الطاقة والنظام في الجغرافية الطبيعية

د. قاسم يوسف الشمري
الجامعة المستنصرية /كلية التربية الأساسية /قسم الجغرافية

الطاقة والنظام في الجغرافية الطبيعية

أولاً : الطاقة والجغرافية الطبيعية :

أ- مفهوم الطاقة :

توجد عدة أنواع من الطاقة منها ستة أنواع هامة بالنسبة للدراسات في الدراسات الجغرافية الطبيعية التي تتناول البيئة الطبيعية وخاصة الجوانب منها التي تؤثر على الإنسان وتتأثر بتطور المجتمعات البشرية وأنشطتها المختلفة، من المعروف أن البيئة الطبيعية تتأثر بالتغيرات خلال الزمن، ومعظم هذه التغيرات تأتي بفعل عوامل وعمليات طبيعية، وبعضها يأتي بسبب التدخلات البشرية المباشرة وغير المباشر.

ويعني التغير البيئي سواء بفعل العمليات الطبيعية أو الإنسان : تحولاً في الطاقة Energy من شكل لآخر ومن ثم فأنه لابد لكي من أن نفهم المضمون الحديث للجغرافية الطبيعية والنظم البيئية المختلفة أن نلم ببعض خصائص الطاقة وأشكالها المختلفة في البيئة.

والطاقة ليست شيئاً مادياً Concept تطور على يد العلماء لعدة قرون مضت، وذلك من أجل فهم التغيرات الطبيعية والكيمياوية التي تحدث في الطبيعة.

ب- أنواع الطاقة : أهم أنواع الطاقة التي تهم الجغرافية الطبيعية كالآتي :-

١- الطاقة الشمسية Solar Energy :

تحاط الشمس مثلما هو الحال مع الأرض بمجالات كهرومغناطيسية، يؤدي التمدد والانكماش المنتظم لهذه المجالات التي تولد موجات ترسل عبر النظام الشمسي كأشعة كهرومغناطيسية Electromagnetic radiation تستقبل الأرض نحو ١ / ٠٠٠, ٠٠٠, ١٠٠٠ من الشعاع الكلي للشمس، وهذه النسبة الضئيلة للغاية هي التي تمدنا بالضوء والحرارة. وهذا ما يسمى بالثابت الشمسي : والذي يعني مقدار ما يصل من الشعاع الشمسي من الغلاف الغازي خلال فترة زمنية معينة.

متغيرية الشعاع الشمسي :

تكون كمية الإشعاع الشمسي المستقبل في أي وقت عند مكان ما على سطح الأرض محكومة بواسطة:-

١- **الثابت الشمسي Solar constant** الذي يعتمد على :-

أ- الطاقة الخارجة من الشمس.

ب- المسافة من الأرض إلى الشمس.

٢- شفافية الغلاف الجوي.

٣- أمد فترة ضوء الشمس اليومية.

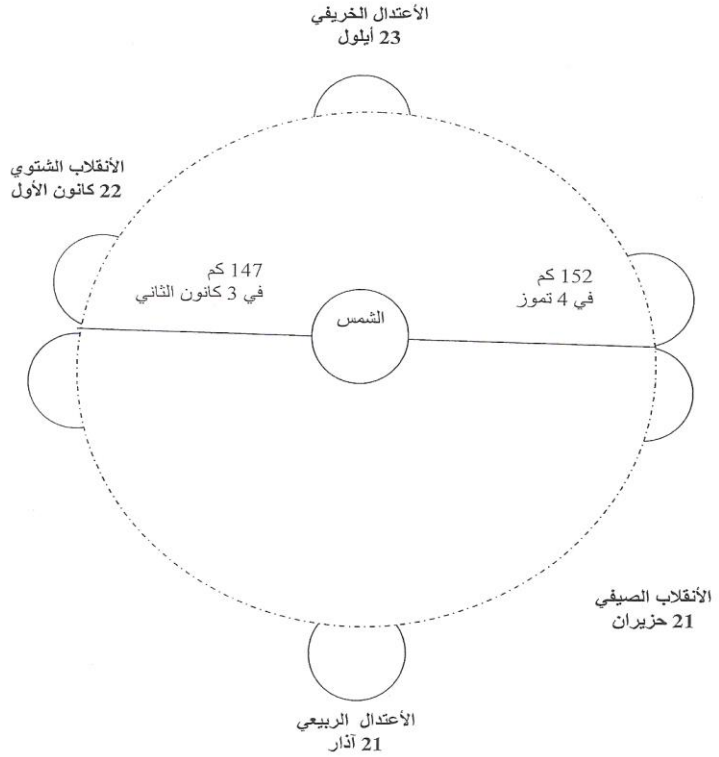
٤- الزاوية التي تضعها شمس الظهيرة على سطح الأرض.

والتأثير الأول من هذه التأثيرات على الشعاع الشمسي أساسي وكانت نتيجة قياسات تقديرات كمية الطاقة المقاومة للحدود الخارجية للغلاف الجوي هي رقم متوسط حوالي (٢ لانغلي) (Lang lay 2) (أي ٢ غرام سعر حراري / سم^{٢} في الدقيقة).

وبرغم الإشارة إليه بوصف الثابت الشمسي إلا أنه يتفاوت في الواقع قليلاً. ولم يكتشف أن للتفاوت أثر كبير على الطقس اليومي لكن يمكن نسبته إلى تذبذبات مناخية معينة. ومن المحتمل أن تكون للاختلافات في مكونات محدودة في الطيف الشمسي وخاصة بالأشعة فوق البنفسجية أهمية أكثر في التأثير على الأحوال الجوية.

