الفصل الثاني

موازنة طاقة الأرض

الاشعاع الشمسي:

توفر الشمس ٩٩.٩٧% من احتياجات الطاقة لجميع العمليات الطبيعية التي تحدث على الارض وفي غلافها الجوي(١). وتعترض الارض لواحد من نصف مليار من الطاقة الكلية الخارجة Output من الشمس(٢).

على الرغم من كمية الطاقة الهائلة التي تبثها الشمس تجاه الفضاء الخارجي، واعضاء مجموعتها التابعة لها، الا انه لا يصل جو الارض وسطحها الا نزر يسير منها(٣).

هذا النزر اليسير يصطلح عليه الثابت الشمسي Solar constant الذي يعنى به كمية الاشعاع الواصل الى الحد الخارجي للغلاف الغازي ويقدر نحو ٢ كالوري/ سم٢/ دقيقة(٤).

---

(1) **H. J. de Blij and Peter O. Muller, Physical Geography of the Global Environment, second edition, John Wiley & sons , Inc. USA, 1996, p.73.**

(2) **Alan Strahler and Arthur Strahler, Introducing Physical geography, third edition, John Wiley & sons, Inc., USA, 2003, p.54.**

(٣) علي حسن موسى، جغرافية المناخ، مطبعة دار الكتب، دمشق، ٢٠٠٤، ص ١٢٦.

(4) **Herbert Riehl, Introduction to the Atmosphere, Mc Graw Hill Book Company, USA, 1965, p.34.**

Scanned by TapScanner

الموازنة الاشعاعية:

تعريف الموازنة الإشعاعية:

الموازنة الاشعاعية **Radiation balance** يقصد بها الاختلاف بين الاشعاع المكتسب والاشعاع المفقود من سطح الارض، وتعتمد عليها حالة الطاقة فوق السطح، ويكون هنالك تسخين اذا كان الميزان الاشعاعي بوضع موجب أي اذا كان الواصل من الاشعاع أكثر من المفقود، بينما يكون هنالك انجماد اذا كان الميزان بوضع سالب أي ان الواصل من الاشعاع أقل من المفقود[١].

تتحقق الموازنة الاشعاعية حينما تتساوى الاشعة القادمة للأرض مع الاشعة الخارجة الى الفضاء، الا انه على النطاق الاقليمي والمحلي يحدث خلل في الموازنة الاشعاعية[٢].

معادلة الموازنة الإشعاعية:

يمكن التعبير عن الموازنة الاشعاعية لسطح الارض باستخدام معادلة بوديكو الاتية[٣]:

---

(١) احمد سعيد حديد، فاضل باقر الحسني، حازم توفيق العاني، المناخ المحلي، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ١٩٨٢، ص١٥.

(٢) علي طالب صاحب الموسوي، جغرافية الطقس والمناخ، ط٢، مطبعة الميزان للطباعة والتصميم، العراق، ٢٠١٣، ص١٥٧.

(٣) فاضل الحسني، مهدي الصحاف، اساسيات علم المناخ التطبيقي، مطبعة دار الحكمة، بغداد، ١٩٩٠، ص٧٢، ٧٣.

Scanned by TapScanner

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

إذ أن:

R = الموازنة الاشعاعية.

Q = الاشعاع الكلي المباشر والمبعثر.

a = الخاصية الانعكاسية الفورية (الالبيدو) ويؤخذ على اساس كسور العدد الصحيح.

E = الاشعاع الفعال الذي يعني الفرق بين اشعاع سطح الارض الخاص وما يمتصه سطح الارض من الاشعاع المعكوس او المضاد للغلاف الجوي.

لحساب الموازنة الاشعاعية من المعادلة اعلاه يمكن اتباع الخطوات الثلاث الآتية[1]:

أولا: يمكن استخراج الاشعاع الشمسي الكلي من تطبيق المعادلة الآتية:

$$Q = Qo\,(\,1 - an - bn\,)^2$$

Q = الاشعاع الكلي.

Qo = الاشعاع الكلي في حالة كون السماء خالية من الغيوم.

---

(1) فاضل باقر الحسني، الخواص الاشعاعية لمناخ القطر العراقي، بحث مستل من مجلة الاستاذ، العدد ١، مطبعة دار الجاحظ بغداد، ١٩٧٧-١٩٧٨، ص٤٠٩، ٤١٠.

Scanned by TapScanner

a = معامل إضعاف الاشعاع الشمسي بواسطة الغيوم واختلاف الظروف الجغرافية.

n = درجة التغييم وتقاس على اساس الكسور العشرية.

b = معامل ثابت قليل التغير بالنسبة لكافة العروض الجغرافية.

