

الدكتور

المهندسة

المهندس

عبدالله أبو زخم أميرة كامل سمير أبو طراب

قائم بالاعمال في كلية الزراعة
جامعة دمشق

مشرفة على الاعمال في كلية الزراعة
جامعة دمشق

أستاذ في كلية الزراعة
جامعة دمشق

علم

المناخ والأرصاد الزراعية

الجزء العملي

حقوق التأليف والطبع والنشر محفوظة لجامعة دمشق

مشورات جامعة دمشق



منهاج مقرر

علم المناخ والأرصاد الزراعية - البذرة العملية

- * الأرض والغلاف الجوي .
- * الإشعاع والحرارة .
- * الضغط الجوي والرياح .
- * رطوبة الهواء والتكاليف .
- * الهطولات .
- * دراسة الطقس .
- * خرالط الطقس والتنبؤ الجوي .
- * الظواهر الجوية المؤثرة في الزراعة .
- * المناخ .
- * المناخات الصحراوية .
- * المناخات خارج المدارين .
- * المناخات بين المدارين .



الاعتداد

- * قام الدكتور عبد الله أبو زخم بإعداد الجلسات العملية التالية :
الأولى - الثانية - الثالثة - الرابعة - الخامسة - التاسعة
العاشرة - الحادية عشرة - الثانية عشرة .
- * قامت المهندسة أميرة كامل والمهندس سمير أبو طراب بإعداد
الجلسات العملية التالية :
السادسة - السابعة - الثامنة .



مقدمة

يعد النصف الثاني من القرن الثامن عشر بداية لظهور علم المناخ والأرصاد الجوية الحديثة ، وبخاصة بعد اختراع موازين العبرارة والضغط وانتشار استعمالها في محطات الأرصاد الجوية . وقد تطور هذا العلم بخطى متسرعة حتى نهاية القرن التاسع عشر .

وشهد القرن الحالي نهضة شاملة في مختلف العلوم ، وكان نصيب علم المناخ وعلم الأرصاد الجوية كبيراً من هذه النهضة بعد تعميم محطات الرصد ونشرها لتغطي أرجاء العالم كافة سواء على اليابسة أو في المحيطات ، ولم يكتف الإنسان برصد الجو على سطح الأرض بل عمل على إرسال معدات الرصد إلى الأعلى بواسطة البالونات والطائرات والأقمار الصناعية في محاولة منه للت卜ؤ بالطقس ، ورسم خرائط مناخية دقيقة . وقد أدى استعمال الحاسوب الآلي في معالجة المعطيات المناخية إلى ثورة حقيقة في هذا المجال .

تقوم المديرية العامة للأرصاد الجوية في القطر العربي السوري بدور هام في إنشاء محطات الرصد وإدارتها ، وجمع المعلومات عن الطقس وأحوال الجو ، وتنسيق الخطط ورنسها للدراسة التنبؤ الجوي ، وإصدار الخرائط والنشرات المتعلقة بالمناخ والطقس ، وتعييدها على الجهات الرسمية ذات العلاقة .

وهي تشرف بالتعاون مع وزارة الزراعة والصلاح الزراعي على محطات الأرصاد الزراعية التي تحاول تسخير المعلومات المناخية لخدمة الزراعة بما يضمن تنفيذ الخطط الإنتاجية الموضوعة لتأمين الاكتفاء الذائي من المنتجات الزراعية الرئيسية .

بعض الميليات الوفية لموئل المجموعة الشمسية :

اسم الكوكب	النظام	البعد عن الشمس	مدة دورانه حول الشمس	مدة دورانه حول نفسه	درجة الحرارة على المريخ
Soleil	الشمس	—	—	—	١٠٠° مئوية
عطارد	رسول الألهة	٥٩ يوم	٣٦ يوم	٤٠٠° م	٤٠٠° م
الزهرة	المهنة الحب	٢٤٣ يوم	٢٢٥ يوم	٣٥٠° م	٣٥٠° م
الأرض	النمر كي الحس	٢٣٥٦ ساعة	٢٣٥٦ يوم	٣٥١° م	٣٥١° م
المرسم	إله الحرب	٢٣٤٧ ساعة	٢٣٤٧ يوم	٣٥٠° م	٣٥٠° م
ملك الألهة	إله الشجر	٢٠٥٠ ساعة	٢٠٥٠ يوم	٣٤٠° م	٣٤٠° م
الراجل	إله الأقدام	١٤٠١ ساعة	١٤٠١ يوم	٣٣٠° م	٣٣٠° م
أورانوس	الجبل الأقدام	٨٤ ساعة	٨٤ يوم	٣٢٨° م	٣٢٨° م
نيبتون	إله السحر	٢٤٨ ساعة	٢٤٨ يوم	٣٢٣° م	٣٢٣° م
蟠	إله الاعمال	٦٣٦٦ يوم	٦٣٦٦ سنة	٦٣٠° م	٦٣٠° م

هي كثرة هائلة من الغازات المتوجهة ، يشكل الهيدروجين معظمها ، وقدر قطرها بنحو ١٣٠٠ ألف كم ، وزنها يحتمل على حجم الأرض بأكثر من مليون مرة ، وقدر كتلتها بنحو ٣٣٠ ألف مرة كتلة الأرض (تقدر كثافة الشمس بـ ١٤١ مرة من كثافة الماء ، بينما تقدر الكثافة المتوسطة للأرض بـ ٥٩٠ مرة من كثافة الماء) .

تقدر حرارة سطح الشمس بنحو ٦٠٠٠٠ ك (درجة مطلقة) بينما قد تصل الحرارة في مركز الشمس إلى أكثر من ٢٠ مليون كم ، وهي تتبع هذه الكميات الهائلة من الطاقة المستمرة وكانتها قبلة هيدروجينية منتظمة الانفجار ، إذ تتحول ذرات الهيدروجين بتأثير الحرارة والضغط إلى غاز المليوم ويتبخر عن هذا التحول طاقة .

تبعد الشمس عن الأرض نحو ١٥٠ مليون كيلو متر ، وهي مصدر الجزء الأعظم من الحرارة والأشعة الواضحة لسطح الأرض ، وقدر هذا الجزء بأقل من واحد من مليار من الطاقة الكلية الصادرة عن الشمس ، والتي يضيع معظمها في الفضاء الكوني ، وقد تصل أجزاء بسيطة منها إلى الكواكب الأخرى .

يصدر عن الشمس إشعاعات مختلفة مثل أشعة \times والأشعة فوق البنفسجية Ultra - Violet وإشعاعات الراديو Radio ، ويعطي بها الكواكب الرئيسة التسعة والأقمار التابعة لها والتي يبلغ عددها ٤٥ قمراً إضافة إلى آلاف من الكويكبات ، كما يدور حول الشمس الفبار الكوني والغزارات والنواذك Comètes والشهب Météoroides .

تنقل الطاقة الشمسية على شكل إشعاعات تشبه موجات الراديو ، بعضها مرئي وبعضها الآخر غير مرئي ، وهي تتحول إلى طاقة حرارية بعد وصولها إلى أي جسم صادي ، هذا ويستحسن سطح الأرض نحو ٤٣٪ من الإشعاع الوارد ، بينما يتضمن الجو نحو ١٥٪ منه ، وينعكس الباقى ٤٢٪ باتجاه الفضاء ، ويرداد الانكسان في الأيام القاتمة ، فلا يصل إلى سطح الأرض في مثل هذه الأيام أكثر من ٢٥٪ من الأشعة ،

بينما تتصبّع الغيوم وتعكس ٧٥٪ منها ، كذلك فإن الأرض المقطعة بالثاج تعكس أكثر من ٧٠٪ من الأشعة ، بينما تصل الأشعة المتتصبة في الأرض المقطعة بالغيابات الكثيفة إلى ٩٥٪ من الأشعة الواردة ولا يعكس أكثر من ٥٪ منها .

وهكذا فإن شدة الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض ، وقدرة الامتصاص تحدّدان درجات الحرارة السائدة وتوزعها الجغرافي وبياناتها الفصلية والسنوية .

١-٤- الأرض والقمر : La terre - la lune

ينظر علماً الفلك في العصر الحالي إلى الأرض والقمر الذي يدور حولها على أنهما كوكبين مستقلين أكثر من كونهما كوكباً وقمراً تابعاً ، وذلك بسبب كبر حجم القمر بالمقارنة مع الأقمار التابعة للكواكب الأخرى .

يبلغ طول محيط الأرض ٤٠ ألف كم ، وهي كروية الشكل مقلطحة قليلاً من القطبين ، ولا يؤثر هذا التقطيع في مناخ الأرض ، كما يبلغ قطر الأرض ١٢٧٠٠ كم = ٧٩٣٦ ميلاً ، ويبلغ قطر القمر ٣٤٥٥ كم = ٢١٦٠ ميلاً أي أن قطره يزيد على

$\frac{1}{4}$ ربع قطر الأرض ، ويقدر حجم القمر بحوالي من حجم الأرض ، أما كتلته

فلا تزيد على $\frac{1}{80}$ من كتلة الأرض .

يدور القمر حول الأرض على بعد نحو ٣٨٢ ألف كم = ٢٣٩ ألف ميل ، ويتم دورة كاملة كل ٢٧ يوماً و ٧ ساعات و ٤٣ دقيقة . أما الأرض فتدور دورة كاملة حول الشمس على بعد ١٤٩ مليون كم = ٩٣ مليون ميل خلال مدة ٣٦٥٢٥ يوماً ، ونتيجةً لهاتين الدورتين يعود القمر للظهور من جديد كل ٥٢٩ يوماً (الشهر القمري) .

يعطى سطح الأرض بقشرة خارجية تقدر سماكتها بحوالي ٤٨ كم = ٣٠ ميلاً

يلها الغلاف المحيط بالنواة الذي تصل سماكته إلى 3880 كم = 1800 ميل ، والذي يتألف من الصخور الثقيلة ، أما قلب الأرض أو النواة فيزيد قطره على 3200 كم = 2000 ميل .

١-٥- حركات الأرض والظواهر الجوية

: Mouvements de la terre et phénomènes météorologiques

تتحرك الأرض في الفضاء خمس حركات مميزة هي :

١ - دوران الأرض حول محورها : تدور الأرض حول نفسها دورة واحدة كل 24 ساعة أي في يوم واحد ، تبلغ سرعة دوران الأرض عند خط الاستواء — خط العرض 0° — نحو 1660 كم في الساعة ، وتنافق هذه السرعة إلى نحو 1440 كم/ساعة عند خط العرض 30° ، وتصل إلى 830 كم/ساعة عند خط العرض 60° ، بينما يبقى كل من القطبين الشمالي والجنوبي ثابتين .

٢ - دوران الأرض حول الشمس : تدور الأرض حول الشمس بسرعة 29.9 كم/ثا ، وتقسم دورة كاملة كل 365.25 يوماً أي سنة شمسية واحدة .

٣ - تنتقل الأرض ضمن المجموعة الشمسية باتجاه نجم الفيکا Vega بسرعة 19.5 كم/ثا .

٤ - تدور المجرة التي تحتوي على المجموعة الشمسية في الفضاء الكوني .

٥ - تقدر سرعة تحرك المجرة بنحو 270 كم/ثا .

— ينتج عن دوران الأرض حول نفسها تعاقب الليل والنهار ، كما يؤثر هذا الدوران في تشكيل الرياح وتحديد اتجاهها ، ويكون الدوران من الغرب نحو الشرق .

هذا ويمكن تسيير خطوط الطول Les latitudes التالية :

أ - خط الاستواء : L'équateur . وتمر الشمس فوق خط الاستواء تماماً (السمت) Zénith مرتين في العام .

٢ - المدارين Les tropiques

مدار السرطان : Le trapique du cancer شمالياً •

ومدار الجدي : Le tropique de capricorne جنوباً •

٣ - الدائريتين القطبيتين : Les cercles polaires حيث يكون ارتفاع الشمس معدوماً في الشتاء في الدائرة الشمالية ، ويكون كذلك معدوماً في الصيف في الدائرة الجنوبيّة ، ويزدوجي ذلك الى تباين طول فترة الإضاءة illumination اليومية حسب الفصول ، وتغير زاوية ورود أشعة الشمس على سطح الأرض حسب خط العرض •

- ينتهي عن دواني الأرض حول الشمس التمثيل الأربع :

في حل فصل الصيف في نصف الكرة الشمالي اعتباراً من الانقلاب الصيفي Solstice d'été في ٢٢ حزيران . وعندما يبدأ الشتاء في نصف الكرة الجنوبي ، وتكون الشمس عمودية على مدار السرطان ، ويبدأ فصل الشتاء في نصف الكرة الشمالي بالانقلاب الشتوي Solstice d'hiver في ٢٢ كانون الأول وعندما يبدأ الصيف في نصف الكرة الجنوبي ، وتكون الشمس عمودية على مدار الجدي •

ويحل الاعتدال الربيعي Equinoxe de printemps في ٢١ آذار •

والاعتدال الخريفي Equinoxe d'automne في ٢٣ أكتوبر •

في نصف الكرة الشمالي ، وتسير الشمس فوق خط الاستواء وتسقط أشعتها بشكل متساو على نصف الكرة الأرضية ويكون الليل والنهر متساوين •

٤- الأرض والأغلفة المحيطة بها :

تمتاز الأرض عن باقي كواكب المجموعة الشمسية ، بتركيب خاص ، وجو مستقر ونظام حراري معتدل ، وتوفر الشروط كافة الضرورية للحياة على سطحها . هذا ويمكن تقسيم الأرض ، اعتباراً من الفراغ الكوني الذي يحيط بها وحتى

مركزها ، الى عدد من الأغلفة والطبقات المتميزة بتراكيبها وخصائصها ، والتي توزع توزعاً غير منتظم على سطح الأرض وخلالها ، وتتدخل مع بعضها بعضاً ، كما يشتق بعضها من بعض .

أما أهم الأغلفة المحيطة بالأرض والمكونة لها فهي :

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| ١ - الغلاف الجوي Atmosphère | ٢ - الغلاف الرطوي Hygrosphère |
| ٣ - الغلاف المائي Hydroosphère | ٤ - الغلاف الجليدي Cryosphère |
| ٥ - الغلاف الحيوي Biosphère | ٦ - الغلاف الترابي Pédosphère |
| ٧ - الغلاف الصخري Lythosphère | ٨ - قلب الأرض Baryosphère |

— يهتم علم المناخ والأرصاد الجوية بدراسة الغلاف الجوي والغلاف الرطوي ، ويحلل تركيبهما والعلاقة بينهما ، ويحاول فهم الظواهر وتفسيرها التي تحدث في الجو ، وبخاصة تلك الظواهر التي تؤثر في الإنسان ، ومحتف شفاطاته ، وسنحاول من خلال هذا الكتاب تسليط الضوء على الدراسة العملية لهذا الجزء الهام من الأرض ، والذي يعد الى حد بعيد مسؤولاً عن وجود الحياة بأشكالها كافة وتوزعها على سطح الأرض ، واستقرارها .

ويمكن دراسة الماء عن طريق علم المياه Hydrologie وعلم البحيرات Limnologie ، وعلم البحار Oceanographie ، سواء أكان هذا الماء موجوداً ضمن الغلاف الرطوي ، أم في الأسطح المائية ضمن الغلاف المائي ، أم في مناطق التلوج الدائمة في الغلاف الجليدي .

هذا وعلى الرغم من توافر كميات هائلة من المياه على سطح الأرض ، ومن أذ المعيبات تغطي أكثر من ثلثي سطح الكوكب الحي ، فإن توزع الأمطار والمياه العذبة يتم بشكل غير منتظم ، وتعاني بقاع كثيرة من العالم من العطش والتتصحر ، كما تعاني مناطق عديدة من أخطار السيول والفيضانات الدمرة ، هذا بالإضافة إلى التلوث .

وتقدر الاحتياجات البيولوجية الضرورية لحياة الشخص الواحد من الماء بلتر واحد فقط في اليوم يستهلكه الإنسان لشرب ، بينما يتراوح الاستهلاك الفعلي من الماء بين ٣٠٠ و ٤٠٠ لتر في اليوم لكل شخص ، ويدل هذا على التبذير الكبير والهدور في استعمال المياه في الحياة المدنية الحاضرة ، بينما يكتفي البدوي بـ ١٥ لترات من الماء في اليوم .

قدر استهلاك الإنسانية بنحو ١٥٠٠ مليار لتر من الماء في اليوم عام ١٩٧٠ ، وقد ارتفعت هذه الكمية ووصلت إلى ٢٠٠٠ مليار لتر في اليوم عام ١٩٨٠ ، ويتضرر أن يصل إلى ٢٥٠٠ مليار لتر عام ١٩٩٠ ، وهذا يعني استنزاف القسم الأعظم من مصادر المياه العذبة المتاحة على وجه الأرض ، وبحلول عام ٢٠٠٠ ستصل الاحتياجات المائية إلى أكثر من ٤٠٠٠ مليار لتر في اليوم ، وهذا سيفرض على الإنسان البحث عن مصادر جديدة للمياه العذبة في الجبال الجليدية ، والمياه المستحاثة المحصورة في طبقات الأرض منذ ملايين السنين ، كما يتوجب عليه تنظيم استعمال المياه ، وإعادة استخدام المياه المالحة ، وتحلية مياه البحر لاستعمالها في الزراعة والصناعة .

