جامعة حماه
كلية الزراعة

الأرصاد الجوية والمناخ الزراعي
الجلسة العملية الثانية

الطاقة الشمسية (الإشعاع والحرارة)
أولاً: الإشعاع

يعرَّف الإشعاع بأنَّه الطاقة الضوئية التي تنتشر على شكل أمواج كهرطيسية تنتقل بسرعة تعادل سرعة الضوء (300000 Km/Sec). كما يصدر الإشعاع عن أي جسم حرارته أعلى من حرارة الوسط المحيط حيث يسمى مثل هذا الجسم **بجسم مشع**، حيث تختلف كمية الأشعة التي يرسلها كل جسم حسب درجة حرارته وطبيعة سطحه.

فالإشعاع إذاً **حادثة اهتزازية** تنتقل على شكل موجات ذات طبيعة كهرطيسية وكما هو معلوم فإنَّ كلَّ حركة اهتزازية تتميز بمجموعة من القيم أهمها: السرعة – التواتر – طول الموجة – الدور... الخ

السرعة V: هي المسافة التي تقطعها موجة واحدة في وحدة الزمن.

التواتر أو التردد f: هو عدد الموجات الكهرطيسية التي تمر على نقطة ما في وحدة الزمن وتقدر بالموجة/ثانية = هيرتز (onde/Sec).

طول الموجة λ: هي المسافة الفاصلة بين قمتين متتاليتين أو هي المسافة التي تقطعها اهتزازة واحدة خلال دور واحد. ويعبّر عن طول الموجة بالميكرون (μ m) أو الملم (mm) أو الأنغستروم (A^o) حيث أنَّ: ($1\ \mu m = 10^{-3}\ mm = 10^4\ A^o$)

أمَّا العلاقة التي تربط بين هذه العناصر فهي: $V = \lambda \times f$

الدور: هو الزمن اللازم لشعاعة بسيطة لتهتز اهتزازة عرضانية واحدة.

٢-١- بعض المصطلحات المستعملة في دراسة الإشعاع:

- **الجسم الأسود:** هو الجسم الذي يمتص كل الأشعة الساقطة عليه ثم يشع الحد الأعظمي من كثافة الأشعة في درجة حرارة معينة. وتشبه الشمس الجسم الأسود.
- **الجسم الرمادي:** هو الجسم الذي يمتص جزء من الأشعة التي يتلقاها ويعكس الجزء الآخر كالقمر والأرض. ويُنظر إلى الأرض كجسم رمادي.
- **الثابت الشمسي:** كمية الطاقة الإشعاعية التي تصل إلى سقف الغلاف الجوي المحيط بالأرض، وتقدَّر قيمة هذا الثابت بنحو ($2\ cal/cm^2/min$) أي ٢ حريرة/سم٢/ د

– **طاقة الامتصاص:** هي النسبة المئوية للأشعة الممتصَّة إلى القيمة الإجمالية للإشعاعات الواردة وتتراوح قيمتها بين ٠ – ١٠٠ أي:

$$\text{طاقة الامتصاص} = \frac{\text{الإشعاع الممتص}}{\text{الإشعاع الوارد}} \times ١٠٠$$

– **طاقة الإشعاع لجسم ما:** هي النسبة المئوية للطاقة المشعَّة من هذا الجسم إلى الطاقة المشعة من جسم أسود مشع.

$$\text{طاقة الإشعاع لجسم ما} = \frac{\text{الطاقة المشعة من الجسم}}{\text{الطاقة المشعة من جسم أسود}} \times ١٠٠$$

– **العاكسية أو القدرة العاكسة أو الألبيدو (Albedo) لجسم ما:** هي كافة الأشعة المنعكسة عن سطح هذا الجسم منسوبة إلى كمية الإشعاع الشمسي الأصلي الوارد على هذا الجسم وتقدر كنسبة مئوية.

