية، إذ يشكل بحدود 8% من وزن سطح الارض الصلب وبذلك فهو يحتل المرتبة الثالثة في ترتيب العناصر الشائع تواجدها في الكرة الارضية بعد الاوكسجين والسيلكون. يمتاز الالمنيوم بالصلابة والوزن الخفيف والمقاومة العالية للتآكل وموصل جيد للحرارة والكهرباء فضلاً عن قدرته العالية في الاحتفاض على خصائصة كاملة عند إعادة تصنيعه، مما جعلة من المعادن الشائعة الاستخدام في العديد من الصناعات ولا سيما صناعة الطائرات. وعلى الرغم من تواجد اللألمنيوم مشتركاً مع اكثر من 270 معدناً الا أن البوكاسيت (bauxite) تعد الخام الرئيس للألمنيوم، وكقاعدة عامة فان حوالي 4 طن من البوكاسيت الجاف تنتج حوالي 1 طن من اللألمنيوم.

يتباين الحجم الإجمالي للاحتياطي العالمي من البوكسايت بين 55- 75 مليار طن، وبلغ إجمالي الإنتاج العالمي للألمنيوم بحدود 49.3 مليون طن خلال سنة 2014، في حين ترتفع القدرة الانتاجية للألمنيوم الى 63.7 مليون طن في السنة (جدول 31). تعد دول الصين وروسيا وكندا فضلاً عن الامارات العربية المتحدة من اكثر دول العالم انتاجاً للالمنيوم، إذ تمثل أكثر من 65% من إجمالي إنتاج الألمنيوم في العالم.

جدول 31 حجم الاحتياطي وكمية الإنتاج (الف طن متري) للألمنيوم في العالم خلال سنة 2014.

الدولة	حجم الإنتاج	النسبة	القدرة على الانتاج
الصين	23,300	47.26	32,500
روسيا	3,500	7.10	4,180
كندا	2,940	5.96	2,990
الامارات	2,400	4.87	2,400
الهند	2,100	4.26	2,890
امريكا	1,720	3.49	2,330
استراليا	1,680	3.41	1,630
النرويج	1,200	2.43	1,230
برازيل	960	1.95	1,700
بحرين	930	1.89	970
ايسلندا	810	1.64	840
جنوب افريقيا	735	1.49	715
قطر	610	1.24	610
موزمبيق	560	1.14	570
السعودية	500	1.01	740
المانيا	500	1.01	620
الارجنتين	425	0.86	455
بقية الدول	4,440	9.01	6,280
العالم	49,300	100.00	63,700

(USGS, 2015: 17

موارد الطاقة: Energy resources

الطاقة هي القدرة على العمل سواء كان عمل كامن او حركي، ويقصد بالطاقة الكامنة (potential energy) هي الطاقة المخزونة وتطلق على الشكل الذي يمكن ان يسخر لانجاز عمل محدد، اما الطاقة الحركية (kinetic energy) فيقصد بها طاقة الحركة المتواجدة في كل الأجسام المتحركة. ويمكن تحويل الطاقة الكامنة الى طاقة حركية، فعلى سبيل المثال المياه المتاحة في الخزانات المائية هي طاقة كامنة غير أن إستثمارها في توليد الطاقة الكهربئية يحول هذه المياه المخزونة الى طاقة حركية. كفائة الطاقة تقاس عادة بقلة حجم النفايات المنتجة من عملية تحويل شكل المادة الى طاقة حركية وكذلك بقلة حجم الطاقة المستهلكة حينما تستخدم الطاقة في العمليات الانتاجية. يمكن تقسم المصادر الاساسية للطاقة في العالم الى ثلاثة أقسام هي ما يأتي:

1- طاقة الوقود الاحفوري: Fossil Fuels

الوقود الاحفوري عبارة عن بقايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية والتي دفنت عميقاً في باطن الارض وتعرضت الى درجات حرارة مرتفعة وضغط كبير مما أدى الى تركيز مادة الكربون فيها بحيث يمكن إستثمارها في الوقود، وقد سمّي بالوقود الأحفوري كونه يستخرج من الأحفوريات وهي الكائنات التي ماتت منذ ملايين السنين ودفنت بقاياها في باطن الأرض، كما أن هذا الوقود يحتاج إلى أدوات حفر ليتم استخراجه من باطن الأرض. ويسمى الوقود الاحفوري أيضاً بموارد الطاقة غير المتجددة والتي تشتمل على النفط الخام والغاز الطبيعي والفحم وهي الاشكال الرئيسة المعتمدة في التصنيع. وفيما ياتي بيان واضح لتلك الموارد.

أ- النفط الخام: Crude Oil

لم تتفق الاوساط العلمية في استخدام مصطلح النفط، إذ يطلق عليه مصطلح البترول أيضاً ولاسيما في الدول الغربية، وعلى الرغم من كون المصطلحين يشيران الى نفس المادة إلا أن مصطلح البترول أقرب الى الدلالة العلمية لهذه المادة. إن أصل إشتقاق النفط أو البترول (Petroleum) يرجع الى كلمتين لاتينيتين هما بيتر (Petr) وتعني صخر وأوليوم (Oleum) وتعني زيت، ولذلك يقصد من كلمة نفط أو بترول الزيت الصخري.

يعد النفط من أهم مصادر الطاقة في العالم وأكثرها إنتشاراً في العالم كونه المحرك الأساس لجميع الأنشطة الصناعية والزراعية المعاصرة. النفط الخام هو عبارة عن سائل كثيف سريع الإشتعال ذا لون أسود يميل الى الأخضر، ويتواجد في الطبقة العليا من القشرة الارضية . يحوي النفط على خليط معقد من المركبات العضوية غير أنه يتكون بشكل أساس من عنصرين هما الهيدروجين والكربون.

يقدر الحجم الإجمالي للاحتياطي العالمي من النفط بحدود 1700.1 مليار برميل خلال سنة 2014 (جدول 32)، وبلغ إجمالي الإنتاج العالمي للنفط بحدود 88.673 مليون برميل في اليوم، في حين يقدر المجموع الكلي لاستهلاك النفط في العالم بحدود 92.086 مليون برميل في اليوم. تعد دول فنزويلا والسعودية وكندا من اكثر دول العالم احتياطياً للنفط إذ تمثل أكثر من 43% من الحجم الإجمالي لإحتياطي النفط في العالم، كما تتصدر أمريكا والسعودية وروسيا دول العالم في إنتاج النفط لتمثل أكثر من 38% من الحجم الإجمالي لإنتاج النفط في العالم، في حين لا ينافس الولايات المتحدة الامريكية أي من دول العالم في استهلاك النفط فوحدها تستهلك ما يقارب 21% من النفط المستهلك في العالم.