كما تستهلك الصناعة كميات كبيرة من الماء تقدر بالاحتياجات اليومية نفسها لكل فرد في المجتمع الصناعي ، بالإضافة إلى الكميات اللازمة للزراعة وال牧业 والبيوان ، وتتبادر كميات المياه الالزامية لتصنيع بعض المواد ، فيما يحتاج إنتاج لتر من الحليب إلى خمسة لترات من الماء ، نجد أن إنتاج لتر من البترول يتطلب ١٠ لترات من الماء ، ويتزايد استهلاك الماء كثيراً في بعض الصناعات إذ يتلزم ٢٠٠ لتر من الماء لإنتاج ١ كغ من الفولاذ ، و ٤٠٠ لتر من الماء لإنتاج ١ كغ من النسيج ، كما يتلزم ٢٤٠٠ لتر من الماء لإنتاج ١ كغ من المطاط الصناعي .

تعرف التربة على أنها الطبقة السطحية من القشرة الأرضية ، التي يختلف عمقها بين عدة سنتيمترات وعشرات الأمتار ، والتي تحولت تحت تأثير المناخ السائد إلى وسط ملائم لحياة النبات والحيوان ، وقد ساهمت الكائنات العصبة ، وبقائها العضوية في تطور الترب ونضجها .

وينظر إلى التربة كثرة طبيعية هامة تحدد ليس فقط أنواع الزراعات الممكنة ، وإنما تأثيرها المتضرر ، بل تحكم بأسلوب حياة الإنسان وطريقها ، وتطورها مع الزمن ، رعياً - زراعة - صناعة - صيداً . . . أو غيرها .

وقد تعلم الإنسان خلال التجربة والممارسة ، وطور طرق وأساليب استثمار الأرض ، ووصل به الأمر إلى استغلال خيراتها ، وإفقارها ، وإزالة غطائها النباتي ، مما أدى إلى تدهور الخصوبة ، وترعرع الأملاح ، وحدوث الانجراف المواتي والمائي وضياع مساحات شاسعة من الأرض وتصحرها التي كانت في الماضي من أخصب الأراضي .

ويهتم علم الترب Pedologie بدراسة نشأة الترب وتطورها ، وخصائصها الفيزيائية والكيميائية ، وتركيبها وعيوبها ، وطرق استصلاحها ، كما يبحث علم الزراعة Agronomie بفروعه كافة ، بما فيها تربية الحيوان ، في الاستثمار الأمثل للأرض ، واختيار الأنواع الملائمة لكل تربة ، وتطبيق الأسس العلمية والتقييمات الحديثة ، في إدارة المزارع وتطوير الاتجاه الزراعي بشقيه النباتي والحيواني .

إن الغلاف الصخري هو المادة الأولية التي نشأت منها التربة ، وهو يمدّها بكثير من العناصر المعدنية الضرورية لحياة النبات ، كما أن الصخور والفلزات تحتوي على ثروات معدنية يجري التنقيب عنها واستغلالها .

يسمى العلم الذي يدرس الغلاف الصخري وقلب الأرض علم طبقات الأرض أو الجيولوجيا Geologie وهو يتطرق لدراسة طبقات الأرض جمّيعها حتى قلب الكورة الأرضية .

ويشكل الغلاف الجوي قشرة بسيطة لا تزيد سمكها على ١٠ سم فيما لو وزعت الأحياء كافة على سطح الأرض باتظام ، وهو يشمل الكائنات الحية النباتية والحيوانية جميعها ويهم علم الأحياء أو البيولوجيا Biologie والعلوم الأخرى المختصة بدراسة مكونات هذا الغلاف .

١-٧- الغلاف الجوي (جو الأرض) : L'atmosphère

يبدو الغلاف الجوي واضحاً للمسافر في سمينة فضاء بعد أن يتعدى عن الأرض، إذ يظهر القسم المضاء من الكرة الأرضية ، على شكل هلال أبيض اللون ، مغطى بكثل متفرقة من الغيوم ، وذلك بتأثير الإشعاع الشمسي المشتر في القضاء ، والتي تتركز فوق المناطق التي يسود فيها الغسق La zone crupusculaire. أما الجزء المظلم من الأرض فيبدو أسود قاتم اللون تتخلله بعض النقاط المضيئة التي تدل على أضواء المدن الكبيرة والتي ترسل بصيصاً Lueur ضعيفاً خلال الغلاف الجوي يشاهد من مسافات قريبة .

والغلاف الجوي هو عبارة عن محیط هائل من الغازات نعيش في قاعه ، ويمتد إلى أكثر من ١٠٠٠ كم ، وهو متباين جداً في التركيب والكتافة ، حيث تتشكل الطبقة السفلية من الجو القربي من سطح الأرض غلافاً سميكةً من الهواء المضغوط الذي يتكون من ٧٨٪ آزوتاً و ٢١٪ أوكسيجيناً و ١٪ غازات أخرى .

ويقى هذا التركيب متجانساً حتى ارتفاع ٥٠ كم ، ويتغير تركيب الهواء ويزداد تخلخله مع الارتفاع ، حتى يصبح تركيبه ٥٠٪ هيدروجين و ٤٠٪ هليومما على ارتفاعات فوق ٨٠٠ كم .

ويختلف المحیط الهوائي عن المحیطات المائية بالفرق الجوهرى بين خواص الماء وخواص الهواء ، وهو أن الماء مادة غير قابلة للانضغاط Incompressible إذ أن المتر المكعب من الماء في قاع المحیط يزن تقريباً وزن المتر المكعب نفسه على سطحه، أما الهواء فهو مادة قابلة للانضغاط Extrêmement compressible .

فبلغ وزن المتر المكعب من الهواء على سطح الأرض ميلارات المرات من وزنه على الحدود الخارجية للغلاف الجوي ، وينحصر نصف وزن الغلاف الجوي في الطبقة القرية من الأرض التي لا يزيد ارتفاعها على ٥ كم والتي تشكل مسرحاً لظهور الجوئية وتحدد حالة الطقس .

كما يظهر الاختلاف الشديد في تركيب الهواء الجوي وكثافته مع الارتفاع ، بحيث يحتوي المستيمتر المكعب الواحد على عدة مليارات من ذرات الهواء عند سطح الأرض ، بينما تتناقص كثافة هذه الذرات مع الارتفاع لتصل إلى ٥٠ مليون ذرة فقط في المستيمتر المكعب الواحد على ارتفاع ٨٠٠ كم .

١-٤- تركيب الغلاف الجوي : Composition de l'atmosphère

يتالف الغلاف الجوي من الهواء وهو خليطة فيزيائية غازية عديمة اللون والطعم والرائحة ، تتركب من عدد من الغازات أهمها غاز الأزوت الذي يشكل أربعة أخماس هذه الخليطة ، وهو غاز خامل يلعب دوراً كبيراً في تحديد نسب الغازات الأخرى ، كما يعد مصدراً هاماً لمنصر الأزوت وأكسيده التي تذوب مع مياه الأمطار بعد أن تتشكل بتأثير العوائق الرعدية ، وبذلك يمد النبات بمركبات الأزوت الضرورية لحياته .

ويأتي الأوكسجين في الدرجة الثانية من الأهمية في تركيب الهواء ليشكل نحو خمس حجمه في الطبقات السفلية من الغلاف الجوي ، كما أنه يحتل الدرجة الأولى من حيث أهميته للكائنات الحية الأرضية التي تنفس هذا الغاز من الهواء مباشرة ، والكائنات البحرية التي تتنفس الأوكسجين الذائب في الماء، وتبقى نسبة الأوكسجين ثابتة في الهواء بحدود ٢١٪ بفضل عملية التمثيل الضوئي التي تعيد إلى الجو هذا الغاز المنطلق من النباتات الخضراء نهاراً لاستعماله الكائنات الحية في التنفس من جديد وهكذا .

يضم الأوكسجين في فراغات التربة إلى تغيرات كبيرة ، وتختلف نسبته حسب

نفاذية التربة وكميات الماء فيها ، ففي الترب العدقة والتي تغمرها المياه يكاد ينعدم الهواء ، وتتدنى نسبة الأوكسجين إلى أن تendum أحياناً ، بينما تزيد نسبته على ٢١٪ في الترب الرملية والخفيفة جيدة التهوية .

يدخل الفحم في تركيب الكائنات الحية كافة ، ويشكل عنصراً هاماً في تركيب المادة العضوية ، ويوجد الفحم في الغلاف الجوي على شكل ثاني أوكسيد الكربون CO_2 ، ورغم أن نسبته في الهواء لا تتمدى ٣٠٪ فهو يشكل صلة الوصل بين الأرض والشمس ، إذ يتم امتصاصه من قبل النباتات الخضراء ليتم استخدامه في عملية التمثيل الضوئي Photosynthèse لاصطناع المركبات العضوية ، وتكون مصدر الطاقة الالازمة لهذه العملية أشعة الشمس ، وتعود هذه الطاقة الكامنة للتصرّف ببطء نتيجة تنفس الأحياء أو بسرعة نتيجة الاحتراق والتآكسد ، وينبع عن هذا التحرر غاز ثاني أوكسيد الكربون الذي يعود إلى الجو ، كما تجري هذه العمليات في الأوساط المائية ، بفعل النباتات والحيوانات البحرية ، وبما يفوق تساطع النباتات والحيوانات على اليابسة .

ورغم أن نسبة غاز الفحم تبقى ثابتة تقريباً ، إلا أنها تسجل اختلافات فصلية أو مكانية تتعلق بالدرجة الأولى بكثافة الغطاء النباتي وتركيزه ، فقد ثبت أن الغابات تستهلك في الربيع كميات هائلة من غاز ثاني أوكسيد الكربون تفوق ٣٠ - ٤٠ مرة الكميات الناتجة عن التنفس ، أما في الشتاء فتزداد نسبته في جو الغابة نتيجة توقف التمثيل الضوئي بعد سقوط الأوراق ، واستمرار تنفس النباتات والأحياء الأخرى .

وتشير أحدث الدراسات إلى تزايد نسبة هذا الغاز بحدود ٩٪ خلال القرن الحالي ، وقد ترافق هذا التزايد مع ارتفاع حرارة سطح الأرض بمقدار ٤٠ م كل عشر سنوات ، وقد تفسر هذه الظاهرة تزايد الجفاف وارتفاع درجة التصحر في عصرنا الحالي .

هذا ويكون تركيب الهواء الجوي ثابتاً ، وتحتلز الغازات المكونة له مع بعضها بشكل متجانس حتى ارتفاع ٥٠ كم ، أما أهم خمسة غازات تدخل في تركيبه

فهي : الأزوت والأوكسجين والأرغون وغاز الفحم وبخار الماء وهي تشكل أكثر من ٩٩٪ من حجم الهواء .

والجدول رقم - ٢ - يبين تركيب الهواء الجوي عند مستوى سطح البحر .

جدول رقم - ٢ -

تركيب الهواء الجوي الجاف النقي عند مستوى سطح البحر

رتبة الكيميائي نسبة في الهواء الجاف /	اسم الغاز
٧٨,٨٤	١ - الأزوت
٢٠,٩٤٦	٢ - الأوكسجين
٠,٩٢٤	٣ - الأرغون
٠,٣٣	٤ - غاز الفحم
٠,١٨٢	٥ - النيون
٠,٠٠٥٢	٦ - الهليوم
٠,٠٠٠٦	٧ - الأوزون
٠,٠٠٠٥	٨ - الهيدروجين
أثمار	٩ - الرادون
أثمار	١٠ - الكربون
أثمار	١١ - الريشون
أثمار	١٢ - الميثان
أثمار	١٣ - أوكسيد الأزوت
()	١٤ - بخار الماء

وتجد في الهواء مواد معلقة بشكل دائم أو مؤقت تذكر منها : النبار ، والدخان ، والأملاح ، والنفايات الصناعية ، وأول أوكسيد الفحم CO ، وأحياء دقيقة .

وفي الارتفاعات الشاهقة يصبح الهواء الجوي أكثر ندرة وتتأين الغازات وتحتلت مع الغبار الكوني والغازات الضائعة Epars .

لو فرضنا أن الهواء ساكن بشكل تام لأدبي هذا السكون إلى تجمع المكونات الصلبة Les particules والغازات الثقيلة قرب سطح الأرض بفعل الجاذبية ، وارتفاع المكونات الأخف إلى الأعلى ، لكن الحركة المستمرة التي يخضع لها الهواء تؤدي إلى خلط الغازات المكونة له بحيث تبقى نفسها ثابتة حتى ارتفاع ٧٠ - ٥٠ كم، وبعد ذلك يزداد تركيز الغازات الأخف ، وهكذا نجد أن الغازات الأكثر خفة وهما الهيدروجين والهليوم يشكلان معظم مكونات الهواء على ارتفاع ٨٠٠ كم (٥٪ H₂ و ٥٪ He) ، أما في المستويات المتوسطة ٣٠ - ٤٠ كم فيلاحظ وجود نسبة عالية من الأوزون المتأين (N) والأوزون O₃ بالإضافة إلى بعض الغازات المتأينة الأخرى بكميات صغيرة جداً .

ويلعب الأوزون نتيجة قدرته على امتصاص معظم الأشعة فوق البنفسجية دوراً هاماً في تحديد الميزان الحراري لسطح الأرض ، كما يساهم في تحديد هذا الميزان كل من غاز التholm وبخار الماء .

إن طبقة رقيقة من الغلاف الجوي تشكل الجزء الأكثـر من الهـواء فوق سطح الأرض مباشرة ، ويطلق عليها منطقة الرياح المستمرة ، وتكون مسرحاً للتـيارات الأفقـية ، كما أن التـيارات الصاعـدة خلال هذه الطـبقة تـشكـل أحيـاناً عـواصف عـنيـفة .

٩-١- بنية الغلاف الجوي : Structure de l'atmosphère

اتفق العلماء على تقسيم الجو إلى طبقات وذلك لسهولة دراستها ، ويعتمد التقسيم الأول على مدى تجانس الغلاف الجوي ويسير بين طبقتين هما :

١ - الطبقة الجوية المتباينة : Homosphère وتقع تحت ارتفاع ١٠٠ كم، ويسود الأوزون والأوكسجين والغازات الأخرى المكونة للهواء في هذه الطبقة .

٢ - الطبقة الجوية المتباينة : Hétéro sphère التي تقع فوق ارتفاع ١٠٠ كم، ويُسكن أن تقسم هذه الطبقة إلى عدة مجالات أو طبقات فرعية تختلف كل منها عن الأخرى ببعدي تركيز أحد الغازات، وتمتد بين أكثر من ١٠٠ وحتى أكثر من ١٠٠٠٠ كم، وهي :

- أ - ١٠٠ - ٢٠٠ كم وهي الطبقة الغنية بالأزوت : N_2
- ب - ٢٠٠ - ١١٠٠ كم وتمتاز هذه الطبقة بوفرة الأوكسجين الذري O
- ج - ١١٠٠ - ٣٥٠٠ كم ويتركز في هذه الطبقة غاز الهليوم : He
- د - ١٠٠٠ - ١٠٠٠٠ كم وينتشر في هذه الطبقة الهيدروجين الذري : H

وكان لابد من وضع تقسيم أكثر دقة وتفصيلاً تلعب فيه درجة الحرارة، وكثافة الهواء وتركيزه، واختلاف الضغط الدور الرئيسي بالإضافة إلى مواصفات التقسيم السابق، واستناداً إلى هذا التقسيم يُسكن تمييز الطبقات الجوية التالية :

١ - الطبقة الجوية الأولى أو الجو المضطرب : Troposphère

وهي الطبقة المولدة للتغيرات الطقسية، والتي تحتوي على معظم الغيوم تقريباً وهي الأقرب إلى سطح الأرض، تتراوح سماكتها بين ١٧ كم فوق خط الاستواء و٧ كم فوق القطبين، بينما تكون السماكة المتوسطة بحدود ١٣ كم، وهي طبقة غير مستقرة، ومن أهم صفاتها ما يلي :

- تضم ٧٥٪ من غازات الجو.
- تتناقص الحرارة فيها تدريجياً بمعدل ٦ - ٧ ° م لكل ١٠٠٠ م ارتفاعاً.
- تعد الطبقة الوحيدة التي تنتشر فيها الرطوبة الجوية بأشكالها كافة.
- يحدث فيها التكاثف وتشكل الغيوم بوجود ثويات التكاثف Aerosols.
- يلاحظ الانخفاض التدريجي للضغط وتزايد سرعة الرياح مع الارتفاع.

- يكون الجزء القريب من سطح الأرض وحتى ارتفاع ٣٠ كم مسرحاً للاضطراب والمواصفات وتيارات الهواء المتموّدة .

تسمى الحدود العليا للطبقة الجوية الأولى طبقة الانقلاب الحراري Tropopause ، وهي ذات تركيب متداخل من عدة طبقات ، يتغير ارتفاعها حسب سمك الطبقة الجوية الأولى ، ومتاز هذه الطبقة بوجود التيار النفاث jet - Courant ، ويعرف هذا التيار بأنه كتلة هوائية هائلة من الهواء الغربي ، يصلع عرضها نحو ٥٠٠ كم وارتفاعها نحو ٧ كم ، تسير باتجاه الشرق بسرعة تتراوح بين ١٠٠ - ١٥٠ كم / ساعة ، وقد تتجاوز ٤٠٠ كم / ساعة أحياناً ، وهناك ثلاث مناطق فوق نصف الكرة الشمالي تعرف بمناطق الرياح العاصفة يمر فوقها التيار النفاث وهي : اليابان ولibia والولايات المتحدة الأمريكية .