$$\text{الألبيدو (القدرة العاكسة) لجسم ما} = \frac{\text{الإشعاع المنعكس من سطح الجسم}}{\text{الإشعاع الوارد إلى سطح الجسم نفسه}} \times ١٠٠$$

٢–٢– واحدات قياس الإشعاع:

١– **كثافة او شدة الإشعاع:** تعبِّر كثافة الإشعاع أو شدَّة الإشعاع عن كمية الطاقة الإشعاعية الساقطة على واحدة المساحة خلال واحدة الزمن ومن أهم الواحدات المستخدمة في تقديرها:

– واط/سم^{٢} ($Watt/cm^2$)،

–إرغة/سم^{٢}/ دقيقة ($erg/cm^2/min$)،

– لانكلي/دقيقة (Ly/min)،

– حريرة / سم^{٢}/ دقيقة ($cal/cm^2/min$).

حيث أن:

$$١ cal/cm^2/min = 1\ Ly/min = 4.19 \times 10^7\ erg/cm^2/min = 6.975 \times 10^{-2}\ Watt/cm^2$$

٢– أمَّا طول الموجة فيقاس بواحدات الطول وأهمها: المتر (m) – السنتيمتر (cm) – الميلمتر (mm) – الميكرون (μ m) – والأنغستروم (A^o) وغيرها.

٢-٣- الإشعاع الشمسي:

عند اختراق الأشعة للغلاف الجوي تتعرَّض للامتصاص من قبل بعض الغازات والجدول (٢-١) يوضّح ذلك.

الجدول (٢-١): غازات الغلاف الجوي والأشعة التي يمتصها كل منها

الغاز	الأشعة التي يمتصها
الأوزون(O_3)	الإشعاعات ذات الموجات القصيرة جداً (0.2 – 0.3 µ m)
الأوكسجين(O_2) والآزوت(N)	الإشعاعات ذات الموجات الأقل من (0.23 µ m)
غاز CO_2	الأشعة تحت الحمراء
بخار الماءH_2O	الأشعة تحت الحمراء وخاصةً في الارتفاعات المنخفضة من الجو

٢-٤- التوازن الإشعاعي:

تعبّر معادلات التوازن الإشعاعي عن مصير الأشعة الشمسية اعتباراً من دخولها إلى أعالي الغلاف الجوي حتى وصول الجزء المتبقي منها إلى سطح الأرض والتحولات التي تطرأ عليها خلال هذه المسيرة. ويلخّص الشكل (٢-١) المسار الذي تسلكه الأشعة الشمسية التي تدخل جو الأرض**(للاطلاع)**.

يتعرَّض سطح الأرض لعملية التسخين الحراري في النهار، مما يسبّب زيادة درجة حرارته مما يؤدّي إلى إرسال الإشعاع الأرضي الذي يبلغ أشده في ساعات بعد الظهر. **ويحدث التبريد الحراري في الليل نتيجة الإشعاع الليلي من سطح الأرض** وإرسال موجات ذات طول بحدود ١٠ ميكرونات. حيث يتألَّف الإشعاع الأرضي من الأشعة تحت الحمراء التي تتراوح أطوال موجاتها بين (5-80 µ m) (٥-٨٠ ميكرون) وهي أشعة مظلمة حارة، **تمتص غازات الجو وبخاصةً بخار الماء وغاز الفحم(CO_2) القسم الأكبر منها وينعكس جزء منها ليعود إلى الأرض وخاصةً في الجو الغائم.**

ويمكن تلخيص معادلات التوازن الإشعاعي كما يلي:

١- التوازن الإشعاعي (سماء صافية) =

(الإشعاع الشمسي المباشر+ الإشعاع الجوي + الإشعاع التناثري) – الإشعاع الأرضي المنعكس