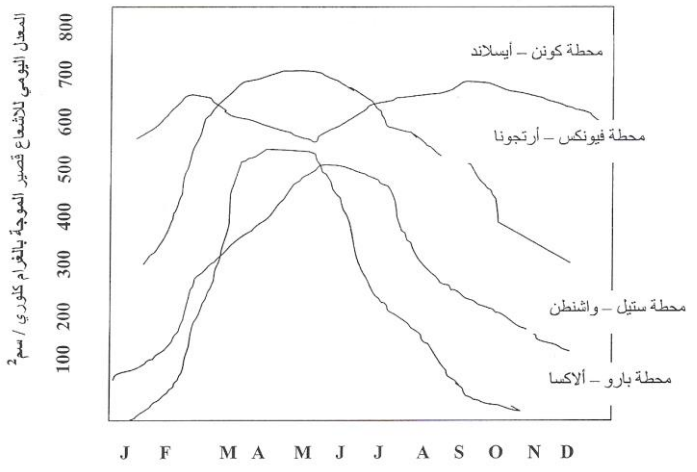
وتتفاوت المسافة بين الأرض والشمس بين (٠٠٠, ٠٠٠, ١٥٢ كم) عند الأوج في (٤ تموز) و(٠٠٠, ٠٠٠, ١٤٧ كم) عند الحضيض الشمسي في (٣ كانون الثاني) أنظر الشكل رقم (١).

ولا يمثل أي منهما تفاوت كبير من المسافة المتوسطة البالغة ٥, ١٤٩ مليون كم (٩٣ مليون ميل). وعلى الرغم من أن كمية الإشعاع الواصل إلى الغلاف الجوي الخارجي تكون أكبر بحوالي (٧%) عند الحضيض مما عند الأوج، إلا أن العوامل الأخرى المؤثرة في الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة تفوق الاختلاف تملك شفافية الغلاف الجوي تأثير أكثر أهمية على أهمية الشعاع الشمسي التي تصل إلى سطح الأرض فمن المعروف علمياً تأثير الغبار والسحب وبخار الماء وبعض الغازات في الانعكاس والتشتت والامتصاص الحراري. ويتبع من ذلك أن المناطق ذات السحب الأكثر كثافة أو الهواء الملوث سوف تستقبل إشعاعاً مباشراً أقل، والشفافية هي دالة كذلك لخط العرض، لأن أشعة الشمس عند دوائر العرض الوسطى والبعيدة عن خط الاستواء لابد أن تمر عبر الجو العاكس المبعثر عند زاوية أكثر انخفاضاً مما يحدث عند دوائر العرض الاستوائية، ويختلف هذا الأثر مع تعاقب الفصول حيث يكون أكبر في فصل الشتاء عندما تكون أشعة الشمس في أدنا ارتفاع لها فوق الأفق أنظر شكل (٢).



شكل رقم (1) مدار الأرض حول الشمس

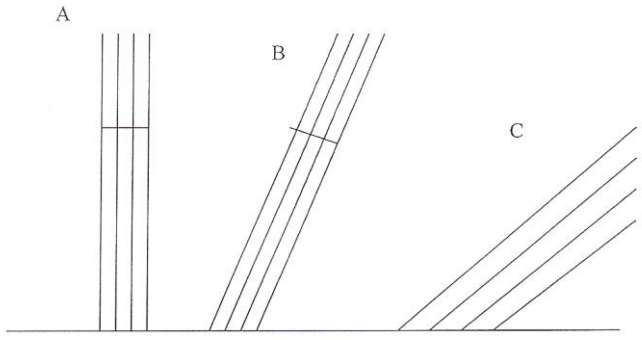
المصدر : هوارد ج . كريتشفيلد , علم المناخ العام , مطبعة الجبل العربي ليبيا . 1999 ص 24



شكل رقم 2
التقدم السنوي في متوسط الأشعاع الشمسي عند محطات معينة

ويختلف كذلك أمد ضوء النهار مع خط العرض بالفصل، وكلما امتدت فترة ضوء الشمس كلما زاد الإشعاع الشمسي الكلي الممكن. فعند خط الاستواء يكون النهار والليل متساويين دائماً وتبلغ فترة ضوء النهار في المناطق القطبية في أقصاها (٢٤) ساعة في فصل الصيف وأدناها (0) صفر في فصل الشتاء وعند الانقلاب الشمسي الصيفي المقابل وتحت السماء الصافية، قد تستقبل ساعة قطبية ما أشعة أكثر كل النهار ذي ٢٤ ساعة مما تستقبل دوائر عرض أخرى.

وبالرغم من أن مقدار صافي الإشعاع المستخدم للتسخين يتناقص بواسطة البيرو السطوح الثلجية ويمكن رؤية الزاوية المختلفة التي تسقط عندها أشعة الشمس فوق الأرض في التقدم اليومي للشمس عبر السماء. وتكون حدة الإشعاع عند الظهيرة الشمسية في أعلى درجاتها لكن في ساعات الصباح والمساء عندما تكون الشمس في زاوية منخفضة يكون مقدار الشعاع الشمسي قليلاً أنظر شكل (٣).



شكل (3) علاقة زاوية الشمس مع فاعلية الأشعة الشمسية .
A الشمس عمودية مباشرة فاعلية للغية
B زاوية سقوط أصغر اشعاع شمسي أقل فاعلية في كل وحدة مساحة .
B زاويا سقوط أصغر بكثير أشعاع شمسي خفيف في كل وحدة مساحة .

والمبدأ نفسه له تطبيق أوسع بالنسبة إلى خط العرض والفصول ففي فصل الشتاء وعند دوائر العرض البعيدة من خط الاستواء تكون زاوية الشمس منخفضة حتى عند الظهيرة، أما في فصل الصيف وعند دوائر

العرض القريبة من خط الاستواء فتكون أكثر عامودية تقريباً، وتنتشر أشعة الشمس المائلة فوق سطح أكبر مما تفعل الأشعة العمودية، ونتيجة لذلك تنتج تسخيناً أقل في كل وحدة مساحة. وتعتمد كذلك الزاوية التي تسقط عندها أشعة الشمس على سطح الأرض على التشكيل السطحي في الأرض، ففي نصف الكرة الشمالي تستقبل المنحدرات الجنوبية أشعة مباشرة أكثر بينما قد تكون المنحدرات الشمالية في الظل تماماً وقد تنخفض لحد كبير ساعات سطوع الشمس المحتملة في وادٍ عميق بسبب وجود تلال محيطة وتستقبل بعض الوديان في سويسرا على سبيل المثال ضوء شمس مباشر في فصل الشتاء لساعتين أو ثلاث فقط حوالي الظهيرة، أنظر جدول رقم (١).