ويلاحظ إرتفاع نسبة الإنتاج والاستهلاك اليومي للنفط في الدول غير النفطية الى 24.03% و 49.09% من الحجم الاجمالي للإنتاج والإستهلاك في العالم

جدول 32 حجم الاحتياطي (مليار برميل) وكمية الإنتاج والاستهلاك اليومي (الف برميل) للنفط في العالم خلال سنة 2014.

الدولة	الاحتياطي	النسبة	الإنتاج	النسبة	الاستهلاك	النسبة
فنزويلا	298.3	17.55	2719	3.07	824	0.89
السعودية	267.0	15.70	11505	12.97	3185	3.46
كندا	172.9	10.17	4292	4.84	2371	2.57
ايران	157.8	9.28	3614	4.08	2024	2.20
العراق	150.0	8.82	3285	3.70	–	–
روسيا	103.2	6.07	10838	12.22	3196	3.47
الكويت	101.5	5.97	3123	3.52	505	0.55
الأمارات	97.8	5.75	3712	4.19	873	0.95
أمريكا	48.5	2.85	11644	13.13	19035	20.67
ليبيا	48.4	2.85	*498	0.56	–	–
نيجيريا	37.1	2.18	2361	2.66	–	–
كازاخستان	30.0	1.76	1701	1.92	276	0.30
قطر	25.7	1.51	1982	2.4	307	0.33
الصين	18.5	1.09	4246	4.79	11056	12.01
البرازيل	16.2	0.95	2346	2.65	3229	3.51
بقية الدول	127.2	7.48	21305	24.03	45205	49.09
العالم	1700.1	100	88673	100	92086	100

(BP, 2015: 11)

***هذه القيمة استثنائية ولا تمثل حجم الإنتاج الممكن لهذه الدولة ويرجع سبب ذلك إلى حالة انتفاء الاستقرار الأمني للبلد خلال سنة القراءة، إذ تباين حجم الإنتاج الفعلي بين 1600– 1800 الف برميل/يوم خلال المدة 2004– 2012.**

مقارنة بنسبة الإحتياطي من النفط والبالغ 7.48% ويمكن ارجاع السبب في ذلك الى زيادة حجم إستيراد وإستهلاك النفط في العديد من الدول الصناعية التي تعاني من محدودية الاحتياطي النفطي كاليابان والهند وكوريا الجنوبية. ومما لا بد من الاشارة الية في هذا الصدد ان 73% من الحجم الإجمالي للمخزون العالمي للنفط موجود ضمن دول منضمة اوبك (OPEC)، و62% من مخزون النفط العالمي يتواجد في منطقة الشرق الاوسط (Rempel, 2006: 3).

ب- الغاز الطبيعي: Natural gas

الغاز الطبيعي عبارة عن خليط مجموعة متعددة من الغازات الهيدروكاربونية، غير أن غاز الميثان (Methane) يمثل بين 70- 90% من إجمالي مكونه في أغلب الأحيان. وهو غاز عديم اللون والرائحة وعادةً تضاف اليه رائحة مميزة لغرض الكشف عن حالات التسرب المحتملة، كما يعد الغاز الطبيعي وقود أمين الاستعمال وذلك لكونه غاز غير سام وأخف وزناً من الهواء فإذا ما تسرب فإنه ينتشر صعوداً ويتبدد في الهواء بسرعة، فضلاُ عن محدودية تلوثه للبيئة بفعل إنخفاض الإنبعاثات الناتجة من الاحتراق. لذلك يعد الغاز الطبيعي ثاني مصادر الطاقة الاحفورية بعد النفط، لكون الوقود المتولد منه يمتاز بالكفاءة العالية والكلفة القليلة.

تتشابه ظروف تكوين الغاز الطبيعي مع بقية أنواع الوقود الأحفوري كالنفط والفحم، إذ يتكون في باطن الأرض من بقايا النباتات والحيوانات الميتة قبل ملايين السنين. يوجد الغاز الطبيعي مصاحباً للنفط في المكامن الواقعة على أعماق بين 1 -2 كم تحت سطح الأرض، كما يتواجد بشكل منفرداً في الأعماق التي تزيد على ذلك.

يقدر الحجم الإجمالي للاحتياطي العالمي من الغاز الطبيعي بحدود 187.1 ترليون متر مكعب خلال سنة 2014 (جدول 33)، وبلغ إجمالي الإنتاج العالمي للغاز الطبيعي بحدود 3.46 مليار متر مكعب في السنة، في حين يقدر المجموع الكلي لإستهلاك الغاز في العالم بحدود 3.39 مليار متر مكعب. تعد الدول إيران وروسيا وقطر من أكثر دول العالم احتياطياً للغاز الطبيعي إذ تمثل ما يقارب من 49% من الحجم الإجمالي لإحتياطي الغاز الطبيعي في العالم، في حين تتصدر أمريكا وروسيا دول العالم في إنتاج الغاز الطبيعي وإستهلاكه لتمثلان بحدود 38% و34% من الحجم الإجمالي لإنتاج الغاز وإستهلاكه في العالم.

ج- الفحم: Coal

على الرغم من تعدد مجالات استخدام الفحم في العالم كإنتاج الأدوية والنسيج والأصباغ ألا أن الاستخدام الرئيس للفحم حالياً يتمثل في توفير الحرارة اللازمة لتوليد الطاقة الكهربائية. يتكون الفحم من خليط معقد من المركبات العضوية والمعدنية، إذ تتألف المواد العضوية من الكاربون والهيدروجين والأوكسجين في حين تتألف المواد المعدنية من الطين والكوارتز والكالست.

يقدر الحجم الإجمالي للاحتياطي العالمي من الفحم بحدود 891.53 مليار طن خلال سنة 2014 (جدول 34)، وبلغ إجمالي الإنتاج العالمي للفحم بحدود 3.93 مليار طن، في حين يقدر إجمالي إستهلاك الفحم في العالم بحدود 3.88 مليار طن في السنة. تعد دول أمريكا وروسيا والصين من اكثر دول العالم احتياطياً للفحم إذ تمثل 57% من الحجم الإجمالي لإحتياطي الفحم في العالم، في حين تتصدر الصين وأمريكا دول العالم في إنتاج الفحم وإستهلاكه لتمثلان بحدود 60% و62% من الحجم الإجمالي لإنتاج الفحم وإستهلاكه في العالم.

جدول 33 حجم الاحتياطي (ترليون م^3) وكمية الإنتاج والاستهلاك (مليون م^3) للغاز الطبيعيفي العالم خلال سنة 2014.