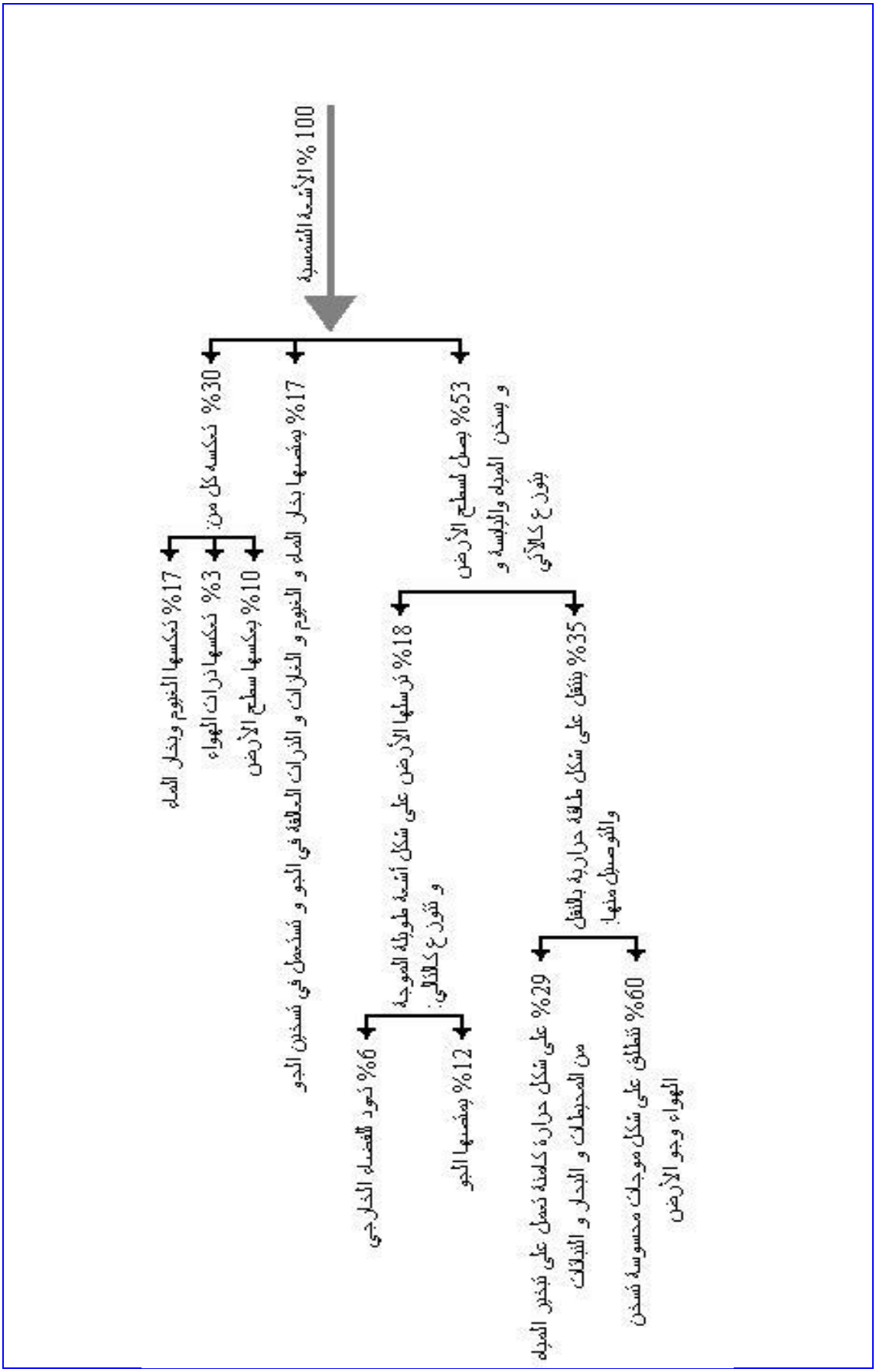
٢- التوازن الإشعاعي (سماء غائمة) =

(الإشعاع الجوي + الإشعاع التناثري) – الإشعاع الأرضي والإشعاع المنعكس

٣- التوازن الإشعاعي (ليلاً) = (الإشعاع الجوي – الإشعاع الأرضي)