جدول (١) يوضح أطول أمد ممكن في الإشعاع الشمسي حسب دوائر العرض

خط العرض	صفر°	١٧ °	٤١ °	٤٩ °	٦٣ °	٦٦ ,٥ °	٦٧ ,٢١ °	٩٠ °
ضوء النهار	١٢ساعة	١٣ساعة	١٥ساعة	١٦ساعة	٢٠ساعة	٢٤ساعة	١شهر	٦ أشهر

أما الموازنة الإشعاعية : فيقصد بها الاختلاف بين الإشعاع المكتسب والإشعاع المفقود من سطح الأرض، وتعتمد عليها الطاقة فوق السطح، فالتسخين إذا كان الميزان أشعاعي بوضع موجب (الواصل أكثر من المفقود) أما الانجماد إذا كان الميزان بوضع سالب (الواصل أقل من المفقود). ولذلك فأن المناطق الواقعة ضمن العروض الجغرافية حتى خط عرض (٤٠° شمال وجنوب خط الاستواء) يكون الميزان إشعاعي فيها عموماً بوضعية موجبة دائماً، أما في العروض الوسطى والعليا يكون وضع الميزان وقت الصيف موجباً وفي فصل الشتاء موجباً.

لذلك تعتمد قيمة الميزان الإشعاعي على عوامل عديدة أهمها :-

١- خط العرض الجغرافي للمكان : الذي بينا تأثيره أعلاه.

٢- حالة وصفاته ونوعية السطح : الذي يؤثر تأثير مباشر في كمية الحرارة الطاقة الواصلة أو المنعكسة من سطح الأرض. فأن السطوح تتباين في كمية الشعاع المكتسب والمنعكس فمثلاً تكون كمية الانعكاس الفوري من فوق سطح المياه النقية والعميقة بين ٥ – ٢٠% ومن السطوح الخضراء بين ١٥ – ٢٠% و١٠ – ٦٠% بالنسبة إلى التربة الصخرية الجافة وتكون فوق الغطاءات الثلجية بين ٩٠ – ٩٥% وفي المناطق اليابسة الصحراوية بحدود (٥٠%).

٣- مقدار بخار الماء والغبار في الغلاف الجوي : يؤثر هذا العامل بدرجة كبيرة في كمية الإشعاع الواصل والمنعكس وذلك من خلال تصادم الأشعة بجزيئات هواء الغلاف الغازي وذرات الغبار وبخار الماء العالقة في الجو.

٤- نسبة التغييم : فعندما تكون السماء خالية من الغيوم يشكل الإشعاع الشمسي المباشر بحدود (٩٠%) من مجموع الإشعاع الكلي الواصل. ويشكل بحدود (٨٠%) إذا كانت زاوية السقوط (٢٠°) أما إذا كانت السماء ملبدة في الغيوم فأن هذه الكمية تتناقص تدريجياً.

ويمكن التعبير عن الموازنة الإشعاعية بالمعادلة التالية :

$$R = Q (1 - a) E$$

R = الموازنة الإشعاعية

Q = مجموع الاشعاع المباشر والمبعثرة = الاشعاع الكلي

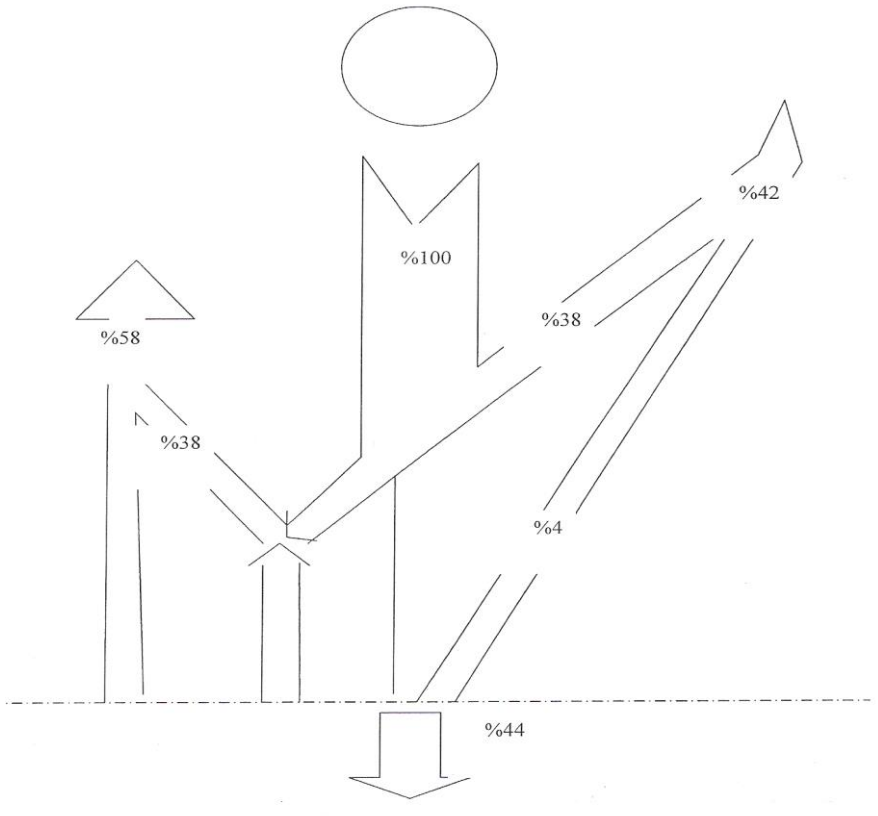
a = الخاصية الانعكاسية لسطح الأرض = درجة الانعكاس الفوري

E = الاختلاف بين أشعاع سطح = الاشعاع الفعال

الأرض الخاص وما يمتصه سطح الأرض من الاشعاع المعكوس.