٢- الطبقة الجوية الثانية أو الجو المتقطّع : Stratosphère :

وهو الجزء من الجو الذي يكاد يخلو من الظواهر الجوية تقريباً ، والذي يمتد من حدود الطبقة الأولى وحتى ارتفاع ٥٠ - ٦٠ كم ، ويحمل اسم هذه الطبقة على طبيعتها ، إذ أن حركة الرياح العمودية تكون معدومة عادة ، ويتوسط الهواء في طبقات متتجانسة Stratum uniforme . يلاحظ استمرار انخفاض الحرارة مع الارتفاع تدريجياً بشكل أبطأ من الطبقة الأولى ويكون متوسط درجات الحرارة بحدود - ٥٠ ° م عند حدودها السفلية ، كما تعود الحرارة لارتفاع في الأجزاء العليا لتصل إلى نحو + ٣ ° م .

ويستمر الضغط بالانخفاض خلال هذه الطبقة وتكون قيمته ٥ مليارات عند أسفلها و ١ ملياراً في أعلىها .

ويكون الجزء السفلي منها ملائماً لظهور العوامل النافذة التي تركت خلفها خطأ أيضاً من بخار الماء الذي يتكاثف نتيجة البرودة على شكل ذرات دقيقة من الثلج .

يشكل الأوزون على ارتفاع ٢٠ - ٣٠ كم نتيجة لائن الأوكسجين يتأثير الأشعة فوق البنفسجية التي يتضمن معظمها من قبل هذا الغاز ، والذي يمتد انتشاره إلى نهاية هذه الطبقة التي تعرف باسم Stratopause .

٣) - الطبقة الجوية الثالثة او الجو الأوسط : Mésosphère

تمتاز هذه الطبقة بتناقص درجات الحرارة مع الارتفاع لتصل إلى - ٩٠° م عند حدودها العليا ، كما يستمر الضغط بالتناقص لتبلغ قيمته ١٠٠ مللياراً وهي طبقة غنية بالهيدروجين والهليوم ، وظاهر خلالها غيوم الفسق المضيئة وتسمى الحدود العليا لهذه الطبقة Mésopause .

٤) - الطبقة الجوية الرابعة او الجو العار : Thermosphère

وتعزف أيضاً بالطبقة الجوية غير المتجانسة التي تمتاز باستمرار ارتفاع الحرارة وانخفاض الضغط حتى ارتفاعات تصل إلى ٥٠٠ كم ، ويتميز الجزء العلوي منها الذي ينحصر بين ٢٠٠ و ٤٠٠ كم بتأثير الغازات ، ويسمى الطبقة النشطة او الجو المسائين Ionosphère وهي غنية بالأوزون والأوكسجين الذريين .

تستقر هذه الذرات بالحركة وتتغير خواصها وتساعد على رفع الحرارة حتى ١٠٠٠° م ويصبح الهواء نادراً جداً، ويتحول إلى جزيئات متأينة Particules ionsées تكتسب شحنات كهربائية موجبة (+) نتيجة اهتمال الكترون ذي شحنة سالبة (-) من كل جزيئه ، ويتم هذا التأين بتأثير الأشعة الكونية Rayons cosmiques التي تصل من النضاء الخارجي ، وبخاصة أشعة (X) والأشعة فوق البنفسجية U.V. وتعكس هذه الجزيئات موجات الراديو التي تبث من إذاعات بعيدة ، فتعكس الطبقة (أي E. Le couche) الموجات ذات الأطوال بين ٨٠ و ١٣٠ كم ، بينما تعكس الطبقة (ف F. Le couche) الموجات ذات الأطوال بين ٢٤٠ و ٣٣٠ كم وهناك طبقات عديدة تتحضر بين هاتين الطبقتين وتعكس الموجات ذات الأطوال الأخرى .

تكون درجات حرارة الجزيئات المتأينة مرتقبة عامة ، فهي تتراوح بين $500 - 800$ ° م نهاراً ، وتكون بحدود 150 ° م ليلاً ، ومن المحتمل أن يكون ارتفاع الحرارة هذا نتيجة اصطدام الإشعاع الكوني بهذه الجزيئات .

هذا ولا تتأثر سفن الفضاء بالحرارة المرتفعة لهذه الجزيئات بسبب الصفر المتناهي لحجمها *Trop minuscules* وبعد الشاسع بينها ، ويندو خطر الإشعاع الكوني على رواد الفضاء أكبر بكثير من خطر حرارة الجزيئات .

٥ - الطبقة الجوية الخامسة أو الجو الخارجي : *Exosphère*

وهي الطبقة الأعلى في الغلاف الجوي التي تحصر بين ارتفاعات $500 - 1000$ كم ، تسود فيها ذرات الهيدروجين والهيليوم والأوكسجين ، وهي أكثر سخونة من جزيئات الغاز المتأينة في الطبقة السابقة ، إذ تحتوي على غازات متأينة بشكل كامل . تبلغ درجة حرارتها $2000 - 2500$ ° م نهاراً ، بينما تنخفض ليلاً إلى درجة تقارب من الصفر المطلق (-473 ° م) *Zéro absolu* ، ولا يمكن أن توجد الغازات في هذه الطبقة إلا على صورة أيونات بسبب شدة الأشعة الكونية التي تحولها إلى الشكل الذري *Forme atomique* .

٦ - الطبقة الجوية السادسة أو الجو المغناطيسي : *Magnétosphère*

وهو المجال المغناطيسي للأرض الذي يتالف من حزامين يقع الأول على ارتفاع 3000 كم ، بينما يقع الثاني على ارتفاع 16000 كم حيث ينعدم الهواء تماماً .

تأثير الالكترونات السالبة والبروتونات الموجبة الناتجة عن تأين غازات ما بين الكواكب ، والتي يعتقد أن الشمس مصدرها ، بالمجال المغناطيسي للأرض ، فتتجه البروتونات نحو غرب الكرة الأرضية والالكترونات نحو شرقها مروراً بالقطبين ، وتشكل أحزمة تحمل جزيئات مشعة .

يلى الغلاف المغناطيسي الفراغ الكوني .

التطبيق العملي :

- ١ - ارسم شكلًا يبين المجموعة الشمسية ، مع مراعاة حجوم الكواكب التابعة للشمس •
- ٢ - كيف تفسر عمليتي المد والجزر حسب مبدأ الجاذبية ، استعن بالرسم •
- ٣ - أين ظهر الفضول الأربع بشكل واضح ، وأين ظهر الشمس في منتصف الليل •
- ٤ - عدد حركات الكرة الأرضية وما هي الحركات الأكثر تأثيراً في الطقس •
- ٥ - كيف تسهم الأرصاد الجوية في دراسة الماء ، وحل مشكلة نقص المياه •
- ٦ - ما هي الغازات الرئيسية التي تدخل في تركيب الغلاف الجوي ، اذكر نسبها وأهميتها •
- ٧ - ارسم مخططًا يبين طبقتي الجو المتجانسة والمتباعدة وحدد أنواع الطبقات الأخيرة •
- ٨ - ارسم مخططاً يبين طبقات الغلاف الجوي السنت و بين عليه الصفات العامة لكل طبقة ، وادرك تغيرات الحرارة والضغط مع الارتفاع •
- ٩ - قدر المسافة التي تفصل بين الشمس وكواكب المجموعة الشمسية بالكيلومتر ، واحسب المدة التي يستغرقها الضوء للوصول من الشمس ، مصدر الأشعة ، الى كل من هذه الكواكب •



جامعة دمشق
Damascus University

الجامعة العمومية الثانية

٢ - الإشعاع والحرارة :

٢-١- الإشعاع : Le Rayonnement

يعرف الإشعاع بأنه تلك الطاقة غير الجسيمية الحرارية أو الضوئية ، التي تنتشر في الجو أو الفضاء على شكل موجات كهرومغناطيسية Electromagnétiques ذات طبيعة قموجية Ondulaire ، تبلغ سرعة انتشارها في الفضاء ما يقارب 300000 كم/ثا (سرعة الضوء) وهي سرعة ثابتة مهما اختلفت أطوال الموجات ، ويصدر الإشعاع عن جسم مشع ، ويوصل كل جسم بإشعاعاً يختلف حسب درجة حرارته وطبيعة سطحه .

٢-١-١- أهم المصطلحات المستعملة في دراسة الإشعاع :

- الدور : يعرف بأنه الزمن اللازم لشعاة بسيطة لتهتز اهتزازة عرضانية واحدة ، وتكون سرعة الاهتزاز ثابتة للشعاعات البسيطة كافة وهي تساوي 3×10^8 سم/ثا = $300,000$ كم/ثانية .

- تردد الإشعاع : وهو عدد الاهتزازات في الثانية ، عكس الدور ، ويعبر التردد عن عدد الموجات التي تمر من نقطة محددة في الثانية ، كما يسمى التواتر .

- طول الموجة : يدل على المسافة التي تقطعها اهتزازة واحدة خلال دور واحد ، ويعبر عن طول الموجة بوحدة هيertz = موجة/ثانية .

- القوتون : ويعادل موجة كهرومغناطيسية لذرة طاقة ، ويعبر عنه بطول موجته .

$$\frac{\text{سرعة الفوتون}}{\text{طول موجة الفوتون}} = \frac{1}{\text{توانر الفوتون}}$$

ـ الإشعاع : عبارة عن سيالة مؤلفة من عدد كبير من الفوتونات تتدفق بسرعة على شكل جزيئات تسمى : كوانتا .

ـ الجسم الأسود : هو أي جسم يشع الحد الأعظمي من كثافة الأشعة في درجة حرارة محددة ، ويستنص بالوقت نفسه الإشعاع الذي يتلقاه بشكل كامل ، وتكون قدرتا استقبال الأشعة Absorption والإشعاع Radiotion عند حدتها الأعظمي ، وتحتختلف أطوال الموجات التي يوصلها بحسب درجة حرارته ، وتشبه الشمس الجسم الأسود .

ـ الجسم الرمادي : وهو الجسم الذي يستنص جزءاً من الأشعة التي يتلقاها ويعكس الجزء الآخر ، وينظر إلى سطح الأرض كجسم رمادي .

ـ الثابت الشمسي : هو كمية الطاقة الإشعاعية التي تصل إلى سقف الغلاف

الجوي المحيط بالأرض ، والتي لا تتعدي $\frac{1}{2000}$ مليون من الطاقة الكلية الصادرة

عن الشمس ، وتعادل قيمة هذا الثابت بحوالي $2 \text{ حريرة}/\text{مس}^2/\text{دقيقة}$ ، أو $1200 \text{ كيلو حريرة}/\text{م}^2/\text{ساعة}$ ، أو $353 \text{ كيلو واط}/\text{م}^2$.

ـ طاقة الامتصاص : هي النسبة بين الإشعاع المتصن والقيمة الإجمالية للإشعاعات الواردة وتتراوح بين صفر وواحد .

$$\frac{\text{طاقة الامتصاص}}{\text{الإشعاع الوارد}} = \frac{\text{الإشعاع المتصن}}{\text{الإشعاع الوارد}}$$

— طاقة الإشعاع : وتدل على النسبة المئوية للطاقة المشعة من جسم ما منسوبة إلى الطاقة التي يشعها جسم أسود مشع :

$$\text{طاقة الإشعاع} = \frac{\text{الطاقة المشعة من جسم ما}}{\text{الطاقة المشعة من جسم أسود}} \times 100$$

— العاكسية أو القدرة العاكسة أو الألبيدو Albedo . وتدل على الأشعاعات المنعكسة كافة على سطح جسم ما منسوبة إلى كمية الإشعاع الشمسي الأصلي الوارد على سطح هذا الجسم :

$$\text{الألبيدو} = \frac{\text{الإشعاع المنعكس على سطح ما}}{\text{الإشعاع الوارد على السطح نفسه}} \times 100$$

٢-١-٢ . وحدات قياس الأشعاعات :

يمكن قياس الإشعاع بواحد أو أكثر من المقاييس التالية :

— تفاص كثافة انتشار الطاقة المشعة على السطح المعرض للإشعاع بالوحدات التالية : واط/سم² — أرغون/سم²/ثا — فوتون/سم²/ثا .

— تفاص أطوال موجات الإشعاع بأحدى الوحدات المبينة في الجدول رقم ٣ .

جدول رقم ٣ — وحدات قياس الإشعاع

— m - cm - mm

— المتر - السنتمتر - المليمتر

— $\mu = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$

— الميكرون ويساوي $\frac{1}{1000} \text{ mm}$

— الميليميكرون ويساوي $\frac{1}{1000}$ ميكرون

— A = 1×10^{-10} m — الانجستروم ويساوي $\frac{1}{10}$ ميليميكرون

— وحدات قياس الإشعاعات الأخرى :

— النيوتون (N) : وهو القوة التي تصل لجسم وزنه 1 كغ وسرعته 1 م/ث.

— الجول (J) = هو عدد الواطات الناتجة بقوة تحرك لمسافة متر واحد اعتباراً من نقطة البداية = ٢٣٩ جول، حريرة .

— الانجستروم (Eng) = 10^{-7} جولا = ١٠٧ واطا

— الحريرة (Cal) : كمية الحرارة اللازمة لرفع حرارة غرام واحد من الماء من ٥٤١ إلى ٥٥٥ م أي درجة مئوية واحدة — الطاقة اللازمة لتغيير طبقة من الماء بسمك ١ مم = ٦٠ حريرة/سم٢/ساعة .

— الواط (W) : هو قوة جول واحد في الثانية = ٣٤١ حريرة/دقيقة .

— الشمعة (Ca) : ضيارة عن كمية الضوء الصادرة عن شمعة قياسية على بعد متر .

— الشمعة/قدم : كمية الضوء الصادرة عن شمعة قياسية موضوعة على بعد قدم .

— اللومن أو اللوكس (Lm) كمية الأشعة التي يتلقاها متر مربع والصادرة عن شمعة واحدة .

— الفوتون = ٤٠ لوكسا .

— اللوكس = ١٠٠٠ سم .

— شمعة/قدما = $10^{17.6}$ لوكسا = ١٧٦ شمعة/متر٢ .

— الحريرة = ١٨ جولا = ١٨ مليون انجستروم .

— الحريرة/دقيقة = ١٣٦٩٧ جولا = ١٣٦٩٧ واطا .

٤-١-٢- الإشعاع الشمسي Le Rayonnement solaire

توصف الشمس بأنها مركز تحويل المادة إلى طاقة في نظامنا الشمسي ، وتقدر حرارتها بين 6000° م على السطح و 20 مليون درجة في المركز ، وهي تعمل على تحويل 564 مليون طن من غاز الهيدروجين إلى 560 مليون طن من الهليوم في الثانية وهكذا يتحرر نحو 4 ملايين طن على شكل طاقة كل ثانية من الزمن .

تسمى الطبقة السطحية المتوجة من الشمس الكرة المضيئة Photosphère يحيط بها جو الشمس Atmosphère solaire المؤلف من ثلاثة طبقات غازية ، ويشكل غازاً الهيدروجين والهيليوم النشطان والمتوهجان أكثر من 90% من جسم الشمس وجوهاً .

وعند اختراق الأشعة للغلاف الجوي فإنها تتعرض للامتصاص من قبل بعض الغازات على الشكل التالي :

— يمتص الأوزون الاشعاعات ذات الموجات القصيرة جداً $20 - 30$ ميكروناً .

— يمتص الأوكسجين والأزوت الاشعاعات كافة ذات الموجات الأقصر من 33 ميكروناً ويتم ذلك في الطبقات العليا من الجو .

— يمتص غاز الفحم الأشعة تحت الحمراء .

— يمتص بخار الماء الأشعة تحت الحمراء وخاصة في الارتفاعات المنخفضة من الجو .

ويمكن تحليل الاشعاع الشمسي الاجمالي إلى الاشعاعات الرئيسية حسب ترتيبها في الطيف الكلي المستمر ، والمبنية في الجدول رقم 4 .

جدول رقم - ٤ - المركبات الأساسية للإشعاع الشمسي مرتبة حسب أطوال موجاتها وتردداتها

اسم الأشعة	التردد (هيرتز)	طول الموجة (ميكرونات)
١ - أشعة فاما	3×10^{19} - 10^{20} ر. ج.	$400 - 500$
٢ - أشعة اكس	$10^{19} - 10^{20}$ ر. خ.	$0.0002 - 0.001$
٣ - الأشعة فوق البنفسجية R.U.V	$10^{19} - 10^{20}$ ر. ج.	$0.001 - 0.01$
٤ - الأشعة المرئية	$10^{19} - 10^{20}$ ر. م.	$0.01 - 0.4$
٥ - الأشعة شبه الحمراء	$10^{19} - 10^{20}$ ر. ر.	$0.4 - 0.75$
٦ - الأشعة تحت الحمراء	$10^{19} - 10^{20}$ ر. إ. ر.	$0.75 - 1$
٧ - الأشعة دقيقة الأمواج	$10^{19} - 10^{20}$ رم. و.	$1 - 10$ ملايين
٨ - أشعة الراديو	$10^{19} - 10^{20}$ ر. ر.	$10^6 - 10^9$ مليون

يطلق على الإشعاع الشمسي اسم الإشعاع ذي الموجات القصيرة ، بينما ترسل الأرض وجوها بإشعاعات ذات موجات طولية تحت حرارة 10^4 درجة

هذا وتشكل الأشعاعات التي تتراوح أطوال موجاتها بين 15 nm و 4 microns نحو ٩٩٪ من الطيف الشمسي Spectre solaire الكلـي ، ونظراً لأهمية هذه الأشعاعات سنحاول تسلیط الضوء عليها ، وبيان أهم خصائصها :

١ - الأشعة فوق البنفسجية Rayon ultra - violet

تُلقي نحو ٧٪ من الطيف الشمسي الواصل إلى الحدود الخارجية للغلاف الجوي ، وتتألف من إشعاعات قصيرة غير مرئية تتراوح أطوال موجاتها بين 200 و 400 ميكرونات ، وهي تساهـم في رفع حرارة الجو ، ويصل جزء قليل منها إلى الأرض لأن الأوزون يحتـجز القسم الأعظم منها .