الدولة	الاحتياطي	النسبة	الإنتاج	النسبة	الاستهلاك	النسبة
ايران	34.0	18.17	172.6	4.99	170.2	5.02
روسيا	32.6	17.32	578.7	16.72	409.2	12.0
قطر	24.5	13.09	177.2	5.12	44.8	1.3
تركمانستان	17.5	9.35	69.3	2.00	27.7	0.8
أمريكا	9.8	5.24	728.3	21.04	759.4	22.4
السعودية	8.2	4.38	108.2	3.13	108.2	3.2
الأمارات	6.1	3.26	57.8	1.67	69.3	2.0
فنزويلا	5.6	2.99	28.6	0.83	29.8	0.9
نيجيريا	5.1	2.73	38.6	1.12	–	–
الجزائر	4.5	2.41	83.3	2.41	37.5	1.1
استراليا	3.7	1.98	55.3	1.60	29.2	0.9
العراق	3.6	1.92	1.3	0.04	–	–
الصين	3.5	1.87	134.5	3.89	185.5	5.4
اندنوسيا	2.9	1.55	73.4	2.12	38.4	1.1
كندا	2.0	1.07	162.0	4.68	104.2	3.1
النرويج	1.9	1.02	108.8	3.14	4.7	0.14
الكويت	1.8	0.96	16.4	0.47	20.1	0.6
مصر	1.8	0.96	48.7	1.41	48.0	1.2
كازاخستان	1.5	0.80	19.3	0.56	5.6	0.2
بقية الدول	16.5	8.82	798.3	23.07	1301.2	38.3
العالم	187.1	100.0	3460.6	100.0	3393.0	100.0

المصدر:

(BP, 2015: 20-25)

جدول 34 حجم الاحتياطي وكمية الإنتاج والاستهلاك (مليون طن) للفحم في العالم خلال سنة 2014.

الدولة	الاحتياطي	النسبة	الإنتاج	النسبة	الاستهلاك	النسبة
أمريكا	237295	26.6	507.8	12.9	453.4	11.7
روسيا	157010	17.6	170.9	4.3	85.2	2.2
الصين	114500	12.8	1844.6	46.9	1962.4	50.6
استراليا	76400	8.6	280.8	7.1	43.8	1.1
الهند	60600	6.8	243.5	6.2	360.2	9.3
المانيا	40548	4.5	43.8	1.1	77.4	2.0
اوكرانيا	33873	3.8	31.5	0.8	33.0	0.9
كازاخستان	33600	3.8	55.3	1.4	34.5	0.9
جنوب افريقيا	30156	3.4	147.7	3.8	89.4	2.3
اندوسيا	28017	3.1	281.7	7.2	60.8	1.6
تركيا	8702	1.0	17.8	0.5	35.9	0.9
كولمبيا	6746	0.8	57.6	1.5	4.2	0.1
برازيل	6630	0.7	3.2	0.1	–	–
كندا	6582	0.7	36.7	0.9	21.2	0.5
بولندا	5465	0.6	55.0	1.4	52.9	1.4
بلغاريا	2366	0.3	5.2	0.1	6.5	0.2
اليونان	3020	0.3	6.3	0.2	6.5	0.2
باكستان	2070	0.2	1.4	0.03	4.9	0.1
اوزباكستان	1900	0.2	1.4	0.03	2.0	0.1
بقية الدول	36051	4.0	141.3	3.6	547.6	14.1
العالم	891531	100	3933.5	100	3881.8	100

المصدر:

(BP, 2015: 30-33)

2- الطاقة النووية: Nuclear energy

الطاقة النووية هي الطاقة التي تنتج من نواة الذرة (Nucleus of an Atom) والذرات تتكون من النيوترونات والبروتونات والالكترونات، إن الطاقة النووية تتحرر (Released) من الذرة من خلال عمليتي الاندماج النووي (Nuclear Fusion) أو الانشطار النووي (Nuclear Fission). إذ تتحرر الطاقة حينما تندمج أو تلتحم نواة الذرة مع بعضها وهذه هي الطريقة التي تنتج بها الشمس طاقتها، كما يمكن أن تتحرر الطاقة حينما ينقسم (Split) جزء من نواة الذرة وهذه هي الطريقة الوحيدة المستخدمة حالياً في المحطات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية، ولكون المفاعلات النووية تخلو من الوقود المحترق لذلك تعد الطاقة النووية ذات تأثير محدود جداً على البيئة.

تستخدم الطاقة النووية بشكل اساس في توليد الطاقة الكهربائية، إذ تحتل ثالث مصدر في الاهمية بعد الفحم والغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية لتزود نسبة تقدر بحدود 17% من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في العالم خلال عام 2014. كما تستخدم الطاقة النووية في المركبات الفضائية وبعض السفن البحرية وكذلك تستخدم في الطب لعلاج بعض الامراض ولاسيما مكافحة الخلايا السرطانية فضلاً عن استخدامات الطاقة النووية في صناعة الاسلحة النووية.

يمثل اليورانيوم (Uranium) الوقود الاساس المستخدم في محطات الطاقة النووية ويتواجد اليورانيوم بصورة طبيعية في العناصر المشعة (Radioactive) والتي تصنف ضمن المعادن الثقيلة الصلبة، ويعد احد العناصر القليلة التي تنشطر بسهولة (Easily Fissioned).

يقدر الحجم الإجمالي للاحتياطي العالمي من الطاقة النووية بحدود 574 مليون طن مكافئ للنفط خلال سنة 2014 (جدول 35)، ويقدر عدد المفاعل

جدول 35 حجم الاحتياطي (مليون طن مكافئ للنفط) لسنة 2014 وعدد المفاعلات وكمية الإنتاج (ميكا واط) لسنة 2011 للطاقة النووية في العالم.

الدولة	الاحتياطي	النسبة	المفاعلات	النسبة	الإنتاج	النسبة
أمريكا	189.8	33.1	104	23.9	101465	27.5
فرنسا	98.6	17.2	58	13.3	63130	17.1
روسيا	40.9	7.1	33	7.6	23643	6.4
كوريا الجنوبية	35.4	6.2	21	4.8	18751	5.1
الصين	28.6	5.0	16	3.7	11816	3.2
كندا	24.0	4.2	18	4.1	12608	3.4
المانيا	22.0	3.8	9	2.1	12068	3.3
اوكرانيا	20.0	3.5	15	3.4	13107	3.6
السويد	14.8	2.6	10	2.3	9326	2.5
بريطانيا	14.4	2.5	18	4.1	9953	2.7
اسبانيا	13.0	2.3	8	1.8	7567	2.1
تايوان	9.6	1.7	6	1.4	4884	1.3
الهند	7.8	1.4	20	4.5	4391	1.2
بلجيكا	7.6	1.3	7	1.6	5927	1.6
التشيك	6.9	1.2	6	1.4	3766	1.0
سويسرا	6.3	1.1	5	1.1	3263	0.9
فلندة	5.4	0.9	4	0.9	2736	0.7
جنوب افريقيا	3.6	0.6	2	0.5	1830	0.5
بلغاريا	3.6	0.6	2	0.5	1906	0.5
اليابان	3.3	0.6	50	11.5	44215	12.0
بقية الدول	18.4	3.2	23	5.3	12439	3.4
العالم	574.0	100	435	100	368791	100