الميزان الحراري لسطح الأرض :

تشمل موازنة الطاقة الحرارية لسطح الأرض تيارات الطاقة المتبادلة بين سطح الأرض والغطاء المحيط بها، وتدخل ضمن تلك التيارات تيارات الطاقة الإشعاعية الممتصة حيث تساوي مقاديرها مقادير الموازنة الإشعاعية. أن القيمة الإيجابية أو السلبية للموازنة الإشعاعية تعادل قيمة بعض تيارات الطاقة، فأن حرارة سطح الأرض لا تعادل حرارة الهواء وعلى هذا الأساس ينبعث بين سطح الأرض والغلاف الغازي تيار طاقة قوي تسببه عملية التوصيل الحراري الاضطرابية، ويرصد كذلك تيار طاقة آخر مشابه يذهب من السطح نحو أعماق اليابسة أو المياه. وإذا ما اختلفت حرارة سطح الأرض مع حرارة أعماق التربة في هذه الحالة فأن تيار الطاقة لأعماق التربة سيتمدد على أساس عملية التوصيل الجزيئي للطاقة من قبل عناصر التربة، وكقاعدة عامة تكون عملية التوصيل الجزيئية في المياه بالنقل الاضطرابي Turbulent Transfer أقل مما على سطح اليابسة. وأن الميزان الحراري لسطح الأرض يجب أن يعادل الصفر (أي أن وصول الطاقة يساوي الفقدان) إلا أنه في بعض فصول السنة أو بعض أجزاء اليوم يمكن أن تكون كمية الطاقة الواصلة أكثر أو أقل من كمية الفقدان أن الميزان الحراري للكرة الأرضية يتساوى مع الميزان الإشعاعي للأرض باعتبارها كرة سابحة في الفضاء، ويمكن توضيح ذلك بالشكل التالي (شكل ٤).



شكل رقم (4) يوضح الموازنة الأشعاعية للكرة الأرضية

يتضح من الشكل السابق أن من الكمية الكلية ومقدارها ١٠٠% لطاقة الإشعاع الشمسي الواصلة ٤٢% ينعكس مرتدة نحو الفضاء الخارجي (٣٨%) من هذه الكمية يعكس من الغلاف الغازي و(٤%) ينعكس من فوق سطح الأرض. و(٥٨%) يتم امتصاصه بواسطة الغلاف الغازي وسطح الأرض (١٤%) يمتص من قبل الغلاف الغازي و(٤٤%) يمتصه سطح الأرض. ومن المقدار (٥٨%) تصرف منه (١٨%) لغرض تبخر القطرات المائية، ولتسخين الهواء تصرف (٦%) وما تبقى ومقداره (٢٠%) تفقد على حساب الإشعاع الفعال ويمكن أن نرمز للموازنة الحرارية لسطح الأرض بالمعادلة التالية :

$R = LE + P + A$

R = تيار الطاقة الإشعاعية.

P = تيار الطاقة الاضطرابية المنبعث من فوق سطح الأرض نحو الغلاف الغازي.

A = تيار الطاقة الذاهب نحو الطبقات السفلى من سطح الأرض.

LE = تيار الطاقة لغرض التبخر.

L = الحرارة الكامنة لبخار الماء.

E = سرعة التبخر.

٢- الطاقة الكيمياوية Chemical Energy

تنتج هذه الطاقة عن قوى Forces الروابط Bonds الكيمياوية لجزيئات المادة والتي تربط الذرات بعضها ببعض وعندما تتحطم تنطلق منها الطاقة وأيضاً في النويات الداخلية للذرة تعمل هذه القوى على ترابط البروتونات الموجبة بالنيوترونات المتعادلة داخل الذرات، وإذا ما انطلقت هذه القوى ينتج عنها طاقة نووية تعادل ملايين المرات الناتج عن تحطم الجزيئات الكيمياوية في المادة.

٣- طاقة الجاذبية Gravitational Energy

عندما تنجذب كتلة نحو كتلة مجاورة لها تسمى جاذبية، وقوة الجاذبية هنا تعتمد على حجم الكتلتين وتتناسب عكسياً مع مربع المسافة بينهما، وعلى سطح الأرض وخلال الغلاف الغازي نجد أن كتلة الأرض أكبر من أي شيء آخر، ولذلك فهي قادرة بذلك على جذب الأشياء إليها، وأن كان بعضها لا يستجيب لذلك بسبب تدخل عوامل وقوى أخرى. وتعمل الجاذبية الأرضية على انسياب المياه إلى أسفل السفوح، وهي أيضاً تمنع بخار الماء من التطاير في الفضاء، ويطلق على الجاذبية الطاقة الكامنة (EP) حيث أن أي جسم يقع فوق سطح الأرض له طاقة تتناسب مع كتلته (M) ومع قوة الجاذبية (g) Force of Gravity وارتفاعها فوق سطح البحر (h).

وعلى ذلك فالطاقة كامنة = الكتلة × قوة الجاذبية × الارتفاع عن سطح البحر.

$EP = m * g * h$.

٤- الطاقة الحركية Kinetic Energy

ينتج هذا الشكل من الطاقة عن حركة أي جسم، فجريان النهر والتدفق الطيني والرياح والتيارات المحيطية وصعود المياه الجوفية وتحرك الأمواج كلها تمتلك طاقة حركية وتكون قادرة على العمل وبذل الجهد من خلال الاحتكاك بجسم آخر وتأتي الطاقة الحركية من المعادلة الرياضية التالية :-

$Ek = 1/2\ m\ v^2$

حيث أن v تعني السرعة Velocity و m = الكتلة Mass.