وتعد أكثر هذه الأشعاعات ضارة وبخاصة ذات الموجات بأطوال $200 - 300$ ميكرونات التي تسبب اضطرابات فسيولوجية وحرقاً لأنسجة النبات والحيوان ،

كما تقتل الجراثيم والكتائبات الدقيقة ، وترداد نسبتها في الجبال والمرتفعات ، فتمنج البشرة لوناً برونزياً ، أما النسبة التي تصل من هذه الأشعة الى سطح الأرض فهي بحدود ٢٪ فقط .

٢ - الأشعة المرئية : Rayon visible

تشكل نحو ٤١٪ من الإشعاع الشمسي الكلي ، وهي عبارة عن حزمة من الإشعاعات المؤلفة من اختلاط الألوان المعروفة ، والتي تبدو واضحة في قوس قزح ، تعطي الضوء والنور ، وتتراوح أطوال موجاتها بين ٤٠٠ - ٧٥٠ ميكرومتر ، وتعد ضرورية لتطور الكائنات الحية ونموها واستمرار نشاطها ، وبخاصة إتمام عملية التمثيل الضوئي Photosynthèse في النباتات الخضراء .

ويمكن تحليل هذه الأشعة بواسطة موشور الى مكوناتها ، والعين المجردة حاسمة لهذه الأشعة والألوان المشكلة لها ، والجدول رقم ٥ - يبين أطوال موجات مركبات الأشعة المرئية وترتيبها حسب تحليل الطيف (قصيرة الموجة ومتواسطتها) .

اللون	طول الموجة بالميكرومتر (mμ.)
- الاحمر :	٦٢٠ - ٧٦٠
- البرتقالي :	٥٨٥ - ٦٢٠
- الاصفر :	٥٧٥ - ٥٨٥
- الاخضر :	٥٥٥ - ٥٧٥
- الازرق :	٤٥٥ - ٥٥٥
- البنفسجي :	٤٠٠ - ٤٥٥

٣ - الأشعة تحت الحمراء : Rayon Infra - Rouge

تتراوح أطوال موجاتها بين ٧٥٠ و ١٠٠ ميكرومتر ، وهي تشكل نحو نصف

الأشعاعات الشمسية ، وتكتسب أهمية خاصة في دراسة الطقس والمناخ ، وتسىء الأشعة الحرارية لأنها تهد الأرض والهواء والماء بالطاقة الحرارية، وبخاصة الأشعاعات ذات أطوال الموجات بين ١ - ٥ ميكرومات .

يكون تركيب الأشعة الواردة إلى مستوى سطح البحر كما يلي :

الأشعة ونسبتها : أطوال موجاتها :

- فوق بنفسجية٪ /١

- ١٨٥ م - ٤٠ در

- مرئية٪ /٤٠

- ٤٠ در - ٪ /٧٥

- تحت حمراء٪ /٥٩

- ٧٥ در - ٤ م

٤-٤-٢- التوازن الإشعاعي : Equilibre du Rayonnement

تعبر معادلات التوازن الإشعاعي عن مصير الأشعة الشمسية ، وذلك اعتباراً من دخول هذا الإشعاع إلى أعلى الغلاف الجوي ، فمثلاً بطبقات الغلاف ، حتى وصول جزء منه إلى سطح الأرض ، والتحولات التي تطرأ عليه خلال اللحظات الأخيرة من رحلته الطويلة بين الشمس ، مصدر الأشعة ، والأرض ، التي تستغرق ثانية دقائق .

ويمكن تلخيص المسارات التي تسلكها أشعة الشمس ، والتي بين التوازن الإشعاعي محصلتها ، بما يلي :

— يقدر الجزء الممتعكس بنحو ٣٠٪ من الطاقة الإشعاعية الكلية التي تدخل جو الأرض ، وتعود إلى الفضاء الخارجي ، وتكون الأشعة الممتعكسة ذات موجات قصيرة تتراوح أطوالها بين ٢٠ و ١ ميكروما ، تتوزع كما يلي :

- ١٧٪ تعكسها الغيوم .
- ٣٪ تعكسها ذرات الهواء .
- ١٠٪ ينعكس على سطح الأرض .

— يستحسن بخار الماء والغيم ، والعازمات والذرات العالقة في الجو نحو ١٧٪ من الإشعاع الإجمالي الواصل من الشمس ، ويستعمل هذا الجزء في تسخين الجو .

— يصل إلى سطح الأرض ما تبقى من الطاقة الإشعاعية ، والذي يتتجاوز نصف الإشعاعات الواردة ٥٣٪ ، فيعمل على تسخين المياه واليابسة ، ويتوسع بعد ذلك كالتالي :

— ترسل الأرض ١٨٪ على شكل إشعاع أرضي طويل الموجة منه ٦٪ تعود إلى الفضاء الخارجي و ١٢٪ ينبع منها الجو .

— ينتقل نحو ٣٥٪ على شكل طاقة حرارية بالنقل والتوصيل ، منها ٢٩٪ على شكل حرارة كامنة تعمل على تبخير المياه من المحيطات والبحار والبنادق ، إضافة إلى ٦٪ تطلق على شكل موجات حرارية محسوبة تسخن الهواء وجو الأرض .

— وتكون المحصلة النهائية للتوازن الإشعاعي : أن نحو ٧٠٪ من الأشعة الواردة يعود للانطلاق إلى الفضاء خارج الغلاف الجوي ، يرسل على شكل موجات طويلة تتراوح أطوالها بين ٥ و ٢٠ ميكروما .

— يمثل هذا التوازن التوزيع النظري للأشعة والطاقة ، وهناك عديد من الأعوامل التي تحدد كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض ، نذكر منها :

درجة العرض - الارتفاع عن سطح البحر - الفصل - الليل والنهار - الغطاء النباتي - أثياء واليابسة - الشعوم - درجة صفاء الجو ٠٠٠

ويلاحظ على الواقع أن الطاقة الإشعاعية التي يتلقاها سطح الأرض في المناطق المدارية أكبر بكثير من الطاقة التي يفقداها ، و يؤدي هذا إلى ارتفاع الحرارة ، يعكس المناطق القطبية التي تكون حرارتها منخفضة ، وتكون نتيجة هذا التباين تشكل التيارات المائية في المحيطات ، وبتأثير كهربات هائلة من مياه المحيطات الدافئة، وهبوب الرياح التي تلعب دوراً هاماً في التغيرات الجوية .

٢-١-٥- الإشعاع الأرضي والإشعاع الجوي

: Rayon terrestre et Rayon atmosphérique

يتعرض سطح الأرض إلى عملية التسخين الحراري في النهار ، والتي تؤدي إلى تزايد درجة حرارته مما يؤدي إلى إرسال الإشعاع الأرضي الذي يبلغ أشده في ساعات بعد الظهر . ويحدث التبريد الحراري في الليل نتيجة استمرار الإشعاع الليلي من سطح الأرض وإرسال موجات ذات طول بحدود ١٠ ميكرونات .

يحيز الغلاف الجوي نحو خمس الإشعاعات الشمسية التي تضرقه ، فترتفع حرارته ويتحول إلى جسم مشع ، هذا ويمتص سطح الأرض أكثر من ثلثي الأشعة الصادرة عن الجو ، بينما ينعكس الباقى وينطلق إلى الفضاء الخارجي .

يتألف الإشعاع الأرضي من الأشعة تحت الحمراء العارجية ، وتكون أطوال موجاتها بين ٥ و ٨٠ ميكروناً وهي أشعة مظلمة حرارة ، أطوال موجات معظمها ١٠ ميكرونات ، تستص غازات الجو وبخاصة بخار الماء وغاز الفحم القسم الأكبر منها ، وينعكس جزء منها ليعود إلى الأرض وخاصة في الجو العائم .

هذا ويمكن كتابة معادلات التوازن الإشعاعي كما يلي :

$$1 - \text{التوازن الإشعاعي (سماء صافية)} = (\text{الإشعاع الشمسي المباشر} + \text{الإشعاع الجوي} + \text{الإشعاع التتاري} - \text{الإشعاع الأرضي المعكس}) .$$

- ٢ - التوازن الإشعاعي (سماء غائمة) = (الإشعاع الجوي + الإشعاع التأثيري - الإشعاع الأرضي والاشعاع المنعكس) .
- ٣ - التوازن الإشعاعي (ليلة) = (الإشعاع الجوي - الإشعاع الأرضي) .
- ٤ - الإشعاع الفعال =
- (١ - الألبيدو) الإشعاع الكلي - (الإشعاع الأرضي + الإشعاع الجوي)
(إشعاع حراري)
(إشعاع شمسي)

٢-٢- الحرارة : La température

إن الإشعاع الشمسي هو المصدر الوحيد لمعظم الطاقة الحرارية التي يستقبلها سطح الأرض وجوها ، إذ أن الحرارة التي تصدر عن باطن الكره الأرضية عن طريق البراكين والمياه المعدنية الساخنة لا تشكل إلا جزءا ضئيلاً من الطاقة الحرارية ، والتي قد تظهر بشكل غير منتظم في مناطق متفرقة من العالم .

وتلعب هذه الطاقة الهائلة دوراً هاماً في حياة النبات بشكل مباشر وأشكال الحياة كافة على كوكبنا بشكل غير مباشر ، كما وتعد الحرارة أيضاً المحرك الأساسي للتغيرات التي تجري في الغلاف الجوي مثل تغيرات حالة الماء : التكاثف والتجمد والتغيير ، نتيجة تأثير التوزع الجغرافي للحرارة وتبيناتها في الزمان والمكان ، كذلك تسم حركات الرياح في الجو والأمواج في المحيطات بفضل توازن الطاقة :

Equilibre d'énergie

تشبه الشمس بفرق ذري هائل يرسل باتجاه الأرض طاقة تقدر بنحو 126 مليار حصان بخاري في الثانية ، ولا تزيد هذه الطاقة على نصف جزءاً من مليار من الطاقة الكلية الصادرة عن الشمس ، ورغم أن معظم الإشعاعات الصادرة عن الشمس غير حرارية سواء منها المرئية أو غير المرئية ، فيتحول بعضها إلى موجات حرارية : Ondes thermiques بعد امتصاصها من قبل الأجسام المادية .

تقوم الطبقة الجوية الأولى من الغلاف الجوي بدور منظم للحرارة والضغط على سطح الأرض، ويعود ارتفاع الحرارة في فصل الصيف بالمقارنة مع الشتاء إلى:

— النهار الطويل الذي يسمح بعرض الأرض لأشعة الشمس لفترة أطول لتسخينها.

— وصول الأشعة الشمسية بشكل عمودي على سطح الأرض، يكون أكثر فعالية في نقل الطاقة الحرارية، إذ أن أشعة الصيف العمودية تعطي طاقة إشعاعية إيجابية أكثر تركيزاً في وحدة المساحة بالمقارنة مع أشعة الشتاء المائلة التي تنتشر على مساحة أوسع وتعطي طاقة حرارية أقل وذلك رغم أن الشمس تكون أقرب إلى الأرض شتاءً.

يعمل الغلاف الجوي على تنظيم الحرارة وتقليل تباينها، فتبليغ الحرارة المتوسطة لسطح الأرض بفضله + ١٨° م نهاراً و - ٤° م ليلاً، بينما تصل الحرارة المتوسطة على سطح القمر إلى + ١٠٠° م نهاراً و - ١٥٠° م ليلاً نتيجة غياب الغلاف الجوي.

١-٢-٢- التبادل الحراري : Echange de chaleur

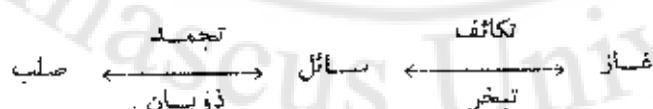
يسكن إيجاز طرق انتقال الحرارة عبر الأجسام المادية الصلبة والسائلة والغازية بما يلي :

— الإشعاع الحراري : Rayonnement thermique في الأجسام الغازية.

— الناقلة أو التماس: Conduction في الأجسام الصلبة.

— الحمل أو الإزاحة: Convection في الأجسام السائلة.

— تغيرات حالة المادة: Change d'état مثل الماء:



٢-٢-٢- النّظام الحراري :

يقصد بالنّظام الحراري التوزع الحراري والتباينات الحرارية المستمرة بين الجو وسطح الأرض خلال هذا السطح ، والغيرات التي تطرأ على درجات الحرارة حسب الزمان والمكان ، وتختلف شدة هذه التغيرات حسب العوامل التالية :

Variation quotidien	- التغيرات اليومية :
Variation avec l'altitude	- التغير حسب الارتفاع :
Variation adiabatique	- التغير الذاتي :
Variation avec la latitude	- التغير حسب الموقع :
Variation saisonnieres	- التغيرات الفصلية :

٢-٢-٣- الحرارة وحركات الغلاف الجوي :

: La chaleur et les mouvements atmosphériques

يسخن الهواء الجوي نتيجة ملامسته لسطح الأرض بصورة رئيسية ، فيتمدد وتقل كثافته ويخف وزنه ، كما يؤدي إلى ارتفاعه إلى الأعلى ، فتحل محله كتلة من الهواء البارد وتتنزلق من المنطقة الأكبر برودة باتجاه المنطقة الحارة ، وعندما تسخن هذه الكتلة الباردة في موقعها الجديد ترتفع بدورها إلى الأعلى ، لتنفسح المجال أمام هواء بارد جديد وهكذا .

وبما أن سطح الأرض يتلقى عند خط الاستواء حرارة أكبر من القطبين باستمرار ، لذلك فإن تيارات الهواء تكون دائمًا صاعدة فوق المناطق الحارة ، وتتجه الرياح السطحية من المناطق القطبية والباردة لتحمل محلها .

تعد تيارات العمل أو الإزاحة المبنية أساساً بها أعلاه مسؤولة عن تشكيل الرياح والنسيم Brise ، إضافة إلى أن الأسطح المائية وال اليابسة تمتلك الحرارة بحسب

مختلفة ، وتحتفل في سرعة فقدان الحرارة ، وتكتسب الجبال حرارة أكثر من الوديان والسهول في النهار وفقدانها بسرعة أكبر أيضاً في الليل ، وكذلك فإن القارات تسخن بسرعة أكبر من المحيطات في النهار ، وتبرد بسرعة أكبر أيضاً في الليل .

تكتسب الأرض من الطاقة الحرارية كل عام الكمية نفسها التي فقدتها من هذه الطاقة ، لكن كميات الحرارة التي يتلقاها كل من نصف الكرة الشمالي والجنوبي تختلف حسب فصول السنة ، فيتلقى نصف الكرة الشمالي Hémisphère Boréal الإشعاع الشمسي الأعظمي في بداية الانقلاب الصيفي في ٢٧ حزيران ، ويستمر ميزان الطاقة الحرارية بالتزاييد حتى يصل إلى درجة الحرارة العظمى Chaleur maximale التي تصادف في نهاية شهر تموز عادة ، وتبقي الطاقة المكتسبة أكبر من الطاقة الفائمة حتى أواخر شهر آب ٣١ منه ، وبعد ذلك يبدأ نصف الكرة الشمالي بفقد كميات من الحرارة تفوق الكميات التي يتلقاها ، وبالتالي يبدأ بالتبريد . والعكس صحيح في نصف الكرة الجنوبي Hémisphère austral . وعلى المبدأ نفسه يمكن تفسير استمرار ارتفاع الحرارة حتى بعد الساعة الثانية عشرة (الظهر) حتى الساعة ١٤ أو ١٥ وهي الساعات الأخرى في اليوم وتسمى الظهر الحقيقي : Midi vrai .

٤-٢-٤- تباين الحرارة :

تبين القياسات جميعها اختلاف درجات الحرارة بين ساعة وأخرى أو بين منطقة وأخرى ، وهذا يؤكد عدم استقرار الحرارة على قيم ثابتة ، ويدو ذلك واضحاً من خلال التسجيل الآلي للحرارة الذي يرسم خطأً بين مسار درجات الحرارة وتغيرها مع الزمن .

ويعتمد المتوسط اليومي أو الشهري أو السنوي لدراسات الطقس والمناخ لعدة سنوات يفضل أن تزيد على ٣٠ سنة لتدل على المسوطات الطبيعية للحرارة : Moyennes normales .