[1] (Bp, 2015: 35)

[2] (IAEA, 2012: 10-11)

النووية في العالم بحدود 435، في حين بلغ إجمالي الإنتاج العالمي الطاقة النووية بحدود 0.36 مليون ميكا واط في سنة 2011. تعد الدول أمريكا وفرنسا وروسيا من أكثر دول العالم احتياطياً للطاقة النووية إذ تمثل أكثر من 57% من الحجم الإجمالي لإحتياطي الطاقة النووية في العالم، وتعد أمريكا وفرنسا واليابان من أكثر دول العالم في عدد المفاعل النووية وإنتاجها لتمثل بحدود 49% و57% من إجمالي عدد المفاعل النووية وإنتاجها في العالم.

3- الطاقة المتجددة: Renewables Energy

يمكن تعريف الطاقة المتجددة بشكل عام على انها الطاقة المجمعة من المصادر ذات القدرة الطبيعية على التجديد المستمر (Replenished) طوال امد الحياة البشرية مثل الاشعاع الشمسي والرياح فضلاً عن الطاقة المتولدة من المياه وحرارة جوف الارض والكتلة الحيوية*.

---

* **طاقة المياه (Hydropower or Water power):** يقصد بها إستخدام حركة التيارات المائية الافقية والعمودية في إنتاج الطاقة كإستثمار حركة المياه في الانهار والسدود والخزانات وكذلك إستثمار الامواج البحرية وظاهرة المد والجزر.

طاقة جوف الارض (Geothermal): وهي عبارة عن طاقة حرارية كامنة في المادة المنصهرة في باطن الأرض. جراء إرتفاع درجة حرارة الصخور الى ما يزيد على 1000 درجة مئوية، إذ ترتفع درجة الحرارة بزيادة العمق بمعدل نحو 2.7 درجة مئوية لكل 100 متر.غير أن التكنولوجيا المتاحة حالياً لم تستطع أن تستفيد من الحرارة المنبعثة من القشرة الأرضية الا من خلال المياه الجوفية الساخنة كإستغلال مياه الينابيع الحارة.

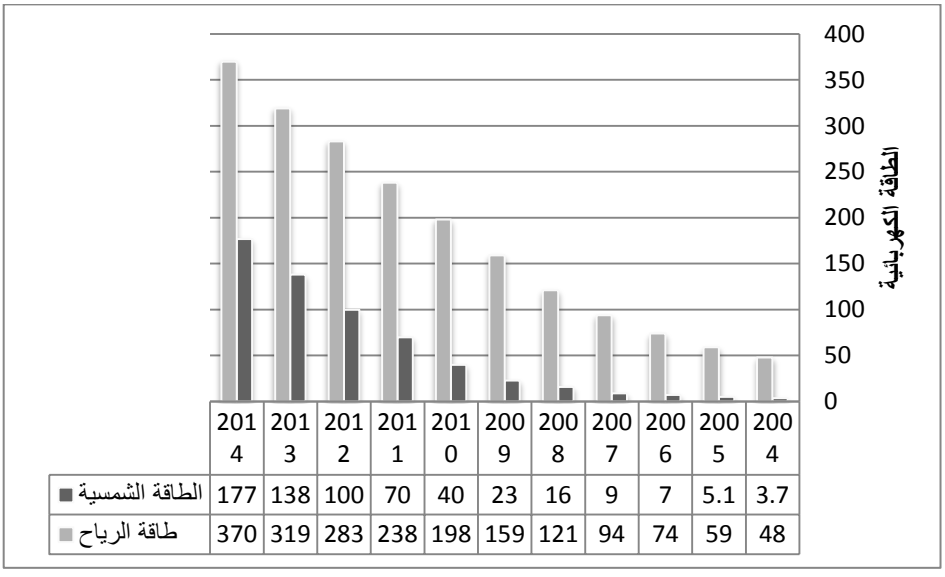
طاقة الكتلة الحيوية (Biomass Energy) وتسمى أيضاً الطاقة الحيوية: يقصد بها جميع المواد العضوية المشتقة من النباتات (عدا النفط والفحم) والتي يمكن إستخدامها في إنتاج الطاقة كالاشجار والحشائش والمحاصيل الزراعية فضلاً عن الفضلات الصناعية والمنزلية.

تستثمر الطاقة المتجددة غالباً في توليد الطاقة الكهربائية وعمليات تدفئة وتبريد الهواء والماء كما تستخدم في النقل وخدمات الاتصال، غير أن الاستخدام الرئيس للطاقة المتجددة هو في مجال القطاع الكهربائي، إذ مثلت الطاقة المتجددة نسبة مقدارها 22.8% من حجم الطاقة الكهربائية في العالم خلال سنة 2014 (REN21, 2015: 30).

تمتاز الطاقة المتجددة بكونها من المصادر المحلية الوفيرة والمتاحة للجميع، ولا تحتاج الى عمليات البحث والتنقيب، كأنها تعد من مصادر الطاقة الدائمة مما يتيح إستخدامها بشكل مستمر دون الخشية من نضوبها، وكذلك تمتاز طاقتها بالنظافة فلا يتسبب إستخدامها في إنتاج ملوثات تضر بالبيئة المحلية. لقد عملت المميزات التي تتمتع بها الطاقة المتجددة على زيادة الإعتماد عليها في توليد الطاقة والتوسع في إستخدامها، فقد ارتفعت نسبة مساهمة الطاقة المتجددة من الحجم الاجمالي للطاقة المتولدة في العالم من 18% في سنة 2006 الى حوالي 28% خلال سنة 2014. لقد إستخدمت موارد الطاقة المتجدد بشكل واسع في الدول النامية ويمكن إرجاع سبب ذلك الى سهولة إستخدامها كما أنها لا تحتاج الى تقنيات متقدمة. ويلاحظ من (شكل 10) إرتفاع الطاقة الإنتاجية للكهربائية المتولدة من الاشعاع الشمسي من 3.7 كيكاواط سنة 2004 الى 177 كيكاواط سنة 2014 في حين إرتفعت الطاقة الكهربائية المتولدة من الرياح من 48 كيكاواط سنة 2004 الى 370 كيكاواط سنة 2014.