ثانيا: حساب الانعكاس المباشر الالبيدو وفقا لحالة وخاصية شكل سطح الارض مع مراعاة التغير الفصلي للمناخ.

ثالثا: حساب الاشعاع الفعال: ويعني موجات الاشعة الطويلة غير المرئية المفقودة من سطح الارض، وتستخرج بواسطة المعادلة الاتية:

$$E = Eo((1 - cn^2 - 4SoO^3(Ow - O))$$

Eo = الاشعاع الفعال في حالة كون السماء خالية من الغيوم.

c = معامل يعكس تأثير الغيوم على الاشعاع الفعال.

S = معامل يعكس اختلاف اشعاع السطح الاعتيادي عن اشعاع السطح الاسود.

o = نسبة ثابتة (ستيفان بولتسمان).

O = حرارة الهواء.

Ow = حرارة سطح التربة.

Scanned by TapScanner

موازنة الطاقة الحرارية:

موازنة الطاقة الحرارية: Thermal energy balance هي تيارات الطاقة المتبادلة بين سطح الارض والغطاء المحيط بها[1]. ويمكن تطبيق معادلة موازنة طاقة سطح الارض الحرارية الآتية[2]:

$$R = P + A + LE$$

إذ أن:

R= تيار الطاقة الاشعاعية الحرارية (الميزان الحراري).

P= تيار الطاقة الاضطرابية المنبعث من سطح الارض نحو الغلاف الجوي.

A= تيار الطاقة المتسرب لتسخين أعماق التربة.

LE= تيار الطاقة المستهلكة لغرض التبخر / نتح أو فرز الطاقة في حالة التكاثف. إذ أن: L= الحرارة الكامنة لبخار الماء. وE= كمية المياه المتبخرة.

تكتب معادلة موازنة الطاقة وفقا لخصائص السطح على النحو الآتي[3]:

---

(1) احمد سعيد حديد، فاضل باقر الحسني، حازم توفيق العاني، المناخ المحلي، مصدر سابق، ص ٢٠.

(2) فاضل الحسني، مهدي الصحاف، اساسيات علم المناخ التطبيقي، المصدر السابق ص٧٨.

(3) المصدر نفسه، ص ٧٩.

Scanned by TapScanner

اولا. موازنة الطاقة فوق اليابسة: $R = P + LE$

ثانيا. موازنة الطاقة للمسطحات المائية: $R = P + LE + FO$

إذ أن: FO = تيار الطاقة المتسرب نحو الاعماق.

ثالثا. موازنة الطاقة في الظروف الصحراوية: $R = P$

العوامل المؤثرة في موازنة الطاقة:

تعتمد قيمة الميزان الاشعاعي في أي مكان من سطح الارض على عوامل عديدة يمكن ايجاز العوامل التي تعمل على صنع مناخ تفصيلي على النحو الآتي:

اولا. نوع السطح:

لكل نوع من انواع السطوح نسبة عاكسية خاصة به لما يحتويه من خصائص تؤثر في ذلك، فنسبة عاكسية السطوح الثلجية والجليدية تبلغ قيما مرتفعة تتراوح ما بين ٤٠-٩٥%، بينما يتراوح مدى نسبة عاكسية التربة بين ٥-٤٥%، في حين تبلغ عاكسية المحيطات نحو ٥%، وهذا يعني أنه كلما زادت نسبة العاكسية قل امتصاص الاشعاع الوارد، وبذلك يكون الإشعاع الصادر أقل، لأن العاكسية لا تترك اثرا حراريا في ذلك السطح، عكس الاشعاع الممتص تماما. يلاحظ الجدول (٢)، والشكل (٥).