٥- الطاقة الحرارية Thermal Energy

وهي تعد أقل أنواع الطاقة وتنتج عن حركة الجزيئات في المادة Motion of Molecules أو بمعنى آخر هي عبارة عن الطاقة الحركية الناتجة عن حركة جزيئات مادة ما، تتمثل الطاقة الحرارية أو الطاقة الداخلية في الحرارة المحسوسة للغلاف الجوي، فالطاقة الحرارية لأي جسم هي درجة حرارة ذلك الجسم، وبالتالي فأن الطاقة الحرارية لكتلتين هوائيتين متساويتين في الحجم وتزيد درجة حرارة الكتلة الأولى منهما عن درجة حرارة الكتلة الثانية بمقدار النصف تساوي ضعف الطاقة الحرارية للكتلة الثانية.

٦- الطاقة الكامنة Potential Energy

وهي تتمثل في مقدار جذب الأرض لذلك الجسم، وهي تساوي الطاقة اللازمة لرفع ذلك الجسم إلى مستوى أعلى من مستواه الأول. ولهذا فأن موقع أي جسم على سطح الأرض يحددا طاقته الكامنة، فعند ارتفاع الهواء إلى أعلى فأنه يستخدم طاقة هائلة على شكل طاقة كامنة ترفعه إلى أعلى برغم مقاومة جذب الأرض. أما عندما يهبط الهواء إلى أسفل فأنه يشع الكمية نفسها من الطاقة التي استخدمها في الصعود، ربما أن الهواء في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي يمر خلال كل لحظة في ملايين المرات من الارتفاع والهبوط فأنه يستخدم كميات هائلة من الطاقة الكامنة.

ج- تحول الطاقة في الجغرافية الطبيعية :

توجد أشكال أخرى للطاقة غير التي ذكرت، منها الطاقة الكهربائية في العواصف الرعدية، ولكن الأشكال المذكورة سابقاً للطاقة هي التي نلمس دورها في العمليات الطبيعية على سطح الأرض من خلال تحول الطاقة من شكل إلى آخر داخل هذه العمليات.

نسوق أمثلة لأشكال التحول وعلاقتها بالعمليات الطبيعية من المثالين التاليين :

١- عملية التمثيل الضوئي Photo synthesis

وهي العملية التي يتم خلالها تحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كيمياوية وتتمثل هذه العملية في ما يلي:-

[ثاني أوكسيد الكاربون + ماء ⟵ كيلوكوز + أوكسجين (كاربو هيدرات)]

حيث يعمل التمثيل الضوئي على تكوين الكيلوكوز الذي يمثل عنصراً هاماً في أي مادة حية، وكذلك على تكوين الأوكسجين العنصر الثاني من عناصر الغلاف الغازي بعد النتروجين والضروري للغاية في عمليات التنفس للكائنات الحية.

ومعنى ذلك : أن التمثيل الضوئي يكون الغذاء للنمو، والأوكسجين للتنفس.

ويتم بالتمثيل الضوئي تكوين الكيلوكوز الذي يمثل عنصر هام في الغلاف الغازي.

ويتم التمثيل الضوئي في البلانكتون حتى الأشجار الضخمة، ومن ثم تختلف كفاءته اختلافاً كبيراً حسب حجم النبات الذي يقوم به.

والواقع أن الكيلوكوز والكاربوهيدرات تحتوي على طاقة كيمياوية يعمل التمثيل الضوئي على استخلاصها من الأشعة الشمسية.

٢- الفعل الميكانيكي : فقد الطاقة الكامنة :

تعد الجاذبية مصدر رئيسي للطاقة في البيئة الطبيعية هذه الطاقة تستقل عن الشمس وتعتمد ببساطة على جذب كتلة الأرض للأجسام الأخرى على السطح أو في الغلاف الغازي. والواقع أن مفهوم الطاقة الكامنة ومفهوم الجهد قد أشتقا أساساً من مفهوم الجاذبية Gravity كما سيتضح من السطور التالية.... فعلى سبيل

المثال هناك في الجغرافية الطبيعية ما يعرف بعمل النهر Work of arriver، والمقصود به – بشيء من الدقة – فقد طاقة كامنة من النهر خلال تحركه مع الانحدار ونقله للرواسب واحتكاكه بقاعه وجوانبه (تغلبه على قوى الاحتكاك). بعض الطاقة المبذولة تتحول إلى طاقة حركية والجزء منها المفقود بفعل الاحتكاك يتحول إلى حرارة، والخلاصة أن مجمل العمل الذي يقوم به النهر بالطرق السابقة يتساوى مع فاقد الطاقة الكامنة والذي يمكن أن يختزن في نهر كبير ليتحول إلى طاقة كهرومائية في محطات توليد الطاقة والسدود المقامة على النهر.

ولتبسيط ما سبق نسوق المثال التالي :

لو تصورت وضع كتاب على مكتب، هذا الكتاب الذي يحتوي داخله على طاقة كامنة قد سقط تلقائياً بعد أن اهتز المكتب بسبب ما حدث حتى الآن هو أن الكتاب قد فقد طاقته الكامنة، ولا يمكن أن يرتفع مرة أخرى إلى المكتب فإذا مرفت الكتاب بيدك إلى المكتب، معنا ذلك أنك بذلت طاقة من خلال عمل عضلي احترق بسببه بعض الكيلوكوز والبروتين من جسمك، يعني ذلك أيضاً أنك استخدمت طاقة مختزنة في جسمك لرفع الكتاب وهنا بذلت طاقة كيمياوية وتم عمل ما، وأعيد تخزين طاقة كامنة مرة أخرى في الكتاب بعد رفعه.. هذا المثال يوضح أمرين هامين مفادهما :-

أ- أن الفاقد من الطاقة الكامنة يتساوى مع كمية العمل المبذول، أي أن الطاقة الكامنة (طاقة عمل).