فيما يأتي بيان وافي عن الطاقة المتولدة من الإشعاع الشمسي والرياح كمصاديق للطاقة المتجددة، ولإمكانية تطبيقهما بشكل إقتصادي في المنطقة العربية.

شكل 10 تزايد إنتاج الطاقة الكهربائية من الاشعاع الشمسي والرياح في العالم للمدة 2004– 2014.



	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004
الطاقة الشمسية	177	138	100	70	40	23	16	9	7	5.1	3.7
طاقة الرياح	370	319	283	238	198	159	121	94	74	59	48

أ– الطاقة الشمسية: Solar Energy

الطاقة الشمسية هي أكبر موارد الطاقة الدائمة وفرة على الأرض، كما أنها متاحة للإستعمال بصورة مباشرة من خلال الإشعاع الشمسي (Solar Radiation) أو بصورة غير مباشر من خلال تأثيرها في الرياح والكتل الحيوية والطاقة المائية، وهنا سيتم بيان الإستعمال المباشر للإشعاع الشمسي كمصدر للطاقة في الأرض.

على الرغم من كون الشمس تبعث طاقة كبيرة يقدر معدلها بحدود 3.8×10^{23} كيلوواط/ ثانية، إلا أن جزء ضئيل جداً من هذه الطاقة يقدر بحدود 1.8×10^{14} كيلو واط/ ثانية يتم إعتراضه من الأرض والتي تبعد عن الشمس

مسافة تقدر بحدود 150 مليون كم، وإن حوالي 60% من هذه الطاقة أو ما يقارب من 1.08×10^{14} كيلو واط/ ثانية تصل الى سطح الارض في حين تعكس (Reflected Back) الطاقة البقية وترجع مرة اخرى الى الفضاء وتمتص من الغلاف الجوي، وهذا المقدار من طاقة الإشعاع الشمسي يتجاوز جميع متطلبات الطاقة في العالم (Beck & Verweyen , 2012: 3).

وفقاً لاحدث التقديرات فإن المعدل السنوي للأشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض يقدر بحدود 170 واط/ م^2، وأن هذا المقدار يعادل تقريباً الطاقة التي يمكن إستخلاصها من 1 برميل نفط أومن 200 كغم فحم أو من 140 م^3 غاز طبيعي (world energy council, 2013). إن كمية الإشعاع الشمسي الواصلة لسطح الارض تتباين مكانياً وزمانياً بسبب تباين الموقع من دوائر العرض ودوران الأرض حول الشمس خلال الفصول الأربعة فضلاً عن درجة صفاء الجو والتي تحددها كثافة الغيوم في السماء وتلوث الهواء بالرماد والادخنة والغبار، وبصورة عامة تزداد الإشعة الشمسية في المناطق المدارية وخلال فصل الصيف ولاسيما في فترة الظهيرة إذ يكون الإشعاع الشمسي عمودياً على سطح الارض.

ينتقل الإشعاع الشمسي الى الأرض على شكل موجات كهرومغناطيسية متباينة الأطوال، إذ يمتاز الإشعاع الشمسي الحراري (Solar Thermal) بموجات قصيرة في حين يكون الإشعاع الشمسي الضوئي (Solar Photovoltaic) ذا موجات طويلة. يمكن تجميع الإشعاع الشمسي بواسطة الواح خاصة (Panel) تسمى بالألواح الكهروضوئية وأشهرها في الأسواق حالياً المصنوعة من السلكون والكرستال، إذ يستعمل الإشعاع الشمسي الحراري بصورة مباشرة في تسخين الهواء والماء ويمكن إستعمالة في توليد الطاقة الكهربائية بصورة غير مباشرة من خلال الدورات الحرارية، كما يمكن إستعمال الإشعاع الشمسي الضوئي بشكل مباشر في توليد الطاقة الكهربائية. علماً أن تجميع الطاقة

الشمسية يمكن أن ينتج درجات حرارة تتباين بين 100- 1000 درجة مئوية تستخدم في مجالات التدفئة في المنازل والمصانع.

يقدر الحجم الإجمالي للطاقة الشمسية الكهروضوئية المنتجة في العالم بحدود 177 كيكاواط خلال سنة 2014 (جدول 36)، وتتصدر المانيا والصين واليابان دول العالم في إنتاج الطاقة الشمسية الكهروضوئية وبمقدار 51% من إجمالي الطاقة المنتجة في العالم. أما الطاقة الشمسية الحرارية فيقدر الحجم الاجمالي الإنتاجها في العالم بحدود 4351 ميكاواط خلال سنة 2014، وتتصدر كل من إسبانيا وأمريكا والهند دول العالم في إنتاج هذا النوع من الطاقة الشمسية وبمقدار 96% من اجمالي الطاقة المنتجة في العالم، وتتصدر الإمارات العربية المتحدة الدول العربية في إنتاج الطاقة الشمسية الحرارية وبمقدار 100 ميكاواط لتحتل المرتبة الرابعة عالمياً.

ب- طاقة الرياح: Wind Energy

يقصد بالرياح حركة الهواء الافقية الموازية لسطح الارض والتي تنتج غالباً بفعل فرق الضغط الجوي بين الأماكن المختلفة على سطح الارض، ولكون الإشعاع الشمسي يعد في الغالب العامل الأساس في إحداث التباينات المكانية لدرجات الحرارة ومن ثم الضغط الجوي لذلك تعد طاقة الرياح احدى موارد الطاقة الشمسية غير المباشرة.

على الرغم من التباينات الكبيرة في سرع الرياح إلا أنها متاحة عملياً في كل مكان على وجه الارض، وقد تم إستثمار الطاقة الحركية للرياح في تطبيقات متعددة كضخ المياه وطحن الحبوب وقطع الاخشاب وتوليد الطاقة الكهربائية. يعد توليد الطاقة الكهربائية من السمات الاساسية لتطبيقات الرياح في الطاقة المتجددة، ولاسيما أن الرياح يمكنها توليد طاقة كهربائية بمقدار 1 مليون كيكاواط وذلك في حالة إستثمار طاقات الرياح جميعها في عموم الغطاء الارض.

جدول 36 حجم الطاقة الشمسية الكهروضوئية (كيكاواط) والحرارية (ميكاواط) المنتجة في العالم خلال سنة 2014.