Scanned by TapScanner

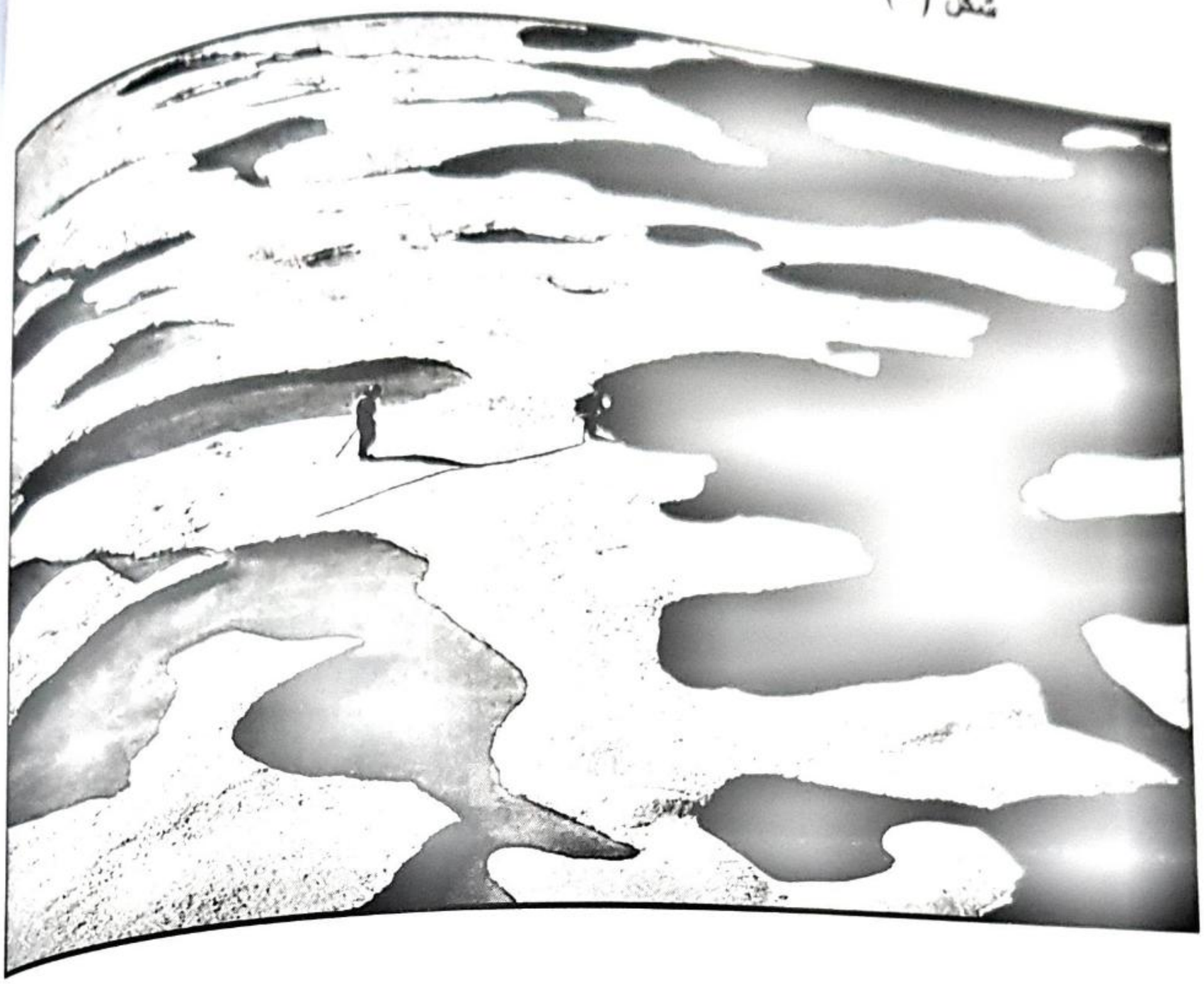
الجدول (٢) البيدو (عاكسية) بعض الاجسام.

المادة	الالبيدو%	المادة	الالبيدو%
الماء عند ارتفاع الشمس ٤٥ درجة	٧-١٠	المحيطات	٥
الماء عند ارتفاع الشمس ٢٠ درجة	٢٠-٢٥	السطوح المائية الراكدة	٤
سطح ثلجي حديث السقوط	٧٥-٩٥	ارض مغطاة بالحشائش	١٠-٢٠
سطح ثلجي قديم السقوط	٤٠-٧٠	المراعي والمروج	١٥-٣٠
رمل جاف	٣٥-٤٥	حقول حبوب	١٥-٢٥
رمل رطب	٢٠-٣٠	غابات متساقطة	١٠-٢٠
تربة سوداء	٥-١٥	غابات صنوبرية	٥-١٥
تربة طينية رمادية رطبة	١٠-٢٠	حشائش التندرا	١٥-٢٠
تربة طينية رمادية جافة	٢٠-٣٥	حشائش السفانا	١٥-٢٠
سطح كونكريتي	١٧-٩٠	ارض صحراوية	١٥-٣٠
غيوم ركامية	٧٠-٩٠	شارع مبلط بالاسفلت	٥-١٠
غيوم طبقية	٤٠-٦٠		

المصدر: صادق جعفر الصراف، علم البيئة والمناخ، دار الكتب، الموصل، ١٩٨٠، ص٤٩.

Scanned by TapScanner

شكل (٥) اختلاف عاكسية الثلج والجليد عن عاكسية المياه.



Source: https://www.britannica.com/science/albedo.