٤- الإشعاع الفعال = (١-الألبيدو) الإشعاع الكلي – (الإشعاع الأرضي + الإشعاع الجوي)

(إشعاع شمسي) (إشعاع حراري)



الشكل (٢-١): المسار الذي تسلكه الأشعة الشمسية التي تدخل جو الأرض (للإطلاع)

٢-٥- أجهزة قياس الإشعاع: (تعداد فقط)

تقسم أجهزة الإشعاع إلى ثلاثة مجموعات تبعاً لنوع الأشعة التي تقيسها:

١. **أجهزة قياس الإشعاع الشمسي المباشر والجوي والأرضي:** ومنها

أ- **أجهزة قياس الإشعاع الشمسي المباشر الوارد عمودياً (البرهيليومترات Pyrhelimetre)**. وأنواع هذه الأجهزة كثيرة نذكر منها:

- **جهاز أبوت ذو القرص الفضي:** ويتركب أساساً من قرص فضي مسود مدعوماً بسلك رفيع من الفولاذ ويوضع هذا القرص في أسفل أنبوب من النحاس.
- **جهاز أنغستروم:** يتكون من شريط رقيق مسود مظلل مصنوع من مادة المانغنين، يسخن كهربائياً على درجة حرارة شريط آخر مماثل معرض لأشعة الشمس.

ب-**أجهزة قياس الإشعاع الشمسي الكلي والجوي (البيرانومترات Pyranometre)**. ويوجد أنواع عديدة من هذه الأجهزة ولكنها جميعاً تتميز بوجود غطاء من الزجاج أو الكوارتز يحوي في داخله على جهاز استقبال الأشعة. ومن هذه الأجهزة:

- **جهاز أيبلي:** ويتركَّب عنصر الإحساس لهذا الجهاز من حلقتين من الفضة مستويتين ورقيقتين ومشتركتي المركز، طيلت الحلقة الداخلية بلون أسود والخارجية بلون أبيض. ويقاس الفرق في درجة حرارة الحلقتين بواسطة أجهزة حرارية متصلة بالسطح السفلي للحلقات.
- **جهاز مول جورزنسكي:** ويتركَّب عنصر الإحساس لهذا الجهاز من /١٤/ شريطاً من المنغنين والكونستانتان ويغطى عنصر الإحساس بنصفي كرة من الزجاج مشتركة المركز.
- **جهاز بيلاني الكروي:** يختلف هذا الجهاز عن الأجهزة السابقة في كون سطح الاستقبال كروياً وليس مستوياً.
- **جهاز بيسرانو ميتر مسجَّل:** وهو جهاز ميكانيكي لتسجيل الأشعة القصيرة الكلية.

ت- أجهزة قياس الإشعاع الصافي على سطح أفقي أسود موجه نحو الأعلى عند درجة حرارة الجو المحيط (البيرجيومترات Pyrgeometre).

ث-أجهزة قياس كل من الإشعاع الأرضي والشمسي (الكلي) (البيراديومتر Pyradiometre).

ج- أجهزة قياس التدفق للإشعاع الإجمالي نحو الأعلى و نحو الأسفل (الإشعاع الشمسي، و الأرضي، و الجوي) عبر سطح أفقي (نت بيراديومتر Net Pyradiometre).

- <u>جهاز قياس مدة سطوع الشمس (هام):</u>

يتم قياس مدة سطوع الشمس بواسطة **جهاز كامبل ستوكس** (Camplle stockes) ويقوم هذا الجهاز بتسجيل مستمر لمدة سطوع الشمس طيلة ساعات النهار. ويتكون هذا الجهاز

من كرة زجاجية شفافة نصف قطرها (9.2 cm) مهمتها تجميع أشعة الشمس وتركيزها في محرقها، فتتولد حرارة في تلك النقطة مما يسبب حدوث حرق في هذه النقطة.