ومن العوامل التي تؤثر في تغير حرارة مكان ما وابتعادها عن متوسطها العادي زيادة أو نقصاناً ، تذكر ما يلي :

- صفاء الجو : La nébulosité يؤدي تغير صفاء الجو إلى زيادة درجات الحرارة الدنيا Minima ونخفض درجات الحرارة القصوى Maxima
- القارية : La continentalité يسبب البعد عن البحر والقارية تبايناً حرارياً وسعة حرارية Amplitude أكبر منها على الساحل .
- الارتفاع : L'altitude يلاحظ اختلاف توزع الحرارة والمدى الحراري في المرتفعات عن المناطق المنخفضة .
- درجة العرض : La latitude تتناقص درجات الحرارة اعتباراً من خط الاستواء وحتى القطبين .
- رغم التباينات الواضحة للحرارة في الهواء وعند سطح التربة ، فإن هذه التباينات تتناقص شيئاً فشيئاً إلى أن تلاشى في أعماق التربة على عمق 1 م تحت الغابة الاستوائية وعلى عمق أكثر من 10 أمتار في المناطق القطبية .
- يحتاج الماء إلى كميات من الطاقة الحرارية حتى يتحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية ، ورغم كبر كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء من الصفر المائي إلى حرارة الغليان (100° م) ، إلا أن كمية الحرارة اللازمة لتحويل المقدار نفسه من الماء على درجة حرارة 100° م إلى بخار تبلغ ستة أضعاف الحرارة السابقة وتبقى هذه الحرارة كامنة Chaleur latente في البخار لتطلق من جديد عند تكاليفه .
- يتم قياس الحرارة في مكان قياسي Standard ضمن صندوق خشبي مزدوج ، يتكون جدرانه من ألواح خشبية ، مائدة ، يوضع على ارتفاع 2 م من سطح الأرض فوق أرض مزروعة بالأشجار .
- يعتمد مبدأ قياس الحرارة على تمدد السوائل والمعادن وتقلصها بناءً على الحرارة ، ومن أهم المواريز المستعملة لذكرها :

Thermomètre à mercure	— ميزان الحرارة الزئبقي العادي
Thermomètre à T. minimale	— ميزان درجات الحرارة الدنيا
Thermomètre à T. maximale	— ميزان درجات الحرارة العليا
Thermomètre enregistreure	— سجل الحرارة :
Thermomètre enregistreure bilam	— سجل الحرارة ذو الصفيحتين
Thermo-couple électrique	— سجل الحرارة الكهربائي
Thermomètre à Tension de vapeur	— ميزان الحرارة حسب ضغط البخار
Thermomètre à alcool	— ميزان الحرارة الكحولي :

التطبيق العملي :

- ١ - كيف تؤثر اختلاف شدة الإشعاع الشمسي مع زاوية الورود ، وضع ذلك بالرسم .
- ٢ - ارسم شكلًا بين أنواع الإشعاعات الصادرة عن الشمس مع تحديد أطوال موجاتها .
- ٣ - ما المقصود بالتواء الإشعاعي ، حدد قيمة وارسم مسارات توزع الأشعة ومصادرها .
- ٤ - عرف مبدأ الدفيئة ، وبين كيف تلعب بعض مكونات المسواء الجوي دون الدفيئة .
- ٥ - كيف يقاس الإشعاع ، حدد مبدأ القياس ، وارسم أنواع الأجهزة المستعملة لذلك .
- ٦ - ارسم مع التلوينألوان الطيف وبين أطوال موجاتها ، وطبيعة اللون الأبيض والأسود .
- ٧ - ارسم منحى تغيرات الحرارة مع الارتفاع في طبقات الغلاف الجوي .
- ٨ - عدد وحدات قياس الحرارة ، وبين العلاقة الرياضية بينها .
- ٩ - ما المقصود بالانقلاب الحراري عدد أنواعه مع الرسم .
- ١٠ - ما هي الأشعة الحرارية وما هي أطوال موجاتها ومصدرها .



الجاذبية العمليّة الثالثة

٣ - الضغط الجوي والرياح : Lapression atmosphérique et les vents

٣-١- الضغط الجوي :

يمثل الضغط الجوي وزن عمود الهواء فوق الموقع المدروّس ، ويعادل هذا الوزن 760 مم زئبقياً عند مستوى سطح البحر وهو يساوي 1013 ميليارداً

ويختفي على ارتفاع 3 كم إلى	700 ميليار
ويستمر بالانخفاض ليصل على ارتفاع 6 كم إلى	500 ميليار
وتنافق قيم الضغط عند ارتفاع 12 كم إلى	100 ميليار

ويعود هذا التناقص إلى أن 80% من كتلة الغلاف الجوي تقع بين سطح الأرض ونهاية الطبقة الجوّية الأولى ، حيث تكون قيمة الضغط بحدود 200 ميليارد ، ويصبح الهواء نادراً فوق ارتفاع 30 كم بحيث لا يبقى سوى 1% فقط من كتلة الغلاف الجوي ، وتختفي قيمة الضغط إلى 12 ميليارداً فقط .

ويمكن تقسيم مكونات الضغط الجوي العام حسب أهم الغازات الداخلة في تركيب الهواء كما يلي (يلاحظ إهمال ضغط الغازات الأخرى لندرتها) :

ضغط الأزوت	780 ميليارداً
ضغط الأوكسجين	210 ميليارداً
ضغط الأرغون	10 ميليارد
ضغط بخار الماء	10 ميليارداً
المجموع	1015 ميليارداً

٢١١- الارتفاع والانخفاض النبويان : Hautes et basses pressions

لقد تم تجديد مقدار قيمة الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر وفي حالة الاستقرار وغياب الاضطراب الجوي ، ومن الملاحظ أن قيمة الضغط لا تكون ثابتة بل تخضع للتغيرات مستمرة أو مؤقتة حسب العوامل التالية :

- انخفاض الضغط مع الارتفاع عن سطح البحر ب معدل ٥٪ لكل م ١٠٠

ارتفاع حتى + م ٦٠٠

وبمعدل ٥٪ لكل م ١٠٠ م بين م ٦٠٠ و م ١٥٠٠

- انخفاض الضغط بازدياد نسبة بخار الماء في الجو وازدياده كلما جف الجو.

- ازدياد قيم الضغط مع انخفاض الحرارة، وتدني قيمة نتيجة ارتفاع الحرارة.

- تخضع قيم الضغط للتغيرات شبه ثابتة كالتأثيرات اليومية أو الفصلية أو السنوية ، وتغيرات مفاجئة كالارتفاع والانخفاض الجويين .

يسبب التسخين غير المنظم لسطح الأرض تشكيل الرياح وحركتها بين الشمال والجنوب ، كما يساهم دوران الأرض بحرف مسار هذه الرياح نحو الشرق أو الغرب ، حسب نصف الكرة الشمالي أو الجنوبي ، ويتبين عن هذا كله تغير شبه ثابت في اتجاه تحريك الكتل الهوائية مما يؤدي إلى تشكيل النظام العام لحركة الهواء الجوي Le système général de Circulation atmosphérique . الذي يتضمن تشكيل كتل هوائية مضطربة دوارة Tourbillonantes . تقسم هذه الكتل إلى نوعين :

١ - خلايا الضغط المرتفع : Les cellules de haute pression

. وتسمى الإعصار المضاد . L'anticyclone

٢ - خلايا الضغط المنخفض : Les cellules de basse pression

. وتدعى المنخفض الجوي . La dépression

تنتقل مناطق الضغط المنخفض أو المنخفضات الجوية في العروض المتوسطة

بين خطبي عرض (30° و 60°) مع اتجاه الرياح الغربية السائدة باتجاه الشرق ، وذلك بالتناوب مع المرتفعات الجوية التي تسير مع هذه الرياح بالاتجاه نفسه .

ـ كيفية تشكل المرتفعات الجوية :

يمكن أن يتشكل المرتفع الجوي فوق أية نقطة من سطح الأرض نتيجة تبريد الهواء الذي يؤدي إلى انضغاطه وتكتافه واتجاهه إلى الأعلى . وترتكز أكبر مساعي الضغط المرتفع في نصف الكرة الشمالي ضمن نطاق الهواء المداري وفوق منطقة الارتفاع الجوي القطبي . ينبع عن تجمع كثافة الهواء فوق رقعة جغرافية مناسبة تشكل المرتفع الجوي أو ضد الإعصار ، والذي يبدأ بالدوران حول نفسه ببطء شديد بشكل حلزوني باتجاه حركة عقارب الساعة . وينتجه الهواء عادة من مركز المرتفع باتجاه المناطق المجاورة ذات الضغط المنخفض ، ومع استمرار الدوران وتزايد سرعته يتقدم الهواء منحرفا نحو اليدين ليشكل خلية زوبعينية يصل قطرها عدة مئات من الكيلومترات ، ونلاحظ أن هذه العلامات تستند من المناطق القطبية باتجاه الجنوب .

ـ كيفية تشكل المنخفضات الجوية :

يمكن أن يتشكل المنخفض نتيجة التداخل الأفقي المتسموج Ondulaire بين مرفقين جوين حرارتهما مختلفة ، ويمكن تميز الحالات التالية :

١ - تباعد الموجات الهوائية وتكسرها كما يحدث في أمواج البحر ، فيكون الهواء الدوار خلية ضغط منخفض تبدأ صغيرة ، وقد تكبر مع زيادة الفروق الحرارية ، وتزداد فاعلية لتحول إلى منطقة ضغط منخفض رئيسة .

٢ - ارتفاع الهواء تحت غيوم ركامية ممطرة بسرعة ، يسبب تكون المنخفض الجوي ، ويختلط الهواء ذو الضغط المنخفض مع الهواء المحيط L'air ambiant ويشكل دوامت تدور بعكس حركة عقارب الساعة بتأثير دوران الأرض ، وتؤدي إلى ظهور الأعاصير التي يصل قطرها إلى 30 كم أحياناً ، الجدول رقم 6 .

٣ - يتشكل المنخفض الجوي الحراري فوق الصحاري والأماكن العاربة بعد تمدد الهواء الحار وارتفاعه ، ثم حرائه خارج المنخفض في الارتفاعات العليا ، ويؤدي استمرار تناقص الضغط إلى اختلاط الهواء الجيد على شكل دوامات وزوابع تظهر بوضوح صيفاً جنوب الصحراء الكبرى *Le sahara* ، كما تشير الغبار محلياً في المنخفضات الصغيرة ، ويمتد تأثيرها على نطاق واسع في المنخفضات العظيمة ،

٤ - قد يبدأ تكون المنخفض الجوي أحياناً في سلاسل الجبال العالية على السفح الممتهنة من الرياح السائدة *Sous le vent* ، ويؤدي إلى تعكير الطقس وهو لول الأمطار ،

جدول رقم - ٦ -

أهم ميزات كل من المرتفع والمنخفض الجوي وخصائصه

الحالة العامة	الضغط المنخفض	الضغط المرتفع
ـ الطقس :	ـ صالحـاً عـامـة	ـ خـالـيـاً عـامـة
ـ تـيـارـاتـ الـهـوـاءـ :	ـ تـسـيرـ بـاتـجـاهـ عـتـارـبـ السـاعـةـ فيـ نـصـفـ الـكـرـةـ الشـمـالـيـ وـيـعـكـسـهاـ فيـ النـصـفـ الـجـنـوـبـيـ .	ـ تـسـيرـ بـاتـجـاهـ عـقـارـبـ السـاعـةـ فيـ نـصـفـ الـكـرـةـ الشـمـالـيـ وـيـعـكـسـهاـ بـاتـجـاهـهاـ فيـ النـصـفـ الـجـنـوـبـيـ .
ـ الـرـيـاحـ :	ـ ضـعـيـفـةـ وـخـفـيـفـةـ السـرـعـةـ .	ـ قـوـيـةـ وـهـائـجـةـ .
ـ الـحـرـاءـ :	ـ إـماـ مـرـتـفـعـةـ أـوـ مـنـخـفـضـةـ بـدـونـ	ـ إـنـتـرـنـاتـ الـمـادـرـيـةـ حـارـةـ ؛
	ـ تـيـارـاتـ مـلـحوـظـةـ لـفـسـرـةـ طـوـلـةـ	ـ تـيـارـاتـ الـأـخـرـىـ بـارـدـةـ ؛
	ـ سـيـبـاـ .	ـ وـقدـ تكونـ حـارـةـ وـتـحـولـ إـلـىـ بـارـدـةـ .

٢-١-٣ - اثر المكان والزمان في الضغط الجوي :

إذا تصورنا الكرة الأرضية مخططة بنطية كاملة بالماء فإن حركة الهواء العامة على سطحها تكون بسيطة جداً بحيث يتوضع نطاق ضغط منخفض فوق خط

الاستواء ، ونطاقان فوق خط عرض 60° شمالاً وجنوباً ، وذلك بتغير الهواء الصاعد فوق هذه النطاقات ، كما أن نطاقات الارتفاع المرتفع تتشكل بتغير التيارات المعاكسة في مناطق الهدوء المدارية والقطبيين .

لكن توزع اليابسة والمياه واختلاف قدرتها على امتصاص الحرارة وعكسها ، إضافة إلى التباينات الفصلية لدرجات الحرارة ، كل ذلك يجعل الوضع أكثر تعقيداً ويؤدي إلى توزع الضغط بشكل أكثر تبايناً . ففي الشتاء مثلاً تكون منطقة القطب الشمالي عاممة وأوسع سيراً عند درجة عرض 70° خاصة ، هي المنطقة الأكثر بروادة على سطح الأرض ، كما يلاحظ أن القارات تكون في الصيف آخر نسبياً من المحيطات التي تكون حرارتها معتدلة .

استناداً إلى ما سبق يمكن تفسير سبب تشكل مناطق الضغط الجوي المرتفع في مواقع محلية محددة ولا تشمل مساحات واسعة ، فهي تتوزع في نصف الكره الشمالي ، كلها تقريباً عند بداية تشكيلها فوق المحيطات الواسعة الباردة ، وخاصة أثناء فصل الصيف عندما تكون القارات حارة ، ومن أهم مناطق الضغط المرتفع الدائم ، الأجزاء الشرقية من المحيطين الهادئ Le pacifique والأطلسي L'atlantique . تتحرك هذه المرتفعات متاثرة باتجاه الرياح والحركة العامة للأرض ، وتنتقل باتجاه الشمال الشرقي بين خط عرض 30° و 60° وبالاتجاه الجنوب الغربي بين خط عرض 60° والقطب ، والجدول رقم - ٧ - يبين وحدات قياس الضغط .

- قياس الضغط الجوي : يتم قياس الضغط بأحد الأجهزة التالية :

Baromètre à mercure

- جهاز قياس الضغط الرئيسي :

Baromètre métalique

- جهاز قياس الضغط المعدني :

Alti mètre

- جهاز قياس الضغط في الجو - مقياس الارتفاع :

Barographe

- مسجل الضغط :

جيدول رقم - ٧ - الوحدات المستعملة في قياس الضغط

- الدين Dyne : يساوي القوة اللازمة لتحريك كتلة مائية وزنها ١ غ
مسافة ١ سم خلال زمن قدره ١ ثانية .

- الميليار mb : هي الوحدة المستعملة عادة في قياس الضغط = ١٠٠٠ دين

- البار Bare : وهي الوحدة الحركية لقوة الضغط الواقعة على مسافة
 $1 \text{ سم}^2 = 1000 \text{ mb}$

$$1 \text{ مم زئبقا} = 10^{35} \text{ ميليار} .$$

$$1 \text{ ميليار} = 10^{-35} \text{ مم زئبقا} .$$

$$1 \text{ إنثا} = 10^{33} \text{ ميليار} .$$

وقد تم حساب مقدار الضغط الجوي الذي يساوي وزن الهواء الجوي في
وحدة المساحة عند مستوى سطح البحر ، وعلى درجة حرارة 15° م ، وعند خط
العرض $40^\circ \text{ م شمالاً}$ فوجد أنه يساوي وزن عمود من الزئبق طوله ٧٦ سم ومساحة
قاعده 1 سم^2 وزنه 10^{33} غ .

٢-٤ الرياح والجبهات :

تعرف الرياح بأنها الحركة الأفقية للهواء التي تحدث نتيجة اختلاف الحرارة
والضغط بين منطقتين ، فتتجه كتلة الهواء من منطقة الضغط المرتفع باتجاه منطقة
الضغط المنخفض ، ومن أهم العوامل التي تحدد حركة الرياح وسرعتها واتجاهها

ما يلي :

- توزع اليابسة والمحيطات .

- تدرج الضغط الجوي وشدة هذا التدرج .

- الجاذبية الأرضية والقوة الطاردة المركزية .

- دوران الأرض وانحراف الرياح .

- شكل سطح الأرض وأثر قوة الاحتكاك .
- تأثير الارتفاع في حركة الرياح واتجاهها .
- التغيرات اليومية والفصلية للرياح .
- الأشجار والغابات والغطاء النباتي .

توب الرياح على ارتفاع ٦٠٠ م تقريباً بشكل مواز تماماً لخطوط تساوي الضغط ، ولا تدور بشكل حلزوني كما يحدث عند مستوى سطح الأرض نتيجة تأثير الرياح بالاحتكاك مع السطوح التي تلامسها ، فتؤدي إلى تناقص سرعتها .
تحتختلف درجة الحرارة الريح عن مسار خطوط الضغط Isobares حسب السطح حيث تكون بحدود ١٠° فوق المحيطات ، ونحو ٤٥° أو أكثر فوق الأرض الوعرة ، كما تكون سرعة الريح السطحية بحدود نصف سرعة الريح العلوية بعيدة عن تأثير الاحتكاك بالسطح .

٣-٢-١- حركة الرياح وسرعتها :

تكون الرياح عمودية على خطوط تساوي الضغط ، وتتعلق من مركز الضغط المنخفض ، ويستمر اتجاهها بدون دوران الأرض (وهذا ما يظهر فعلاً على خراطة الطقس) ، لتبدد في الاتجاهات كافة ، وتعمل حركة دوران الأرض على تغيير اتجاهها ليصبح مثلاً على خطوط تساوي الضغط ، وتستمر في الدوران لتوازي تقريباً هذه الخطوط عند الحدود الخارجية للارتفاع الجوي .

تدل خطوط تساوي الضغط على شدة تغير الضغط ، فترداد الشدة بتقاربها وعندها تزداد سرعة الريح عامة ، بينما تقل الشدة وتتناقص سرعة الريح كلما تباعدت .

٣-٢-٢- حركة الرياح العامة : La circulation des vents

تبدا الحركة العامة في الطبقات العليا من الجو حيث ترتفع كتل الهواء الساخنة الهائلة فوق خط الاستواء ، ثم تتجه نحو القطب الشمالي (في نصف الكره الشمالي) ،

وتبدأ بالانحراف نحو الشرق ، لتشكل منطقة ضغط مرتفع فوق خط عرض 30° ، تطلق منها باتجاه سطح الأرض رياح الألزية Alizés التي تهب بانتظام تفريجاً من الشمال الشرقي ، كما يتجه جزء باتجاه الشمال الشرقي ويشكل الرياح الغربية السائدة في مناطق العروض المتوسطة .