الدولة	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	النسبة	الدولة	الطاقة الشمسية الحرارية	النسبة
المانيا	38.2	21.6	إسبانيا	2300	52.9
الصين	28.2	15.9	أمريكا	1634	37.6
اليابان	23.3	13.2	الهند	225	5.2
إيطاليا	18.5	10.5	الامارات	100	2.3
أمريكا	18.3	10.4	الجزائر	25	0.6
فرنسا	5.7	3.2	مصر	20	0.5
اسبانيا	5.4	3.0	مراكش	20	0.5
بريطانيا	5.2	2.9	استراليا	12	0.3
إستراليا	4.1	2.3	الصين	10	0.2
الهند	3.2	1.8	تايلند	5	0.1
بقية الدول	26.9	15.2	بقية الدول	–	–
العالم	177	100	العالم	4351	100

المصدر:

(REN21, 2015: 132-133)

كما أن موارد طاقة الرياح البحرية واسعة أيضاً فعلى سبيل المثال يمكن إستثمار الرياح البحرية القريبة من الشاطئ بمسافة لاتزيد على 30 كم في تأمين متطلبات الاحتياجات الكلية للطاقة الكهربائية في جميع دول الاتحاد الاوربي (World Energy Council, 2013).

إن عملية تحويل الطاقة الحركية للرياح الى طاقة كهربائية يتم من خلال إستخدام معدات دورانية خاصة تسمى بتوربينات الرياح (Wind Turbines)، وهناك أنواع متعددة من هذه التوربينات غير أن أكثرها شيوعاً في الإسواق هي التوربينات التي تتعامل مع السرع المختلفة للرياح. إن توربينات الرياح النموذجية تبدأ بتوليد الطاقة الكهربائية حينما تكون سرعة الرياح بين 3– 5 متر/ثانية وتبلغ طاقتها الإنتاجية القصوى عندما تصل سرعة الرياح حدود 15 متر/ثانية في حين تنخفض انتاجية الطاقة تدريجياً حينما تبلغ سرعة الرياح حدود 25 متر/ثانية (IRENA, 2012: 6).

يقدر الحجم الإجمالي للطاقة الكهربائية المنتجة من طاقة الرياح في العالم بحدود 370 كيكاواط خلال سنة 2014 (جدول 37)، وتتصدر كل من الصين وأمريكا والمانيا دول العالم في إنتاج الطاقة الكهربائية من الرياح، إذ تمثل ما يزيد على 54% من إجمالي الطاقة المنتجة من الرياح في العالم.

جدول 37 حجم الطاقة الكهربائية المنتجة من الرياح (كيكاواط) في العالم خلال سنة 2014.

الدولة	الطاقة الإنتاجية	النسبة
الصين	95.8	25.9
أمريكا	65.9	17.8
المانيا	39.2	10.6
إسبانيا	23	6.2
الهند	22.5	6.1
بريطانيا	12.4	3.4
كندا	9.7	2.6
فرنسا	9.3	2.5
إيطاليا	8.7	2.4
برازيل	5.9	1.6
بقية الدول	77.6	21.0
العالم	370	100.0

المصدر:

(REN21, 2015: 135)

مشكلات المعادن والطاقة:

Problems of Metals and Energy

1- النضوب:

من الضروري التمييز بين مصادر المعادن والطاقة وبين حجم الاحتياطي، فالمورد هو التركيز الطبيعي للمعدن الموجود في القشرة الأرضية بالشكل الذي يتيح من فرص استخراجه (extracted) فعلياً أو عملياً. أما الاحتياطي (Reserve) فهو تحديد الكمية التي يمكن استخراجها وإنتاجها من ذلك المورد بشكل اقتصادي. غير ان التنامي المتسارع لحجم السكان والصناعات التعدين قد ولد ضغطاً متزايداً على الاحتياطي العالمي لموارد الطاقة والمعادن مما ينذر بنضوب تلك الموارد مع الزمن، إذ تشير احدى الدراسات العلمية إلى أن حجم الاحتياجات السكانية خلال سنة 1997 كان يمثل اقل من 30% من الاحتياطي العالمي لموارد الطاقة والمعادن غير أن الطلب على هذه الموارد يزداد مع الزمن مما يرفع من حجم الاحتياجات السكانية إلى مستويات قد تصل إلى 130% من حجم الاحتياطي العالمي بحلول سنة 2030 (Norgate & Rankin, 2002).

2- التلوث البيئي: Environmental pollution

إن استخدام مصادر الطاقة يعمل على تلوث البيئة كونها المصدر الرئيس لتلوث الهواء، إذ أن احتراق الوقود الاحفوري ولاسيما الفحم يعمل على تجمع غاز ثاني اوكسيد الكاربون في الجو مما يسهم في رفع درجات الحرارة وتفاقم مشكلة الاحتباس الحراري وتغير المناخ. كما أن عمليات التعدين وأستخراج الموارد المعدنية ومصادر الطاقة تعمل على تشويه مظهر الارض وتخلف مساحات واسعة من الاراضي الملوثة والغير قابلة للاستيطان البشري والاستغلال الزراعي.

وكذلك تنتج المصانع في الغالب العديد من انواع النفايات الصلبة والسائلة التي تسهم في تلوث البيئة المحيطة.

3- تذبذب الاسعار: prices fluctuation

يتأثر حجم إنتاج المعادن وموارد الطاقة بقيمة أسعارها في الأسواق العالمية مما يؤثر في حجم الإستهلاك ومن ثم بمقدار الإحتياطي، فإنخفاض سعر أي من الخامات المعدنية وموارد الطاقة سيحد من عمليات إستخرجها ولاسيما في الدول التي تنتجها لأغراض تجارية من خلال البيع والتصدير ويرجع السبب في ذلك الى الثبات النسبي لكلف عمليات الإستخراج مما يجعل من عملية إنتاج المعادن وموارد الطاقة غير إقتصادية وربما تنتفي الغاية من إستخراج الموارد وإستثمارها، وقد يتسبب ذلك في خلق ازمة اقتصادية في الدول المعتمدة على تصدير أو إستيراد تلك الموارد. ورغم كون النفط الوقود الرئيس الذي يعتمد عليه الإقتصاد العالمي الا أنه يعد من أكثر الموارد الطبيعية وأسرعها تذبذباً في الأسعار، فقد إنخفض سعر البرميل الواحد الى حدود 25 دولار أمريكي في سنة 2016 بعدما تخطت الاسعار حدود 110 دولار/ برميل في سنة 2014.