تحمل الكرة الزجاجية في إطار معدني نصف دائري متحد المركز مع الكرة الزجاجية. ويوجد على الإطار المعدني وبشكل متعامد معه حامل معدني بشكل نصف دائرة يحوي ثلاثة أزوج من المجاري يثبت في كل زوج منها نوع خاص من المخططات الورقية المقسمة إلى أقسام تبين ساعات النهار من الشروق إلى الغروب حيث يستخدم نوع خاص من المخططات لكل فصل:

- A: مخطط طويل محدب خاص بفصل الصيف.
- B: مخطط قصير مقعر خاص بفصل الشتاء.
- C: مستقيم خاص بفصلي الربيع و الخريف.

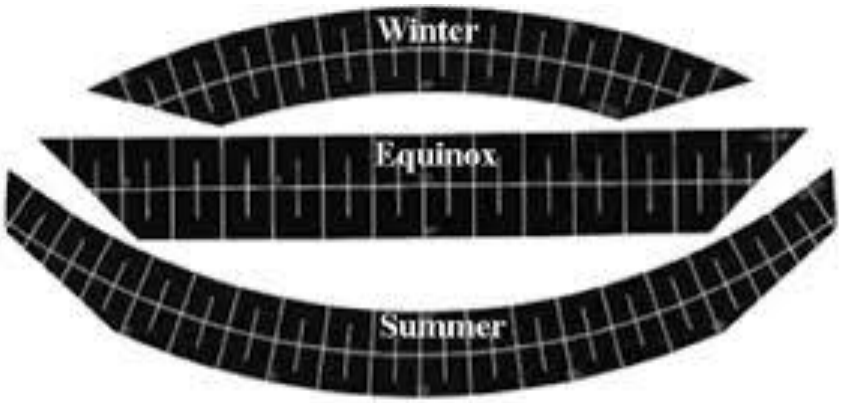
ويوجد عند أسفل الحامل المعدني لوحة مدرَّجة بأرقام تشير إلى درجة خط العرض، والغاية منها ضبط الجهاز على خط العرض في المنطقة التي يستخدم فيها. كما يوجد على قاعدة الجهاز دائرة زجاجية زئبقية لتثبيث الجهاز بشكل أفقي ويتم ذلك بضبط ثلاث بزالات عند قاعدة الجهاز.

يجب تغيير المخطط يومياً سواءً أسطعت الشمس أم لم تسطع وهنا نميز عدة حالات حسب المخطط المنزوع:

- إذا لم يكن على المخطط أي أثر للاحتراق فهذا دليل على أنَّ **الشمس كانت محجوبة طوال النهار ولم تظهر أبداً.**
- إذا كان على المخطط خط محترق مستمر من بداية المخطط لنهايته، **فهذا دليل أنَّ السماء كانت صافية والشمس ساطعة طوال النهار.**
- إذا حصلنا على خط محروق متقطّع مع مناطق غير محترقة فهذا يدل على أنَّ الشمس ظهرت في بعض ساعات النهار (الساعات التي تم فيها الاحتراق)، بينما حجبت في الساعات الأخرى (الساعات التي لم يتم فيها احتراق). وفي هذه الحالة يجب أن نحسب وبدقة عدد ساعات السطوع ومواعيدها.

لاحظ الشكل (٢-٢) الذي يبين مسجل مدة السطوع الشمسي نموذج كامبل ستوكس، والشكل (٢-٣) الذي يبيّن المخططات الورقية التي تستخدم في هذا الجهاز لكل فصل من فصول السنة.

الشكل (٢-٢): مسجّل مدة السطوع الشمسي نموذج كامبل ستوكس في المحطة المناخية الخاصة بمحطة بحوث الري في المختارية بحمص



الشكل (٢-٣): المخططات الورقية التي تستخدم في هذا الجهاز لكل فصل من فصول السنة.

نهاية الجلسة