ومع هذا يستمر قسم كبير باتجاه شمالاً ، ليبرد ويزداد ضغطه ويشكل فوق القطب الشمالي منطقة ضغط مرتفع دائمة ، تهب منها الرياح الشمالية الشرقية الباردة ، والتي تتفق مع الرياح الغربية وتشكل الجبهات القطبية ،

ويلاحظ تأثير هذه الجبهات بشكل واضح شتاء في منطقتنا ، وقد يستد تأثير موجات الرياح الباردة Vagues de froids يصل إلى المناطق الاستوائية .

تكون حركات الرياح في نصفي الكرة الأرضية متشابهة تماماً ، إلا أن اتجاهها في نصف الكرة الشمالي يكون عكسه في نصفها الجنوبي ، ويمكن تقسيم العالم حسب مجموعات الرياح السائدة فيه إلى المناطق التالية :

١ - منطقة الهدوء الاستوائي : Zone des calmes équatoriaux

تهب رياح سطحية منتظمة باتجاه خط الاستواء من الشمال والجنوب ، تسمى رياح الصابيات Alizés ، وكلما تقدمت هذه الرياح الباردة ارتفعت درجة حرارتها ، فتبدأ بالارتفاع لتشكل منطقة ضغط جوي مرتفع تسمى منطقة الهدوء الاستوائي ، والتي تكاد تخلي من التيارات الأفقية ، ولهذا لا يمكن للمراكب الشراعية أن تبحر في هذه المنطقة ، وقد يستمر الهدوء لأسباب طويلة ، وفي فصل الصيف تحمل التيارات الصاعدة كميات هائلة من بخار الماء ، وتشكل في سمائها الأعاصير والعواصف الاستوائية ، وتسقط فيها أكبر كميات من المطر على وجه الأرض .

٢ - منطقتي رياح الصابيات (الألزية) : Zone des Alizés

تسود رياح تهب بانتظام في نصف الكرة الشمالي من جهة الشمال الشرقي ،

ويسكن للطائرات المتجهة نحو الغرب الاستفادة من هذه الرياح فتزيد سرعة طيرانها ، وتكون السماء صافية فوق منطقة هبوبها وبخاصة حول خط عرض °٣٠ و مع اقترابها من خط الاستواء تدخل منطقة الهدوء الامستوائي ، أما في نصف الكرة الجنوبي ف تكون الرياح السائدة جنوبية شرقية وتسائل النصف الشمالي في باقي التفاصيل .

٣ - منطقتي الهدوء المداري : Zone des calmes tropicaux

تسود فوق المدارين منطقتاً سليمة بسبب التسخين الذاتي للهواء النازل : وتكون السماء صافية تقريباً باستمرار ، والرياح ضعيفة غير محددة الاتجاه ، مما يسبب تعطل حركة السفن الشراعية في البحار، ويكون الطقس مدارياً جافاً وصحراءً يندر فيه سقوط الأمطار .

٤ - منطقتي الرياح الغربية السائدة : Zone des vents d'ouest

وهي مناطق تهب فيها الرياح من جهة الجنوب الغربي أو الشمال الغربي .

٥ - منطقتي الرياح الشرقية القطبية : Zone des vents d'est polaires

تسمى حدودها العجيبة القطبية ، وهي تهب من الشرق وتتجه نحو الجنوب الغربي ، وعندما تلتقي هذه الكتل الهوائية المجاورة مع رياح معاكسة تتشكل جبهات هوائية يختلف اتجاهها وسرعتها ورطوبتها وحرارتها حسب قوة هبوب كل من الكتلتين ، وتنتج عن ذلك العواصف المطرية والثلجية .

٦-٢-٣- الكتل الهوائية : Les masses

يستعمل تعبير الكتلة الهوائية للدلالة على خلية ضغط مرتفع ذات ميزات خاصة ، وهي كتل هائلة تغطي مساحات تصل إلى مئاتآلاف الكيلومترات المربعة ، وتكون متحانسة من حيث درجة الحرارة ونسبة الرطوبة عند مستوى أقصى واحد ، وتكتسب حرارة السطح الذي تتشكل فوقه . ف تكون باردة وجافة عندما تأتي من

القطبيين بينما تكون حرارة ورطوبة فوق المحيطات الاستوائية ، ويمكن تبيين أنواع الكتل ووزنها على الخراطة كما في الجدول رقم ٨ .

جدول رقم ٨ - أنواع الكتل الهوائية

الرمز على خارطة العالم	الكتلة	
T	١ - المكتلة الاستوائية الحارة الرطبة	
A	٢ - المكتلة القارية الشمالية الباردة	
P	٣ - المكتلة القطبية شديدة البرودة	
وتشمل أحد الأنواع الثلاثة أبرد من السطح الذي تعبر فوقه آخر من السطح الذي تعبر فوقه	C	٤ - المكتلة المارة فوق القارات
	m	٥ - المكتلة المارة فوق المحيطات
	K	٦ - المكتلة الهوائية الباردة
	W	٧ - المكتلة الهوائية الحارة

ونبين خصائص بعض هذه الكتل ومدى تأثيرها في الطقس فيما يلي :

١ - الكتل الهوائية القارية والمحيطية :

تحتختلف درجات حرارة هذه الكتل ونسب رطوبتها بسبب تباين قدرة كل من اليابسة والماء على امتصاص الاشعاع وتخزين الحرارة ، فهي تتحقق في عدة مستويات فقط من سطح الأرض على اليابسة ، بينما يتصل الماء الحرارة بكميات أكبر تصل إلى عمق حتى - ٢٥ م ، كما تقوم الأمواج بنقل الحرارة إلى مسافات أبعد أفقياً على شكل تيارات دافئة ، والى أعماق أكبر عمودياً .

ويتضح عن هذه الحقيقة أن المحيطات تسخن ببطء وتبرد ببطء أكثر من القارات إضافة إلى أن المدى الحراري يكون أضيق فوق المحيطات المفتوحة بحيث لا يزيد

الفرق بين الحرارة المتوسطة الشتاء والصيف على 10° م ، كما أن ذوبان الثلوج يسبب التأثير الفصلي الحراري Retard thermique بسبب استهلاكه جزءاً كبيراً من حرارة فصل الربيع إذ أن كمية الحرارة اللازمة لذوبان 1 كغ من الجليد على درجة حرارة (0° م) تساوي كمية الحرارة الالازمة لرفع حرارة 1 كغ من (0° إلى 80° م) ، كذلك يتاخر فصل العریف والشتاء نتيجة انطلاق هذه الكميات الهائلة من الحرارة عند تجمد مياه المحيطات ، ولهذا كله تكون الرياح والغيوم الهوائية المحيطية ملطفة للجو .

٢ - الكتل الهوائية الاستوائية :

تكون هذه الكتل حارة عادة ، وتبرد ببطء شديد نتيجة مرورها فوق أرض باردة ، تمتاز الكتل الاستوائية البحرية بالحرارة العالية والرطوبة الشديدة ، وتعرض الطبقات السفلية منها للتبريد بملامسة اليابسة فتزداد كثافة وتبقى قرب سطح الأرض ، ويستمر التبريد مع اقترابها من الجبال مما يؤدي من استقرار الجو ، ولهذا فإن تأثير الكتل الاستوائية وبخاصة البحرية منها يستمر عادة لفترة طويلة .

٣ - الكتل الهوائية القطبية :

تكون الكتل الهوائية قطبية المنشأ باردة عادة ، وتنخفض حرارتها فتسخن وتزداد رطوبة عند مرورها فوق المحيطات ، ويتراوح ذلك مع الاشطراب الجوي وتشكل الغيوم وشتي أنواع الهطول ، بينما تزداد برودة وجفافاً بمرورها فوق القارات .

والجدول رقم ٩ - يبين أهم الفروق بين الكتل الهوائية الحارة والباردة .

جدول رقم ٩ - أهم الفروق بين الكتل الهوائية الحارة والباردة

نوع الكتلة الهوائية الاستقرار حركة الرياح الرقيقة الفيوم الهطول

- الباردة : غير مستقرة ، شديدة ، جيدة ، ركامية ، هواسف ماء طر
- الحارة : مستقرة ، منتظمة ، ضعيفة ، طبقية ، رذاذ

يقي الطقس مستقراً عندما تغطي كتلة هوائية كبيرة مساحة كبيرة من الأرض الحارة وتدور حولها : ويصبح غير مستقر عندما تكون الكتلة الهوائية باردة وتغطي مساحة من الأرض الحارة التي تسخن الجزء السفلي من الكتلة فتشكل التيارات والدوامات وتظهر العيوب تراكية الشكل Consultezme المطرة .

٣-أسئلة التجارب والبيان : Fronts et temps frontal

تشكل الجبهة عند قلاني كتلتي هواء أو أكثر متباينتين في الضغط والحرارة والرطوبة ، ولا تمرج هذه الكتل بمسؤولية إلا إذا كانت متقاربة من حيث حرارتها وحالة رطوبتها hygrométrique ، وتسى الحدود الفاصلة بينها الجبهات .

تنزلق عادة كتل الهواء البارد تحت الكتل الأحر التي ترتفع بدورها إلى الأعلى، فإذا بقيت الحدود بين الكتلتين في مكانها دون تغير سمت الجبهة ثابتة أو مستقرة : Front stationnaire ، غالباً ما تتحرّك الجبهة فتحل كتلة محل أخرى ، فإذا دفعت كتلة باردة كتلة حارة أمامها فالجبهة الفاصلة بينهما هي جبهة باردة Front froid ، أما إذا تراجع الهواء البارد فإن الهواء الحار ينزلق فوقه ويفيد إلى تشكيل جبهة حارة Front chaud ، وتسبب الجبهات عامة تشكيل الطقس المردي :

هذا وتمتاز الجبهات الهوائية كافة بالميزات والخصائص التالية :

- ١ - تكون الجبهات على الحدود الخارجية للارتفاعات الجوية ،
- ٢ - لا ت تكون الجبهة إلا بين خلايا هوائية جوية متباينة الحرارة ،
- ٣ - يرتفع الهواء الساخن فوق الهواء البارد دائماً عند تشكيل الجبهات ،
- ٤ - عند تشكيل الجبهة بين مرتفعين جويين تمر كثر أمامها خلية ضغط جوي منخفض Thailweg . بحيث يتناقص الضغط بتقدم الجبهة ويعود للارتفاع بعد مرورها ،

٥ - تكون حركة الرياح قرب سطح الأرض باتجاه دوران عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي عند مرور الجبهة .

- الجبهات القطبية والاستوائية : *Fronts polaires et équatoriaux*

تتوارد جبهة قطبية باردة بشكل شبه دائم عند خط العرض 60° نتيجة تلاقي الرياح القطبية الشمالية الشرقية الباردة مع الرياح الجنوبيّة الغربية السائدة المعتدلة، ويعزى تزايد تدفق الكتل الهوائية الباردة شتاءً تصل الجبهات الباردة إلى أوروبا وحتى شمال أفريقيا وأواسط آسيا ، بينما يسبب تسخن القارات صيفاً تكون جبهات ضعيفة أو مستقرة ، ومن الجبهات القوية التي يتعرض لها نصف الكرة الشمالي ذكر :

- الجبهات التي تنشأ شمال غرب المحيط الهادئ *. Le pacifique*

- الجبهات التي تنشأ شمال غرب المحيط الأطلسي *. L'atlantique*

أما الجبهة الاستوائية فتبدأ في منطقة تلاقي التيارات بين المدارين : *Zone de convergence intertropicale* ورغم كون درجات الحرارة متماثلة تقريباً شمال هذه الجبهة وجنوبها ، إلا أنها تغير مكانها باتجاه الشمال صيفاً لتشكل خط نشاط الطقس وتغيره *Une ligne d'activité météorologique* . وبعد هذا النشاط مسؤولاً عن تكون الأعاصير ، ويلاحظ امتداد هذه الجبهات حتى أواسط أوروبا مما يؤدي إلى دفع الجبهات القطبية الضعيفة شمالاً .

- تتابع حالات الطقس : *Les temps succenifs*

يؤدي قدوم جبهة هوائية باردة كثيفة إلى ظهور حالات الطقس الممينة أدناه وبالتالي وهي :

١ - انخفاض تدريجي للضغط مع هبوب رياح جنوبية أو غربية وظهور غيوم ركامية عالية .

٢ - تشكل غيوم ركامية وارتفاعها وتكاثفها وبدء المطرول وتزايد سرعة الرياح واستمرار انخفاض الضغط .

- ٣ - يترافق مرور الجبهة مع تشكيل دوامات الهواء التي تحرف نحو الغرب أو الشمال وتهب الرياح بعصفات قوية *Fortes rafales* ويستمر الهطول قوياً ، ويصل ميزان الضغط إلى أدنى قيمة له .
- ٤ - يلي مرور الجبهة عادة ظهور فترة انشاع *Eclaircie* سريعة نسبياً ، وتبقى الغيوم مخطية السماء خاصة فوق المناطق الرطبة والجبلية لفترة من الزمن .
- ٥ - يعود الضغط الجوي للارتفاع بسرعة ،
- ٦ - تنخفض درجات الحرارة بعد مرور الجبهة .
- ٧ - يصبح هبوب الرياح منتظاماً *Vents réguliers* من جهة الغرب أو الشمال الغربي .
- ٨ - يلي مرور الجبهة الباردة الكامل سيادة طقس مميز للمرتفع الجوي لعدة أيام .
- ٩ - يمتاز هذا الطقس بزيادة تعكر الجو *La nébulosité* الذي يسبق وصول جبهة حارة ،

كما يترافق مرور الجبهة الهوائية الحارة بظهور حالات الطقس المميزة بالتالي:

- ١ - بداية انخفاض الضغط وظهور الغيوم السمحاقية المرتفعة .
- ٢ - استمرار انخفاض الضغط وتحول بعض الغيوم إلى سمحاقية طبقية كثيفة .
- ٣ - قد تظهر الغيوم السمحاقية الركامية الكثيفة ، وترافق مع عدم استقرار الطقس وفعاليته مع دوامات وتيارات وعواصف وهطلات ،
- ٤ - تظهر الغيوم الطبقية العالية والمتوسطة في الجو المستقر ويصبح لون السماء رصاصي *Ciel en plomb* وتدأ الأمطار والثلوج بالسقوط وتستمر حتى بعد مرور الجبهة .

- ٥ - يكون الشكل النهائي للنظام القيمي المميز للجبهة الحارة في الجو غير المستقر هو سيادة الفيوم الطبقية الركامية والطبقية المطررة والركامية المطررة .
- ٦ - تشكل الفيوم الطبقية المنخفضة نتيجة ازدياد رطوبة الهواء بعد هطول الأمطار وهي تغطي خلفها باقي الفيوم المذكورة أعلاه .
- ٧ - تقشع الفيوم وتصفو السماء فور مرور الجبهة الحارة .

تكون الجبهة مستقرة إذا لم تتحرك أو تحركت ببطء شديد ، وتبدو ظروف الطقس مائلة لطقس الجبهات الحارة ، ويُمكن أن تستقر لفترة طويلة عندما تكون مترافقه مع أمطار خفيفة . وتمر الجبهة الضعيفة دون ترك آثار ملموسة ، وتحدث عند تلاقي كتل هوائية متساوية الحرارة والرطوبة وتمتاز فقط بتغير اتجاه الرياح في لحظة مرورها ، وقد تحول إلى جبهة باردة .

- دورة المنخفض الجبوري : *Vie d'une dépression frontale*

يلاحظ أن خلية الضغط المنخفض تبدأ بالتكوين خارج المدارين اعتباراً من نقطة تلاقي جبهتين باردة وحارة ، وتتبع أثناء تطورها المراحل التالية :

- ١ - لا بد من وجود خط تلاقي جبهتين لتبدأ خلية الضغط المنخفض بالظهور عند نقطة التقاءهما .
- ٢ - يزتق الرياء البارد الناري تحت الرياء الحار الخفيف ، لتحول نقطة الالتقاء إلى نظام متوج *Système ondulaire*.
- ٣ - تستقر الجبهة الباردة بدفع الجبهة الحارة أمامها وتزليق تحتها ، وهكذا تنتهي الجبهة الحارة بالاتحاد مع النظام المتوج .
- ٤ - بما أن سرعة حركة الجبهة الباردة هي خالدة ، سرعة حركة الجبهة الحارة تترتب : لهذا تترك الجبهة الحارة خلفها منقطة خفيفة منخفض تستمر بالاتساع ليتحول النظام المتوج إلى ذروة وأصبح *Une crête distincte* .

٥ - تنتهي الجبهة الباردة باللحاق بالجبهة الحارة فتعمل عندئذ على رفعها كلية إلى الأعلى .

٦ - تبقى خلية الضغط المتلخص قرب سطح الأرض ، وتدور فيها الرياح بعكس حركة عقارب الساعة ، وتلاشى عند اختلاط الهواء الحار بالبارد .

٧ - تزداد هذه المراحل المتلاحقة بتلاصق الضغط وخاصة بعد مرور الجبهة الحارة ، يليها ارتفاع الفحش وتحسن حالة العلقم بانتظار وصول الجبهة الباردة .