الصيانة: Conservation

1- الحد من نضوب الموارد:

إن السبب الرئيس لنضوب الموارد الطبيعية بشكل عام يرجع الى الإستمرار والزيادة في إستغلال تلك الموارد بفعل تزايد النمو السكاني ولذلك فإن إولى عمليات الحد من نضوب الموارد هي العمل على تحديد النمو السكاني. كما يمكن زيادة الخامات المعدنية وموارد الطاقة من خلال توسيع عمليات الإستكشاف ليشمل المناطق البعيدة والوعرة والعميقة، وكذلك التطوير المستمر لتقنيات البحث

ولاستخراج والنقل لغرض استكشاف المزيد من الخامات المعدنية وموارد الطاقة والحد من الفواقد والضائعات خلال عملية الاستخراج والنقل. كما يمكن الحد من نضوب المعادن من خلال اعادة استخدام المخلفات الصناعية (الخردة) من خلال ما يعرف باعادة التدوير (Recycling) للمواد المصنعة من الخامات المعدنية ولا سيما الحديد والالمنيوم لغرض الاستفادة مرة اخرى من تلك الموارد المعدنية فضلاً عن مساهمتها بتنظيف البيئة وتخليصها من تلك النفيات. وكذلك السعي لزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة مما يخفف الضغط على موارد الطاقة الاحفورية القابلة للنضوب.

2- الحد من التلوث:

يمكن الحد من التلوث البيئي الناجم من استغلال الموارد المعدنية وأنتاج الطاقة من خلال إعتماد تقنيات تسهم في إنتاج كميات قليلة من الملوثات البئية كإعتماد الغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة الكهربائية بدلاً من النفط والفحم الحجري. أو إعتماد تقنيات تمنع تسرب الملوثات وإنتشارها في البيئة المحيطة كالأجراءات المتبعة في المفاعل النووية لمنع تسرب الإشعاعات الى الفضاء وخزن وتغليف الفضلات.

3- الحد من تذبذب الأسعار:

إن أسعار المعادن وموارد الطاقة الى لا تخضع قاعدة العرض والطلب فحسب وإنما تتأثر بشكل كبير بالأزمات الإقتصادية والحروب فضلاً عن سياسات الدول المنتجة والمستهلكة لتلك الموارد، ومن اجل المحافظة على أسعار متوازنة للمعادن فقد إقدمت العديد من الدول المنتجة للمعادن وموارد الطاقة على تشكيل منظمات إقتصادية لغرض حماية مواردها والحفاظ على قتصادها المعتمد بشكل أساس على منتجاتها المعدنية من خلال التنسيق والإتفاق بين الدول على الكميات

الواجب إنتاجها من إجل السيطرة والتحكم بحجم الخامات المعدنية وموارد الطاقة المعروضة في الاسواق مما يخلق حالة من التوازن بين العرض والطلب للحفاظ على أسعار عادلة تحقق المنفعة الأقتصادية للدول المنتجة. ولذلك تأسست العديد من المنظمات الاقتصادية والتي من ابرزها منظمة الدول المصدرة للبترول (OPEC) في عام 1960، والإتحاد الدولي للدول المصدرة للنحاس (CIPEC) في عام 1967 وجمعية الدول المصدرة لخام الحديد (AIEC) في عام 1975.

مصادر الفصل السادس: References

[1] هارون، علي أحمد (2007) جغرافية المعادن ومصادر الطاقة، الطبعة الأولى، دار الفكر العربي، القاهرة، 424 صفحة.

[2] Beck, M. and Verweyen, J. (2012) Utilization of Solar Energy in Liljeholmskajen, Bachelor of Science, Thesis KTH School of Industrial Engineering and Management, Energy Technology EGI-2012-018 BSC, SE-100 44, Stockholm, 53 P.

[3] BP(2015) Statistical Review of World Energy, 64th edition, London, UK., 44 P.

[4] International Atomic Energy Agency (IAEA), 2012, Nuclear power reactors in the world, reference data series No. 2, Vienna, 79 P.

[5] International Council on Mining and Metals (ICMM) (2012) Trends in the mining and metals industry, London, UK.

[6] International Renewable Energy Agency (IRENA) (2012) Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series, Wind Power, Volume 1: Power Sector, Issue 5/5, UAE, 56 p.

[7] Norgate, T.E. and Rankin, W.J. (2002) The role of metals in sustainable development. In, International Conference on the Sustainable Processing of Minerals; 29-31 May, 2002; Cairns, Qld. Carlton, Vic.: AusIMM., 49-55.

[8] Rempel, H (2006) Geographical Distribution of Oil and Natural Gas Deposits - Different Means of Transportation to the Consumption Centers, Pipeline Technology, Conference, Germany.

[9] Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21) (2015) Renewables 2015, Global status report, Annual Reporting on Renewables: Ten years of excellence, France, 250 p.

[10] U.S. Geological Survey (2008) Factors that influence the price of Al, Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, Rare Earth Elements, and Zn, Open-File Report 2008–1356, 61P.

[11] U.S. Geological Survey (2015) Mineral commodity summaries 2015, U.S. Department of the Interior, Reston, Virginia, 196 p.

[12] World Energy Council (2013) World Energy Resources, 2013 Survey, London, UK.

قائمة المصادر: References

1- المصادر العربية:

[1] أبو راضي، فتحي عبد العزيز (2004) أسس الجغرافية المناخية والنباتية، دار النهضة العربية للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، 584 صفحة.

[2] أبو لقمة، الهادي مصطفى والأعور، محمد علي (1999) الجغرافية البحرية، الطبعة الثانية، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، ليبيا.

[3] الأشرم، محمود (2008) اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم، الطبعة الثانية، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت.

[4] الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم (2012) ظاهرة المد والجزر وأبعادها الهيدرولوجية في شط العرب (جنوب العراق)، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 386، جامعة الكويت.

[5] الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم (2014) جغرافية الموارد المائية، الطبعة الإولى، شركة الغدير للطباعة والنشر المحدودة، العراق.

[6] ستو، كيث (1986) علم المحيطات، (ترجمة تلفان عناد أحمد)، جامعة البصرة.

[7] الشبلاق، محمد منصور وعمار، عمار عبد المطلب (1998) الهيدروجيولوجيا التطبيقية، الطبعة الأولى، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، 662 صفحة.

[8] شلتوت، كمال حسين (2002) علم البيئة النباتية، الطبعة الأولى ، مطابع الدار الهندسية، القاهرة، 472 صفحة.

[9] عبد العال، شفيق ابراهيم، وضيف، محمد عبد العزيز طه، وشاهين، رضا رجب (بدون سنة) كيمياء الاراضي، مركز جامعة القاهرة للتعليم المفتوح.

[10] غنيمي، زين الدين عبد المقصود (2001) أسس الجغرافية الحيوية، شركة الجلال للطباعة، الإسكندرية، 360 صفحة.

[11] منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، روما 2010، سلسلة الدراسات الحرجية للمنظمة 163، التقييم العالمي لحالة الموارد الحرجية لعام 2010، التقرير الرئيس.

[12] هارون، علي أحمد (2007) جغرافية المعادن ومصادر الطاقة، الطبعة الأولى، دار الفكر العربي، القاهرة، 424 صفحة.