ثانيا. لون السطح:

تتباين عاكسية السطح وفقا للونه، وبالتالي فإن ما يصدر من إشعاع سيتأثر بذلك، كما في اختلاف لون التربة. إذ تعد التربة ذات اللون الفاتح أكثر عاكسية من الترب ذات اللون الغامق التي تكون أكثر امتصاصا لإشعاع الشمس. ومن لطف الله سبحانه وتعالى ان جعل الترب الصحراوية في معظمها ذات ترب فاتحة اللون لكي تكون اكثر عاكسية للإشعاع الشمسي، فلو قدر لها ان تكون غامقة اللون لامتصت كمية من الاشعاع الشمسي أكثر وارتفعت درجة حرارتها بدرجات أكبر. فالتربة السوداء تبلغ عاكسيتها ٥%-١٥%، بينما تبلغ عاكسية الارض الصحراوية ١٥%-٣٠%. يراجع الجدول (٢).

Scanned by TapScanner

ثالثا. رطوبة التربة:

كلما كانت رطوبة التربة أكثر كلما كان انعكاس الاشعة أقل، والممتص يزداد على حساب ذلك، حيث يستهلك جزء من الاشعاع الشمسي في عملية تبخير رطوبة التربة، فضلا عن قيام هذه الرطوبة بنقل الطاقة الى داخل التربة بعملية الحمل التي يقوم بها الماء فتتوزع الحرارة على نطاق أوسع. فالتربة الطينية الرمادية الرطبة تبلغ عاكسيتها نحو ١٠%-٢٠%، بينما تصل عاكسية التربة نفسها الطينية الرمادية لكنها بحالة جافة اكثر من ذلك نحو ٢٠%-٣٥%. يراجع الجدول (٢).

رابعا. خصائص الغطاء النباتي:

يتباين الغطاء النباتي فيما يعكسه من الاشعاع الشمسي وفقا لعدة عوامل منها: نوع النبات، ومرحلة نموه، والخصائص الفسيولوجية للنبات، ونظام زراعته من حيث هل يزرع النبات بشكل متقارب من بعضه البعض كالقمح والشعير ام بشكل متباعد بعضه عن البعض الآخر مثل التبغ وبعض النباتات الأخرى. فتربة المراعي والمروج تبلغ عاكسيتها ١٥%-٣٠%، بينما تتراوح عاكسية حقول الحبوب ما بين ١٥%-٢٥%، اما عاكسية الغابات الصنوبرية فتتراوح ما بين ٥%-١٥%، وحشائش السفانا ١٥%-٢٠%. يراجع الجدول (٢).

Scanned by TapScanner

خامسا. استخدام الارض:

تختلف العاكسية من سطح الارض اعتمادا على نوع الاستخدام من قبل الانسان فهي تنخفض في الساحات والطرق المعبدة بالقير الى ادنى مستوياتها، وهي غير العاكسية الموجودة في المناطق التي يغطيها الاسمنت، وهاتين تختلفان في عاكسيتهما عن عاكسية الملاعب الرياضية أو الاراضي الخضراء. فالشوارع المبلطة بالاسفلت تتراوح عاكسيتها ما بين ٥%-١٠%، اما الارض المغطاة يالحشائش فتتراوح عاكسيتها ما بين ١٠%-٢٠%، في حين تتراوح ضمن مدى واسع بين ١٧%-٩٠% في الاسطح الكونكريتية. يراجع الجدول (٢).

سادسا. بخار الماء:

لبخار الماء آثار حرارية لها تأثير في موازنة الطاقة محليا وبالتالي له دور في خصائص المناخ التفصيلي، فهو يمتلك قدرة على امتصاص نسبة كبيرة من الاشعة ذات الموجات الطويلة تحت الحمراء التي يطلقها سطح الارض نحو الجو، ويعيد الجو اشعاعها الى سطح الارض وهي: ٠.٩-٢.١، ٥.٥-٨.٠، واكثر من ٢٠ ميكرون. ليحميها من التبريد الشديد[١]. كما تقوم جزيئات بخار الماء في الهواء بعكس جزء من الاشعة الشمسية الساقطة عليها، فضلا عن ذلك ان جزيئات بخار الماء تخزن فيما بينها طاقة كامنة، اكتسبتها من خلال

---

(١) علي حسن موسى، موسوعة الطقس والمناخ، ط١، نور للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق، ٢٠٠٦، ص٤٣.

Scanned by TapScanner

التحول من الحالة الصلبة، أو الحالة السائلة الى الحالة الغازية، وبالإمكان ان تنطلق هذه الطاقة الكامنة عندما يتم، الترسيب أو التكاثف.

Scanned by TapScanner