ـ الجبهة المتصادمة : Le front occlus

تظهر الجبهة المتصادمة عند قدوم جبهة باردة سريعة بعد جبهة حارة بطيئة ، وتنتهي باللحاق بها ورفع الهواء الحار عالياً ، وتشكل خط تصدام Occlusion يزداد عنقاً وفاعلية جوية كلما زاد الفرق في سرعة الكتل الهوائية ، وتشكل على جانبي خط التصادم المضطرب ، اعتباراً من سطح الأرض اليوم التالي :

- الغيوم الركامية المطرة ،
- الغيوم الركامية العالية ،
- الغيوم الطبقية المطرة ،
- الغيوم الطبقية العالية ،
- الغيوم السمحاقية الطبقية ،
- الغيوم السمحاقية .

التطبيق العملي :

- ١ - ارسم شكلان يبين المرتفع والمنخفض الجويين ، وبين تدرج الضغط عليه .
- ٢ - بين بالرسم كيف تحدد موقع المرتفع والمنخفض الجوي .
- ٣ - احسب قيم الضغط الجوي اعتباراً من سطح البحر وحتى أعلى قمة في القطر .
- ٤ - مثل الحركة العامة للرياح على سطح الكرة الأرضية ولاحظ التمايز بين نصفيهما .
- ٥ - قارن بين الجبهة الهوائية الباردة والجبهة الحارة وبين أسباب تشكيلها .
- ٦ - لخص سليم بوفورت لتقدير سرعة الرياح وبيان آثارها في سطح الأرض .
- ٧ - عدد أنواع الرياح التي تهب على القطر وما هي آثارها في الطقس .
- ٨ - قارن ضمن جدول بين الجبهتين الهوائيتين الحارة والباردة وبين آثارهما .



الجلسة العملية الرابعة

١- رطوبة الهواء والتكتاف :

١-١- رطوبة الهواء الجوي : *Humidité de l'air*

تعطي المحيطات والبحار والأسطح المائية نحو ٧٠٪ من سطح الأرض ، وينطلق الماء من هذه المصادر على شكل بخار باتجاه الجو ، ويصادف الماء في الهواء على شكل بخار *Vapeur* أو على شكل قطرات سائلة *Liquide* أو متجمدة صلبة *Solide* وتنسى نسبة الماء في الغلاف الجوي : رطوبة الهواء .

يتحول الماء إلى الحالة الغازية عن طريق التبخر *Evaporation* بتأثير الطاقة الحرارية الناتجة عن أشعة الشمس الواردة إلى سطح الأرض ، وتتوقف كمية البخار المنطلق على قدرة الهواء الجوي على التبخر *Pouvoir évaporante de l'air* وهو عامل مناخي هام جداً يتأثر بعوامل عديدة نذكر منها :

- الطاقة الشمسية .
- الرياح .
- حرارة الهواء .
- حرارة السطح المتبخّر .
- توفر الماء .
- رطوبة الهواء الجوي .
- شكل السطح المعرض وحجمه .

يزيد حجم الماء المتبخّر سنوياً من سطح الأرض على ٥١٨٠٠٠ كم^٣ وهذه الكمية تعادل غلاف سماكته نحو ٦٪ ، ويغير عن رطوبة الهواء الجوي بطرق عديدة منها :

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| Pression du vapeur d'eau | ١ - ضغط بخار الماء : |
| Saturation | ٢ - الإشباع : |
| Humidité absolue | ٣ - الرطوبة المطلقة : |
| Humidité relative | ٤ - الرطوبة النسبية : |

تدل الرطوبة النسبية على كمية بخار الماء الموجود في الهواء منسوبة إلى كمية البخار العظمى التي يمكن أن تحتوي عليها الهواء ، وتزداد قدرة الهواء على حمل بخار الماء مع تزايد درجة حرارته ، لذلك فإن انخفاض الحرارة يؤدي إلى انخفاض قيمة الرطوبة النسبية في كمية الهواء نفسها ، فيحتوي الهواء المشبع ببخار الماء على درجة حرارة 30°C على نحو 20 g/m^3 ، وتكون رطوبته النسبية 70% (نقطة الندى Point de rosée) ، بينما لا تزيد كمية بخار الماء العظمى التي يمكن أن يحملها الهواء على 17 g/m^3 على درجة حرارة 20°C ، وهكذا فإن كل 1 m^3 من الهواء المشبع يتخلص من نحو 13 g بخار ماء عندما تخفيض درجة حرارته من 30°C إلى 20°C وتحول هذه الكمية إلى قطرات تشكل النيوم ويفد كمن أن تسقط على شكل مطر أو ثلج .

والجدول رقم - ١٠ - يبين المحتوى الأعظمي للهواء من بخار الماء وتغيرات الرطوبة النسبية حسب درجات الحرارة .

جدول رقم - ١٠ -

نسبة بخار الماء في الهواء وتغير قيم الرطوبة النسبية حسب الحرارة

الرطوبة النسبية %								درجة الحرارة
١٠٠	٥٧	٤٥	٢١	٢٤	١٦	٣	٣٠	
١٠٠	٧٩	٥٤	٤٢	٤٨	٢٨	٣	٥٠	
١٠٠	٦٩	٥٣	٣٦	٣٦	٣٦	٣	١٦	
١٠٠	٧٧	٥٢	٥٢	٥٢	٥٢	٣	٠١٠	
١٠٠	٦٧	٥٦	٦٧	٦٧	٦٧	٣	٥٦	
صفر	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠			
بخار/هواء g/m^3								
٢٠٤	٤٨٥	٤٥٤	٢٧	٢٧	٩٤١	١٣٦٥	١٧٣١	٣٠٤

الماء المتبخّر

٥ - معامل التبخّر: هو نسبة الماء المتبخّر إلى الماء المهاطل = $\frac{\text{الماء المتبخّر}}{\text{الماء المهاطل}} \times 100$

٦ - فرق الإشباع: هو الفرق بين الضغط الأعظمي لبخار الماء الممكن تواجده في الجو عند درجة الإشباع في درجة حرارة معينة والتوتر الفعلي لبخار الماء الموجود فعلاً في الهواء .

٧ - فوق الإشباع: هو الحالة التي يزيد فيها توتر بخار الماء في الجو على التوتر الأعظمي ، أي زيادة كمية بخار الماء على الحد الأقصى العادي .

٨ - نقطـة الـندـى: هي الـدرجـة الحـديـة من الـحرـارـة التي يـصـبـحـعـنـدهـاـ الـهوـاءـ الجـوـيـ غـيرـ قـادـرـ عـلـىـ حـمـلـ مـاـ بـهـ مـنـ بـخـارـ مـاءـ وـالـتـيـ يـتـكـافـعـعـنـدـهـاـ الـبـخـارـ الرـائـدـ .

٤-٢- التكافـف : Condensation

التكافـفـ هو تحـولـ بـخـارـ المـاءـ إـلـىـ الـحـالـةـ الـسـائـلـةـ ، وـهـوـ يـحدـثـ ظـرـيـاـ عـنـدـمـاـ تـصـبـحـ دـرـجـةـ الـحـرـارـةـ فـيـ كـتـلـةـ الـهـوـاءـ عـنـدـ نـقـطـةـ الـنـدـىـ وـالـتـيـ يـصـبـحـ فـيـهـاـ ضـغـطـ بـخـارـ المـاءـ عـنـدـ حـدـهـ الـأـعـظـيـ (ـالـإـشـبـاعـ)ـ ، وـعـنـدـ عـدـمـ حدـوثـ التـكـافـفـ تـصـلـ كـتـلـةـ الـهـوـاءـ إـلـىـ فـوـقـ إـلـيـشـبـاعـ حـيـثـ يـمـكـنـ أـنـ تـجـاـزـ نـسـبـةـ بـخـارـ المـاءـ سـتـةـ أـسـعـافـ الضـغـطـ الـأـعـظـيـ أـحـيـاناـ ، خـاصـةـ فـيـ الـأـرـقـاعـ الشـاهـقـةـ وـبـغـيـسـابـ نـوـيـاتـ التـكـافـفـ : Noyaux de Condensation . وهي عـبـارـةـ عـنـ ذـرـاتـ دقـيقـةـ تـقـرـاوـحـ أـقـطـارـهـاـ بـيـنـ ١ـ٠ـ وـ ٠ـ٠ـ٠ـ١ـ مـيـكـروـمـ وـتـكـافـفـ مـنـ وـاحـدةـ أوـ أـكـثـرـ مـنـ الـمـوـادـ التـالـيةـ :

- جـزيـئـاتـ : دقـيقـةـ مـعـلـقةـ مـثـلـ : الـفـيـبـارـ - ذـرـاتـ الـأـمـلاحـ - الـتـرـابـ .

- أـيونـاتـ : تـتـسـجـ عنـ تـفـكـكـ جـزـيـئـاتـ أـكـبـرـ .

- بـلـورـاتـ جـلـيدـيـةـ : حـبيـباتـ الـبـرـدـ أوـ أـكـاسـيدـ الـأـزـوـاتـ التـشـكـلـةـ نـتـيـجـةـ الـعـوـاصـفـ الـرـعدـيـةـ .

يشكّل البخار في الهواء المشبع على شكل قطرات Gouttelettes دقيقة جداً تراوح أقطارها بين ٤ و ٢٠ ميكروناً، وتشبه حركتها في الهواء حركة ذرات الغبار المعلقة التي تتحرك خلال شعاع شمسي حركة مستمرة، فإذا افترضنا أن

متوسط أقطارها $\frac{1}{100}$ مم فيزمنها ٦٦ ساعة تقريباً لتسقط من ارتفاع ٨٠٠ م في

البعو الهدى تماماً، وهي تبقى معلقة في الهواء أبداً طالما بقيت صغيرة وبقي الهواء مضطرباً، ويزيد حجمها وتتسامى نتيجة التجمع والالتصاق Coalescence

لتشكل قطرات تبدأ بالسقوط نحو الأرض عندما يزيد قطرها على $\frac{1}{5}$ مم،

ويقدر حجم قطرة المطر المتوسطة بآلاف المرات من حجمها عند بداية تشكيلها، تتشكل قطرات بأحجام مختلفة وتكبر لتشكل قطرات Gouttes باحدى الطرق التالية:

- تتوارد في الغيوم نتيجة التكاثف قطرات بأحجام مختلفة تتحرك الصغيرة منها بسرعة تفوق سرعة الأكبر حجماً، مما يؤدي إلى تلاقيها واندماجها وتعاظم أحجامها، وهذا يحصل في الغيوم الطبقية المطررة والغيوم الأخرى المنخفضة.

- يحدث التجمع بشكل رئيس حول بلورات الثلج حيث تتجذب قطرات الماء وتتجسد كما في حالة الغيوم الركامية المطررة، وقد يحدث التجمع حول حبيبات البرد ولذلك يكون المحلول جامداً في العقدس البارد.

- تؤدي العواصف الرعدية إلى تشكيل أكاسيد الأزوت ذات القدرة العالية على استقطاب الماء Hygroscopic، فتشكل نويات للتكتاف.

وعندما تصبح التيارات الصاعدة غير قادرة على حمل هذه قطرات تبدأ بالسقوط باتجاه الأرض وتختلف سرعة سقوطها حسب قطرها، كما هو مبين في الجدول رقم ١١ -

جدول رقم - ١١ -

العلاقة بين سرعة سقوط قطرات قطرها

القطر / م	سرعة السقوط / م/ث
٦٠	٣٠٠ م / ث
٥٠	٣٢٠ م / ث
٤٠	٣٤٠ م / ث
٣٠	٣٦٠ م / ث
٢٠	٣٧٧ م / ث

ويمكن التعبير عن المسافة التي تقطعها قطرات كما في الجدول - ١٢ -

جدول رقم - ١٢ -

العلاقة بين قطر قطرات وارتفاع سقوطها

ارتفاع السقوط / م	القطر / م	وقت السقوط / دقيقة	٦٦	٤٨	٣٠	١٠
٢٥٠	٢٤٠٠	٧٥٠	٥٠	٥٥٠	٦٠	٩٠
٢٠٠	٢٤٠٠	٦٥٠	٦٠	٦٣٠	٦٥	٩٥
١٥٠	٢٤٠٠	٥٥٠	٥٠	٥٨٠	٥٩	٩٠

يقدر عدد قطرات في سم^٢ من الفيوم بحو ١٠٠٠ - ١٥٠٠ قطرة وهي تعادل ٥٠ - ٢ غ ماء/م^٢ ولا تزيد هذه الكمية على $\frac{1}{2}$ الماء الذي يحمله الهواء المشبع ، إذ يوجد إضافة لذلك نحو ٧ غ/م^٢ من بخار الماء .

يلاحظ أنه يسقط من غيمة ارتفاعها ٣٠٠٠ م نحو ٣ م مطرًا فعليًا كل يوم لمدة ٤ - ٥ أيام ، بينما يمكن أن يسقط منها نظرًا ١٠٠ - ١٢٥ م مطرًا في حال توافر الشروط المثالية للهطول ، كما يمكن أن تتلاشى وتنفشع في ساعات قليلة .

يحدث التكاثف اعتباراً من سطح الأرض حتى ارتفاعات عالية ، وتنتج نوعين هنا : سطحي ومرتفع •

٤-١-٩- التكاثف السطحي

يحدث التكاثف السطحي أو المعنخن نتيجة تأثير بروادة سطح الأرض في الطبقة الهوائية الملامسة له ، وكلما زادت بروادة السطح زادت السرعة التي يصل فيها الهواء إلى نقطة الندى فيبدأ التكاثف •

ومن أهم الظواهر الجوية المائية الناتجة عن هذا التكاثف لذكر ما يلي :

١ - الضباب : Brouillard

يتكون الضباب في الطبقات القرية من سطح الأرض ونادراً ما يرتفع أكثر من ٥٠٠ م ، وهو تجمع لقطيرات التكاثف الدقيقة التي تتشكل في الصباح الباكر أو المساء وذلك عندما تكون رطوبة الهواء مرتفعة لأكثر من ٩٠٪ ، ويذوب الضباب عدة ساعات عادة وقد يستمر وجوده لفترات أطول •

ويقسم الضباب إلى الأشكال التالية :

- الضباب الإشعاعي •
- ضباب الاختلاط •
- الضباب المحمل •
- ضباب المنحدرات والسفوح •
- الضباب البخاري •
- ضباب المدن •
- الضباب الجهي •

٢ - الشابورة :

وهي عبارة عن ضباب خفيف يمكن الرؤية من خلاله لمسافة تزيد على ١ كم ، تعطي النساء لوناً أبيض باهتاً ، بينما لا يمكن الرؤية بوجود الضباب لأكثر من ٥٠٠ متر .

٣ - الندى : Rosée

توضع قطرات التكافث في الليل في شديدة البرودة على سطح الأرض والنباتات مشكلة الندى ، والذي قد يكون مصدراً لإمداد النباتات البعلية بالماء في بعض المناطق عندما يتشكل باستمرار، وقد تحول هذه قطرات إلى بدورات الجليدأبيض Givre blanc التي تسبب صدح النباتات نتيجة شدة البرودة ، كما تمد الأرض والنبات بالرطوبة اللازمة (٣٣ مم / يوم) .

٤-٢-٤- التكافث المرتفع :

يؤدي التكافث إلى تشكيل الغيوم على ارتفاعات مختلفة ولا بد من التبريد الذاتي لقتل الهواء نتيجة ارتفاعها حتى تصل إلى مستوى التكافث ، ويمكن أن تقسم الغيوم حسب طريقة تشكيلها إلى نوعين رئيين هما :

- غيوم وكمية : Amorcelés = Accumulés = Cumulus
نشأت عن تيارات جوية صاعدة .

- غيوم طبقية : Napes = Couches = Stratus
تشكل في طبقة من الهواء تبرد إلى تحت نقطة الندى بغير التيارات وتتوسط في طبقات .

بالإضافة إلى التصنيف السابق البسيط فإن الغيوم تصنف ضمن أربع مجموعات أو فصائل Types = groupes وذلك بحسب ارتفاعها : غيوم مرتفعة - غيوم منخفضة الارتفاع - غيوم منخفضة وبحسب شكلها : غيوم على شكل قلاع قد تكون حدودها السفلية منخفضة ولكنها قد تصل إلى ارتفاعات شاهقة ١٥ - ٢٠ كم .

يدل اسم الغيم على طبيعته فـ "ستلا" تسمى الغيم التي تعطي مطرًا أو ثلجًا الغيم المطار ، ويضاف إلى اسمها الأول ، المقطع اللاتيني : Nimbus . كما يضاف إلى اسم الغيم المقetta أو المجزأة المقطع اللاتيني Fractos في حالة الغيم التي تتعرض لرياح شديدة تعمل على تمزيقها ثم تبديدها ، بينما تسمى الغيم العالية Altos من الفصائل المتقطعة أو المرتفعة سواء أكانت طبقية أم ركامية .

أولاً - الغيم المرتفعة (العالية) Les nuages élevés

ت تكون بشكل كامل تقريباً من بلورات الثلج نتيجة الانخفاض الشديد للحرارة ، حيث تقع قاعاتها على ارتفاع ٦٠٠٠ م بال المتوسط فوق سطح الأرض ، ويوجد منها ثلاثة أنواع :

١ - الغيم السمحاقية (Ci) Les Cirrus :

هي غيم رقيقة وخفيفة ذات مظهر ريشي ، تتالف من بلورات جليدية ، وهي تتشكل على ارتفاع ٧٥٠٠ م على الأقل ، وتكون منتشرة على شكل ألياف ريشية تسمى أذناب القط . Queues de chat .

٢ - الغيم السمحاقية الركامية (Cc) Les Cirro-cumulus :

تشكل عادة بين ارتفاعات ٦٠٠٠ - ٧٥٠٠ م وهي فادرة ، تكون رقيقة تتوضع في طبقات متتالية متوجبة Ondulaire متقاربة تلقي ظلالاً واضحة ، تعلب عليها الألوان البيضاء الرمادية Pommelé ويسهل التفريق بينها وبين الغيم الركامية العالية .