2- المصادر الإنكليزية:

[1] Beck, M. and Verweyen, J. (2012) Utilization of Solar Energy in Liljeholmskajen, Bachelor of Science, Thesis KTH School of Industrial Engineering and Management, Energy Technology EGI-2012-018 BSC, SE-100 44, Stockholm, 53 P.

[2] BP(2015) Statistical Review of World Energy, 64th edition, London, UK., 44 P.

[3] Bulbul, T. (2010) Energy and Nutrient Requirements of Buffaloes, Kocatepe Veterinary Journal, 3 (2): PP. 55-64.

[4] Ellis, S. and Mellor, A.(2005) Soils and environment, Taylor & Francis , London and New York,

[5] FAO and UNESCO (1973) Irrigation, Drainage and Salinity, an international source book, First published, Hutchinson, London.

[6] Food and agriculture organization of the united nations (FAO) (2014) The State of World Fisheries and Aquaculture, Opportunities and challenges, Rome.

[7] Food and agriculture organization of the united nations (FAO) (2016) The State of World Fisheries and Aquaculture.Contributing to food security and nutrition for all, Rome.

[8] Foth, H. D. (1990) Fundamentals of soil science, eighth edition, John Wiley & sons, New York.

[9] Fraser, D. A. (2004) Factors influencing livestock behaviour and performance. rangeland health brochure 8, British Columbia,18 p.

[10] Getis, A.,Getis, J., Fellmann, J. D. and Getis, V. L. (2009) Introduction to geography, 12th ed., McGraw-Hill, New York.

[11] Health Professionals Task Force (HPTF) (2004) Great Lakes Fish Consumption Advisories, Discussion Paper prepared by the Health Professionals Task Force for the International Joint Commission, 23 P.

[12] Hiscock, K. M. (2005) Hydrogeology Principles and Practice, Black Well Publishing, USA.

[13] International Atomic Energy Agency (IAEA), 2012, Nuclear power reactors in the world, reference data series No. 2, Vienna, 79 P.

[14] International Council on Mining and Metals (ICMM) (2012) Trends in the mining and metals industry, London, UK.

[15] International Renewable Energy Agency (IRENA) (2012) Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series, Wind Power, Volume 1: Power Sector, Issue 5/5, UAE, 56 p.

[16] Julien, P. Y. (2002) River Mechanics, Cambridge university Press, UK.

Knapp, B. J. (2002) Elements OF Geographical Hydrology, Unwin Hyman Ltd, London.

[17] Knight, R. L. and Bates, S. F. (1995) A New Century For Natural Resources Mangemnt, Island Press, Washington, pp 9- 23.

[18] Krautkraemer, J. A. (2005) Economics of Natural Resource Scarcity: The State of the Debate, Washington, p. 6-7.

[19] Lujala, P. (2003) Classification of Natural Resources, Paper prepared for presentation at the 2003 ECPR Joint Session of Workshops, Edinburgh, UK 28.3 – 2.4., 21 p.

[20] Macdonald, G. M. (2003) Biogeography: Introduction to Space, Time, and Life, John Wiley & Sons, USA.

[21] Mcknight, T. L. and Hess, D. (2000) Physical Geography, 6th Edition, USA.

[22] Morgan, M. D., Moran, J. M. and Wiersma, J. H. (1993) Environmental science : managing biological & physical

resources, Wm. C. Brown (WCM), Oxford, England, 480 p.

[23] National Oceaic and Atmospheric Administration (NOAA) (2009) ,New Economic Report Finds Commercial and Recreational Saltwater Fishing Generated More Than Two Million Jobs.

[24] Norgate, T.E. and Rankin, W.J. (2002) The role of metals in sustainable development. In, International Conference on the Sustainable Processing of Minerals; 29-31 May, 2002; Cairns, Qld. Carlton, Vic.: AusIMM., 49-55.

[25] Rempel, H (2006) Geographical Distribution of Oil and Natural Gas Deposits - Different Means of Transportation to the Consumption Centers, Pipeline Technology, Conference, Germany.

[26] Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21) (2015) Renewables 2015, Global status report, Annual Reporting on Renewables: Ten years of excellence, France, 250 p.

[27] Royal Botanic Gardens, Kew (RBG Kew) (2016) State of the World's Plants, The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens.

[28] Satendra and Kaushik, A. D. (2014) Forest fire disaster management, National Institute of Disaster Management Ministry of Home Affairs, Govt. of India 5B, I.P. Estate, Ring Road, NIDM, New Delhi.

[29] Stewart, R. H. (2008) Introduction to Physical Oceanography, Texas A & M University, Texas.

[30] Sue Weaver (2013) Introducing the Water Buffalo, Published by Sue Weaver at Smashwords, 20 p.

[31] Suresh, R. (2005) Watershed hydrology (principles of hydrology), second edition, Delhi.

[32] Sverdrup, K. A., Duxbury, A. B. and Duxbury, A. C. (2006) Fundamentals of oceanography, 5th edition, Mc Graw Hill Higher Edition, New York.

[33] Sverdrup, K. A., Duxbury, A.B. and Duxbury, A.C. (2009) Fundamentals of Oceanography, 5th edition, Mc Graw Hill Higher Education, New York.

[34] The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (2007) Red List.

[35] Todd, D. K. and Mays, L. W. (2003) Groundwater Hydrology, 3ed Edition, Tohn Wiley & sons, INC., USA.

[36] U.S. Geological Survey (2008) Factors that influence the price of Al, Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, Rare Earth Elements, and Zn, Open-File Report 2008–1356, 61P.

[37] U.S. Geological Survey (2015) Mineral commodity summaries 2015, U.S. Department of the Interior, Reston, Virginia, 196 p.

[38] Ulvshammar, k. (2008) Milk and meat producing animals in the world, Husdjursvetenskap - Examensarbete 15hp, Litteraturstudie, SLU, Uppsala.

[39] United Nations (UN) (2015) World Population Prospects, Department of Economic and Social Affairs Population Division, New York.

[40] Ward, D. and McKague, K. (2007) Water Requirements of Livestock, Ministry of Aqriculture, Food and Rural Affairs, Ontario, Order NO. 07-023.

[41] Wedepohl, K.H. (1995) The composition of the continental crust, Geochimicaet CosmochimicaActa,Vol.59, No. 7, ElsevierScienceLtd, USA, pp. 1217-1232.

[42] World Energy Council (2013) World Energy Resources, 2013 Survey, London, UK.

[43] Zhang, L., Song, X., Xia, J., Yuan, R., Zhang, Y., Liu, X. and Han, D. (2010) Major element chemistry of the Huai river basin, China, Applied Geochemistry, Elsevier.