ب- أن فقد الطاقة الكامنة اتجاه طبيعي بسبب الجاذبية الأرضية. ولكي يعاد تخزينها لابد أن يتم عمل ما من خلال مصدر آخر للطاقة تمثل في المثال السابق في الطاقة الكيمياوية Chemical Energy.

ثانياً : النظم والجغرافية الطبيعية :

أ- مفهوم النظام : النظام مفهوم عام إلى حد كبير، وعلى ذلك يمكن تحديده من خلال طرق متعددة. ولكن أي نظام نجده يتميز بثلاث خصائص رئيسية داخل حدوده تتمثل بما يلي :-

١- العناصر المكونة للنظام : وتتمثل في أنواع من المواد مثل الذرات atoms أو الجزيئات، أو الأجسام الأكبر حجماً مثل حبات الرمل وقطرات المطر أو النباتات، وكل عنصر أو مكون من مكونات النظام يوجد في مكان محدد وخلال فترة زمنية معينة.

٢- حالة العناصر أو صفاتها : تتميز هذه العناصر بصفات معينة يمكن إخضاعها للقياسات أو التجارب، فالحجم أو الضغط أو الوزن أو درجة الحرارة واللون يمكن تحديد قيم لها ومقارنتها بمقياس محدد مثل قياس درجة الحرارة على أساس الترمومتر المئوي أو قياس الضغط بالملي بار.

٣- وجود علاقة بين عنصرين أو أكثر من عنصر أو بين صفة من صفات العناصر بصفة أو خاصية بعنصر آخر مثل العلاقة بين الحجم والضغط، أو العلاقة التي تحدد نظام أو ترتيب العناصر داخل نظامها.

ولأن الجغرافية الطبيعية تهتم كثيراً بالطاقة والمواد المختلفة، فأنه على ضوء ذلك يمكن تعريف النظام System.. بأنه مجموعة العناصر داخل حدود معينة لها وعلاقتها ببعضها البعض وتحركها وانتقالها داخل نظامها سواء كانت في شكل مواد Material أو طاقة Energy وكذلك انتقالها في حالات معينة عبر حدود النظام منه وأليه.

ب- أنواع النظم : Types of System

توجد ثلاث أنواع من النظم تتمثل فيما يلي :-

١- النظام المنعزل : Isolated System

وهو النظام الذي لا توجد علاقات أو تفاعل بينه وبين الأنظمة الأخرى خارج حدوده. وهو نظام لا يسمح بتبادل أو انتقال المادة أو الطاقة عبر حدوده، ولا يوجد مثل هذا النظام في البيئة الطبيعية إلا نادراً، ولكن

يفترض وجوده أحياناً لأغراض الدراسة والبحث. ومن الأمثلة على النظم الجوية المعزولة معدل التناقص الذاتي الجاف لدرجة الحرارة (Dry adiabatic Lapse rate) والذي يقترض أن التناقص الذي يطرأ على درجة حرارة الهواء أثناء ارتفاعه راجع إلى تمدد ذلك الهواء واستفراغه لطاقته الداخلية، وفي هذه الحالة فأنه يفترض أن ذلك الهواء لا يمتزج بالهواء الذي يحيط به أبداً.

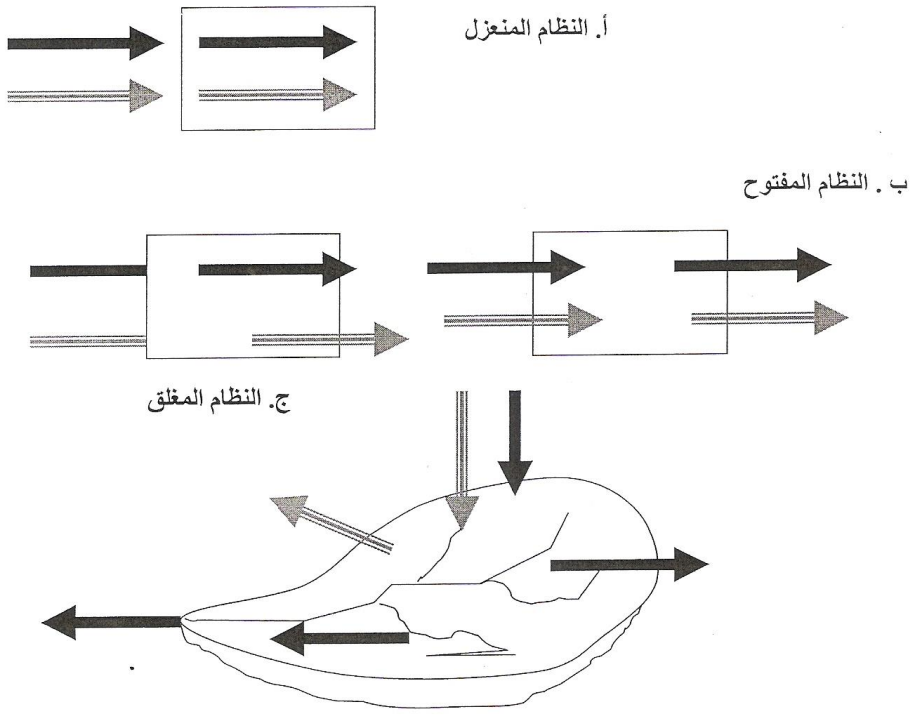
٢- النظام المقفل أو المغلق : Closed System

وهو أكثر النظم شيوعاً حيث يمكن من خلاله تبادل الطاقة عبر حدود النظام نفسه، ولكنه لا يسمح لدخول أو خروج المادة عبر حدوده، فالغلاف الجوي يشكل مع الشمس نظاماً مغلقاً يدخله ويخرج منه في كل لحظة كميات هائلة من الطاقة.

ومن الأمثلة على النظام المغلق (الدورة الهيدرولوجية) ففي هذه الدورة توجد كميات من المادة (الماء) داخل حدود النظام، وتتم الدورة داخله من خلال طاقة شمسية قادمة بالطبع من خارج حدود النظام وخلال التاريخ الذي مرت به الأرض حدثت تغيرات كبيرة في النظام الهيدرولوجي العالمي، ويرجع ذلك أساساً إلى التغيرات المناخية حيث تحولت كميات ضخمة من المياه المختزنة في محيطات إلى غطاءات جليدية Ice caps خلال فترات زمنية مختلفة، ورغم كل هذه التغيرات فأن الكمية الكلية للمياه على سطح الأرض بقيت ثابتة، ومن ثم يبقى النظام مغلقاً بشكل دائم (شكل ٥).

٣- النظام المفتوح : Open system

وهي النظم التي تسمح بتبادل المادة والطاقة مع النظم الأخرى والجدير بالذكر أنه في مثل هذه النظم فأن انتقال المادة هو نفس الوقت انتقال للطاقة حيث تحتوي المواد على طاقة كيمياوية كامنة Potential Energy، وهذا النوع من النظم تشهد باستمرار تدفقاً هائلاً سواء في المادة أو الطاقة وتحاول أن تتكيف في نظامها الداخلي والعلاقات المتبادلة في أجزائها تبعاً لاختلاف معدل تدفق الطاقة منها وأليها.... ومن الأمثلة على النظم الجوية المفتوحة دورة بخار الماء في الغلاف الجوي، فتبخر الماء لا يمثل انتقال للمادة من سطح الأرض إلى الغلاف الجوي فحسب بل أنه يمثل أيضاً انتقال موازياً للطاقة، وبعد أن يتكاثف بخار الماء في الجو ويتكون المطر فأن هطوله يمثل انتقال للمادة بالطاقة من الغلاف الجوي إلى سطح الأرض، وهذه النظم هي نظم ديناميكية حرارية تدرس كثيراً في الجغرافية الطبيعية ومنها أيضاً البحيرات وأحواض التصريف النهرية، كل هذه النظم تتلقى المواد والطاقة وتوردها عبر حدودها (شكل ٥) وتوجد أربع مبادئ مرتبطة بالنظم المفتوحة يمكن أن تساعدنا كثيراً في تفهم الجغرافية الطبيعية يمكن إيجازها فيما يلي :-



د. حوض تصريف النهري كنظام مفتوح

الشكل (5)

١- أن الطاقة والمادة الداخلة بنظام لا تخرج منه بنفس الشيء الذي دخلت به، على سبيل المثال تأتي الطاقة الشمسية ذات الموجات القصيرة إلى الأرض لتخرج منها في شكل طاقة ذات موجات طويلة، وجزء كبير من مياه المطر والثلوج التي تدخل حوض النهر تخرج منها في شكل بخار ماء وكذلك الصخور التي تأتي إلى الأنهار في المنابع العليا بأحجام كبيرة تخرج من عند المصب في صورة رواسب طينية ورملية ناعمة تترسب في قاع البحر.

٢- لا يحدث عادة توازن بين المدخلات input والمخرجات Out put من الطاقة والمادة على المدى القصير (خلال يوم أو أسبوع أو شهر مثلاً) ولكن قد يحدث هذا التوازن على المدى البعيد.

٣- في كل من النظامين المفتوح والمغلق نجد أن الطاقة الحرارية الناتجة من تحول الطاقة من نوع إلى آخر تخرج من النظام في المادة إلى الغلاف الغازي ومن ثم إلى الفضاء وتعرض من خلال طاقة تأتيها من خارج النظام، على سبيل المثال نجد أن هذه الطاقة تأتي إلى النظم البيئية في شكل إشعاع شمسي.

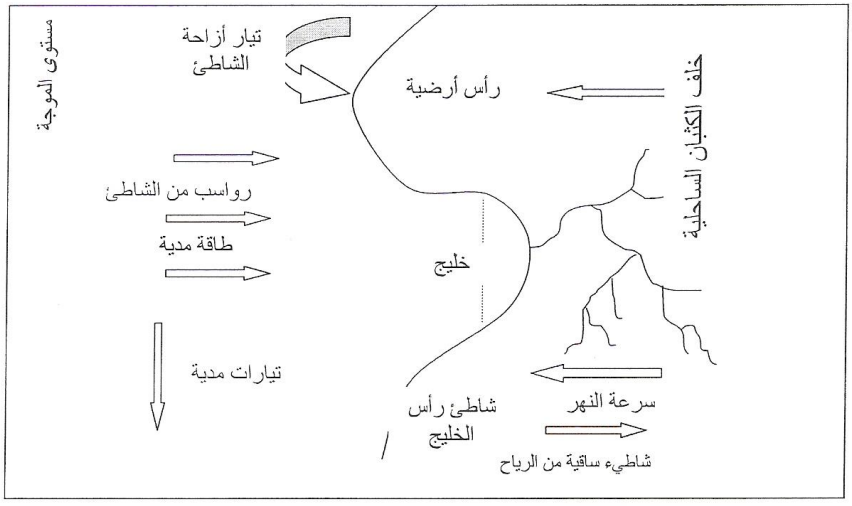
٤- رغم ثبات المدخلات من الطاقة الكامنة إلى النظم المفتوحة إلا أن التحولات النهائية للطاقة في الطبيعة تنتج طاقة حرارية عديمة القيمة بدرجة أن الجهد المبذول من خلال الطاقة الكامنة المقاومة يكون محدود جداً.

ج- حدود النظام : System boarder

أن الخطوط الأساسية في تحليل أي نظام طبيعي تتمثل في قياس حركة تبادل الطاقة والمادة بين النظام والبيئة، وحركة الطاقة المادة داخل حدود النظام ذاته، مثل هذه القياسات لا تقود فقط لفهم كيفية قيام النظام بعمله بشكل طبيعي ولكنها أيضاً تمكن العلماء من قياس وتفسير المؤثرات الناتجة عن التغيرات في الضوابط الخارجية عليه ومعظمها يأتي من التدخلات البشرية، مثال ذلك البحيرات كنظام محدد جيد أو غابة

صغيرة أو حوض تصريف مائي – ففي حوض النهر – نجد أن حركة الطاقة والمادة تتم أساساً باتجاه المصب sown stream أما عن حدوده فتتطبق مع مناطق تقسيم المياه water sheds التي يمكن تحديدها بسهولة، وتعد الوافد المختلفة داخل الحوض بمثابة المسالك الرئيسية داخل النظام النهري.

أما النظام الساحلي فهو من النظم صعبة الدراسة لأن حدوده مؤقتة، إلى جانب أن حركة الرواسب تتم في اتجاهات مختلفة، وتأتي مدخلات النظام أيضاً بصور وأشكال مختلفة ويعد الساحل من النظم المفتوحة ولذلك فأن حدوده الجيومورفولوجية يصعب كثيراً تتبعها وتحديدها. ويظهر من الشكل (٦) بعض الحدود المتاحة في ساحل متعرج، وفيه نجد أن حده البحري (اتجاه البحر) ينطبق مع بداية دخول الأمواج في منطقة الشاطئ البعيد أما حده القاري فيتمثل في نهاية آخر خطوط الكثبان الرملية الساحلية – أن وجدت – ويكن الاعتداد بحد آخر لنظام الساحلي في منطقة الرأس الأرضية متمثلة في خط تقسيم المياه الذي يمتد فوقها. تتمثل المدخلات Input من الطاقة للنظام الساحلي في الرياح والأمواج والمدّ والجزر وحركة الإزاحة على طول الشاطئ Long shore drift والأخيرة تنتج عن التفاعل بين المدخلات الرئيسية للطاقة وطوبوغرافية الساحل الموضعية، وكل هذه المدخلات تحتوي على طاقة حركية، إلى جانب أن الأمواج والمدّ والجزر تحتوي على طاقة كامنة أيضاً، يضاف إليها الطاقة الحركية من الجريان النهري إذا كان موجود في النظام الساحلي. وتعتبر الرمال قادمة مع مياه الأنهار من المدخلات الرئيسية لبعض النظم الساحلية حيث تأتي من أحواض هذه الأنهار إلى الساحل وتترسب في العادة خلف خط الأمواج، وقد تتحرك هذه الرمال أثناء الجسيمات البحرية Surges من منطقة الشاطئ البعيدة حتى خط الشاطئ وأن كانت أقل الآن بالمقارنة بالماضي، وتمثل الرواسب التي تأتي بها حركة الإزاحة على طول الشاطئ المدخل Input الرئيسي الثالث للرواسب في النظام أما ما يخرج من النظام الساحلي Output من طاقة فهي تشبه المدخلات وذلك لأن معظمها في صورة طاقة حركية، فالتيارات المدية والأشكال المختلفة لفعل الأمواج تحول خلايا النظام وخارجه، وكذلك الرياح تسفي الرمال من الشاطئ وغالباً ما ترسبها بعيداً في الداخل.



الشكل رقم (6) النظام الساحلي بصورة مبسطة

د- التوازن داخل النظام : Equilibrium

يقصد بالتوازن مدى وجود تعادل أو توازن بين النظام وبيئته، ويوجد نوعان من التوازنات لهما أهميتهما في تفهم الوظائف الطبيعية داخل النظام :

١- التوازن الثابت Study state equilibrium

يتميز هذا التوازن بخاصيتين هامتين تتمثل أولاهما في أنه لا يحدث تغير في مخزون الطاقة الكامنة داخل النظام مع الزمن ينطبق ذلك على المخزون من الطاقة والمواد، وثانيتهما تساوي المدخلات (من الطاقة والمادة) مع المخرجات ينطبق هذا المفهوم على النظام الذي تأتي إليه المدخلات على طول طريق يختلف عن طريق المخرجات مثل نظم السفوح والقنوات النهرية والثلوج.

٢- التوازن الديناميكي Dynamic equilibrium

يشير هذا التوازن إلى النظم المفتوحة ويستخدمه علماء الطبيعة والكيمياء للإشارة إلى تبادل المادة والطاقة عبر نفس السطح بين مجالين.

على سبيل المثال جزيئات الماء دائماً ما تترك سطح البحيرة وتدخل الغلاف الغازي، بعضها يسقط في شكل مطر على البحيرة، عندما تتساوى العمليتين تماماً لا يكون هناك في هذه الحالة فقد من جزيئات الماء بالبحيرة أو الغلاف الغازي ويظل الاثنان في حالة توازن في كل نظام يتم بواسطة المدخلات والمخرجات على نفس الحدود بينهما، وهذا ما يعرف بالتوازن الديناميكي.

المصادر

١- جورج د. لرتسيفلد، علم المناخ العام، ترجمة عبد القادر مصطفى، مطبعة الجبل العربي، ليبيا البيضاء، ١٩٩٩.

٢- أحمد سعيد حديد وآخرون، المناخ المحلي، مطبعة جامعة بغداد، بغداد، ١٩٨٢.

٣- احمد سعيد حديد وعلي شلش، علم الطقس، مطبعة جامعة بغداد، بغداد، ١٩٧٩.

٤- نعمان شحاذة، علم المناخ، ط٢، الجامعة الأردنية، ١٩٨٣.

٥- محمد جمال الغندي، الطبيعة الجوية، مكتبة الفلاح، الكويت، ١٩٧٧.

٦- حازم توفيق وماجد السيد ولي، الطقس والتنبؤ الجوية، جامعة البصرة، ١٩٨٥.

٧- روجر ريغل ودونالد شابيرو، الطاقة والمناخ، ترجمة : زين الدين عبد المقصود، نشرة دورية تصدر من قسم الجغرافية، جامعة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية، عدد ١٢،١٩٧٩.