٣ - الغيم السمحاقية الطبقية (Cs) Les Cirrostratus :

تشكل عند الارتفاع نفسه للغيم السمحاقية الطبقية ، تبدو على شكل طبقات رقيقة تشبه الثوب النائم أو أطراف القباش المجدد الأبيض ، تتقاذفها الرياح ، وهي

تتألف من بلورات جليدية تظهر الهالة Halo أو الحلقات المضيئة حول القمر وأشمس من خلالها .

ثانياً - الفيوم المتوسطة Les nuages moyens

يمتد ارتفاع قاعدة هذه المجموعة من مستوى سطح الأرض وحتى ٢٠٠٠ م ، وهي تشتمل على اليوم التالية :

٤ - الفيوم الطبقية العائمة (As) Les Altostratus

تبعد على شكل طبقات كثيفة رمادية أو زرقاء غامقة ذات مظهر ليفي أو خيطي مخططة ، تبدو الشمس من خلالها كما لو أنها خلف زجاج سميك .

٥ - الفيوم الركامية الثالثية (Ac) Les Altocumulus

تظهر على شكل طبقات من الفيوم المتجمعة بلون رمادي يميل إلى البياض ، وهي تشبه الفيوم الركامية السعاقية ، لكنها تتألف من قطرات مائية ، تتكون من تجمعات كبيرة ضخمة ، ويظهرن الأقليل Couronne نتيجة مرور أشعة الشمس خلالها بلون يكون أزرق شاحباً أو أصفر في المركز ومحمراً على العين .

ثالثاً - الفيوم المنخفضة Les nuages bas

تقع قاعدة هذه المجموعة على ارتفاع متوسط بحدود ٣٠٠ م وتضم اليوم الركامية والطبقية الثالثية :

٦ - الفيوم الطبقية (St) Les Stratus

تشبه هذه الفيوم مظهر الضباب ، وتتألف من طبقات كثيفة منخفضة ، تبدأ قاعدتها قريباً من سطح الأرض وبخاصة في المناطق المرتفعة ، ذات لون رمادي غامق مميز يزداد تركيزاً كلما تكاثرت الفيوم ، وهي تعطي الطل الذي يسقط على شكل رذاذ دقيق Bruine ، وذلك لأن الحركات المعودية تكون فادرة أو ضعيفة .

٧ - الغيوم الطبقية المطرية (Ns) Les Nimbostratus :

تسمى الغيوم الماطرة الحقيقة ذات لون أعتم من الطبقية ، كما تبدو أكثر رطوبة منها ، تعطي هطلات متباينة من المطر ، وعند هبوب الرياح قد تتجزأ إلى غيوم مفتة طبقية (Fractostratus) .

٨ - الغيوم الطبقية الركامية (Sc) Les Stratocumulus :

تتألف من كتل غير منتظمة من الغيوم التي تتوضع في طبقات متوجة أو متشعبة ، ورادية اللون ذات مناطق داكنة تدل على سماعة الغيم ، وهي لا تعطي أي هطول ، وقد تتحول إلى طبقة مطار بعد تجمعها وتسكاثها ويندأ هطول المطر منها بعد ذلك .

٩ - الغيوم الركامية المطرية (Cn) Les Cumulonimbus :

تبعد قواعدها من سطح الأرض أحياناً ، وهي غيوم عاصفة معروفة جيداً ، قد تحملها التيارات الصاعدة حتى ارتفاعات ١٥ - ٢٠ كم ، وظاهر قمتها على شكل سطح مستوي يميل بتأثير الرياح السائدة في الأعلى ، ويمكن في حالة وجود الرياح العاصفة أن تتحول هذه الغيوم إلى أعاصير وزوابع .

١٠ - الغيوم الركامية (Cu) Les Cumulus :

تبعد على شكل كتل متفرقة متشعبة ، يتغير مظهرها باستمرار ، وتكون فوق الأرض بفعل تيارات الهواء الصاعدة ، وتلاشى في الليل ، تدل على الطقس الصحو ، أما في حالة الطقس الرديء فتحول إلى غيوم ركامية مطار . ينشأ النوعان الآخرين بفعل التيارات الصاعدة القوية ، يمكن أن يتشكلا على أي ارتفاع وقد يتجاوز ارتفاع قاعدتهما ٥ كم .

الظواهر الضوئية المرافقه للغيم

يؤدي اختراق شعاع الشمس او خروء القمر لبعض الغيم الى ظهور واحدة من الظواهر الضوئية التالية :

١ - الاكيل Couranne

يظهر على شكل حلقات ضوئية متتالية تحيط بالشمس او القمر بوجود الغيم الركامية ، ويظهر باون ذهبي نتيجة امتصاص الألوان المتتالية اعتباراً من المركز : أزرق بنفسجي — أزرق — أخضر — أصفر — أحمر — بني محمر .

٢ - الهالة Halo

حلقة ضوئية كاملة تحيط بالشمس بوجود الغيم السحاقية ، ويبلغ نصف قطرها أكثر من ٣٠ درجة .

٣ - الشموس الكاذبة :

تبدو كبقع بيضاء أو حمراء في المركز يحيط بها اللون الأصفر ، نتيجة انعكاس الأشعة الشمسية على البلورات الثلوجية في الغيم السحاقية المطبقة .

٤ - قوس قزح Arc en ciel

يظهر في الشتاء نتيجة مرور أشعة الشمس عبر الغيم المنخفضة المترفة ، بحيث يتحلل الطيف الشمسي الأبيض الى ألوان المعروفة التي ترسم قوساً نصف دائري في الجهة المقابلة لمصدر الأشعة .

الظواهر الجوية في الارتفاعات الشاهقة في السماء الصافية :

١ - الشفق القطبي Les aurores boreales

يمكن أن يظهر نتيجة تأثير الأشعة الكونية في الجزيئات الغازية المتآينة على

ارتفاعات ٨٠ — ١٠٠٠ كم . وظراً لانجاه النازل المغناطيسية حول الأرض باتجاه القطبين ، فإن الذين يتكون على أكتبه فرق القطبين ، ولذا يبدو الشفق واضحا في مناطق العروض القريبة من الدائرة القطبية .

٢ - الفيوم المتاللة : Les nuages nacrés

يمكن أن تتكون من قطارات مائية . وهي نادرة الظهور تبدو على شكل حزم ذات لون أزرق داكن Pastel على ارتفاع ٢٠ — ٣٠ كم وتبدو السماء صافية من حولها .

٣ - الفيوم الليلية المصيبة : Les nuages nocturnes lumineux

تظهر في السماء بعد غياب الشمس بقليل من جهة الغرب . ويقدر ارتفاعها بنحو ٨٠ كم ، تبدو أطرافها ذهبية اللون بينما يسودها اللون الأبيض المزرق ، ويعتقد أنها تتألف على الأرجح من غبار النيزاك والشهب Poussières météorique وهي تنتقل بسرعة كبيرة تتجاوز ٦٠ كم بالساعة .

٤ - الشهب والنيزاك : Les Comètes et les météorites

هي أجرام سماوية تسبح في الفضاء الكوني بأعداد لا متناهية . يصدق أن يدخل بعضها أحياً الغلاف الجوي بسرعة هائلة قد تكون بحدود ١٥٠٠٠ كم / ساعة وتنتهي هذه الأجرام نتيجة سرعتها واحتكاكها بالهواء ، وتحول معظمها لحسن الحظ إلى بخار أو غبار كوني ، وذلك قبل أن تصطدم إلى سطح الأرض به ٥٠ كم على الأقل ، وهكذا يحيى الغلاف الجوي الأرض ومن عليها من أخطارها التي قد تسبب آثاراً مدمرة في حال وصول أجزاء منها إلى سطح الأرض .

ويقدر عدد الأجرام بالملايين لكن معظمها لا يتجاوز حجمه حجم حبة الرمل ومن النادر جداً أن يصل أي منها إلى سطح الأرض .

التطبيق العملي :

- ١ - بين أثر التكاثف في التغير الذاتي للحرارة مع الارتفاع .
- ٢ - ارسم أنواع الغيوم ، مبيناً أشكالها حسب الارتفاع .
- ٣ - ما سبب سقوط الأمطار فوق المدن والمناطق الصناعية أكثر من الأرياف .
- ٤ - هل للغابات والنباتات تأثير في الرطوبة والهطول .
- ٥ - فسر نجاح زراعة القمح في منطقة أمطارها السنوية ٢٠٠ مم ، مع العلم أن كمية الرطوبة اللازمة لنمو القمح هي ٣٥٠ مم على الأقل .
- ٦ - لماذا تهطل الأمطار والثلوج بكثرة بعد المعارك الحربية .
- ٧ - هل يؤثر الانبعاث النووي أو ثوران البراكين في التكاثف والهطول .
- ٨ - ماذا يمكن أن يحدث في حال اصطدام بقايا أحد الشهب بالأرض .



الجُلْسَةُ الْعَمَلِيَّةُ الْخَامِسَةُ

٥ - الْهَطْوَلَاتُ : Les précipitations

٥-١. آليةُ الْهَطْوَلَةِ :

من المعروف أنَّ مُعْظَمَ النَّوْاعِ الْغَيْوِيمِ لَا تَعْطِيَ أَمْطَارًا ، حتَّى الْغَيْوِيمُ الْمَطَارِ قد لا يَنْتَجُ عَنْهَا أَيْ هَطْوَلَاتٍ فِي حَالِ دُمُّ تَوَافُرِ الْفَرَوْفَهِ الْمَلَائِيَّهِ لِذَلِكَ ، إِذَا دَعَدَ الْهَطْوَلَهُ أَهْمَ الظَّواهِرِ الْمَلَائِيَّهُ وَهُوَ يَنْتَجُ عَنْ ظَواهِرٍ أُخْرَى مُثُلُّ : التَّبَغُرُ وَالتَّكَاثُفُ وَالْعَوَاصِفُ الرَّعْدِيَّهُ وَالرَّياحُ ، تَنْتَجُ بِدُورِهَا عَنْ تَغْيِيرَاتِ الْحَرَارَهُ وَالرَّطْبَهُ وَالضَّغْطِ .

تَبَدَّى قَطَيرَاتُ التَّكَاثُفِ مُسْتَاهِيهِ فِي الصَّفَرِ إِذَا زَوَّدَ قَطْرُهَا عَلَى ٥٠ - ٦٠ مِيكَروُنَا عَنْ بَدَأِيهِ تَشَكُّلُهَا ، وَتَسْتَمِرُ فِي التَّنَاميِّ وَالْكَبُورِ بِحِيثِ يَبْلُغُ قَطْرُ الْقَطَيرَاتِ الَّتِي يَسْكُنُ أَنَّهُ تَهَطُّلُ بَيْنَ ٥٠ وَ ٣٠٠ مِيكَروُنَ (٥٠ - ٣٠ مِمَّ) عَلَى الْأَقْلَهُ ، وَقَدْ لَوَحَظَ أَنَّهَا تَبْقَى سَائِلَهُ رَغْمَ انْخَفَاضِ حَرَارَهُ الْغَيْمِ إِلَى ٢٠° مِ فِي غِيَابِ نَوَيَاتِ التَّكَاثُفِ . وَتَشَكُّلُ قَطَيرَاتِ الْمَطَارِ إِذَا كَانَتِ الْحَرَارَهُ مُوجَّهَهُ ، بِيَسْمَهَا تَجْمُدُ حَوْلَ نَوَيَاتِ التَّكَاثُفِ الَّتِي تُسَمِّيُّ نَوَيَاتِ الْمَوْلَدَهِ لِلْجَلِيدِ Glaçogèns . أَمَّا فِي حَالِ هَطْوَلِ الْقَطَيرَاتِ فَوْقَ الْمَبرَدَهُ فَإِنَّهَا تَجْمُدُ فُورًا وَصَوْلَهَا إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ لِتَشَكُّلِ طَبَقَهُ مِنَ الْجَلِيدِ الشَّفَافِ . Verglas

وَيُمْكِنُ أَنْ يَكُونَ الْهَطْوَلُ مُسْتَمِرًا مُتوَاصِلًا وَمُنْتَظَمًا لِفَتَرَهُ مُعِينَهُ تَعْطِيَهُ الْغَيْوِيمُ الْطَّبِيقِيَّهُ الْمَطَارِ ، كَمَا قَدْ يَكُونُ مُتَقْطَعًا إِذَا تَنْتَجُ عَنِ الْغَيْوِيمِ الطَّبِيقِيَّهُ ، أَوْ وَبَلاً إِذَا سَقَطَ عَلَى شَكْلِ رَخَاتٍ مِنَ الْغَيْوِيمِ الرَّاكِمِيَّهُ ، أَوْ طَلاً إِذَا تَنْتَجُ عَنِ الْغَيْوِيمِ الطَّبِيقِيَّهُ ، وَيُمْكِنُ خَفِيًّا وَهَادِيًّا يَسَقُطُ عَلَى شَكْلِ رَذَادٍ دَقِيقٍ فِي الْجَوِ الْهَادِيِّ . أَمَّا الْهَطْوَلُ فَيَنْتَجُ عَنْ تَهَطُّلِ الْمَطَارِ وَزُولَهِ مُسْتَابِعًا عَظِيمًا فِي الْعَوَاصِفِ الرَّعْدِيَّهُ ، وَيُسَمِّيُّ الْمَطَارُ وَالْمَطَرَهُ وَالْفَيْثُ .

ويتمكن تمييز أنواع الهطلات التالية حسب حجمها وغزارتها وقوامها :

٥-١-١- الرذاذ أو الطل : La bruine

يتتألف من قطرات دقيقة سائلة لا يزيد قطرها على 5 مم متقاربة ، تعلق في الغيوم المحتفظة ، يشبه الضباب ، تصعب الرؤية خلاله .

٥-١-٢- المطر أو الفيت : La pluie

يشمل عن الغيوم الركامية والطبقية المطار السيسكة ، يستلزم بكبر حجم قطراته التي تزيد قطراتها على 5 مم وقد تصل إلى 50 مم والجدول رقم ١٣ - يبين بعض أنواع الهطول وقطر قطرات وسرعتها .

جدول رقم - ١٣ -

نوع الهطول السائل وعلاقة قطر قطرات بسرعتها

نوع الهطول	القطر مم	السرعة م/ثا	الحجم (١٠٠ أمطر عاصف)
ضباباً كثيفاً	٠٠٥	٤٢	١٠
رذاذاً	٠٢٥	٢٧-١٣	٢٠-٤٠
مطرًا خفيفاً	١	٢	٤٥
مطرًا معتدلاً	٤	٣٦	١
مطرًا غزيراً	١٥	٤٥	١٥
مطرًا غزيراً جداً	٤٠	٧٥	٢١
مطرًا عاصفاً	١٠٠	٩٥	٣
قطرات كبيرة	-	٧٧	٤
قطرات صغيرة	-	٨	٥

٥-١-٣- الهمول المختلط :

يتالف من مزيج من الفيلرات الشائنة والبنورات الصناعية المتجمدة ، وتكون جميعها متجمدة أصلًا في الهواء . بينما يبدأ بذاتها بالذوبان قرب سطح الأرض نتيجة لارتفاع الحرارة .

٥-١-٤- الثلوج : La neige

أحد أشكال الهمول المتجمد يتالف من بلورات إبرية أو حبيبات لا يزيد قطرها على ٥٢ سم تسقط كالقزاز أو الريش الأبيض وقد يرداد حجمها لتصبح شرائح للجنة أو ندف الثلج ، ويسكن أن يتراكم الثلوج من أكثر أنواع الغيوم المصادر شريطة أن تكون درجات حرارتها بمحدود -٤٠ إلى -٢٠ م حتى -٤٠ م حتى يبدأ الثلوج بالتشكل ، ويتراكم الثلوج فوق سطح الأرض دون أن يذوب إذا كانت العرارة أقل من ٦٠ م ، وتتراوح سمكها بين ٥ سم و ٥٠ م ، وكل ١٠ سم منه تعادل ١ سم ماء .

- حبيبات الثلوج : Les granules de niges

أو الثلوج العجيبة : La neige en grains

وهي حبيبات بيضاء النور ذات أشكال متعددة تشبه حبيبات البرد الرطبة *Les grésiss mous* ، وهي صغيرة جدًا بحيث لا يسكن أن تتفز بعد سقوطها على الأرض ، تتشكل كل حبيبة من عدد من الفيلرات تتجمد في الغيوم الباردة وتأخذ الشكل البلوري .

- حبيبات الجليد : Les granules de glace

وهي قطع ثلجية مختلطة مع المطر تتألف من حبيبات من الجليد الشفاف : *Translucide* أو نصف الشفاف : *Transparent* وتكون أكبر حجمًا من حبيبات الثلوج وهي ترتد وتتفز عن الأرض فور سقوطها ، وقد تسقط مع المطر لتشكل طبقة من الجليد في الجو البارد .

٢- الجليد - النصف : Les prismes de glace

تبعد على شكل نصف ذات طبقات سداسية الأضلاع Hexagonales أو على شكل أعمدة أو إبر Aiguilles وهي تلمع تحت أشعة الشمس كالماس ، وتنطوي فور سقوطها في جميع الاتجاهات ، كما أنها تسقط ببطء شديد بسبب خفة وزنها وصغرها ، وتشكل وقت سقوطها حالة حول الشمس أو القمر ، كذلك يؤدي تراكمها إلى تشكيل أعمدة من الجليد Batonnets فوق الأشجار والمنازل في المناطق الجبلية شديدة البرودة .

٣- البرد - الجليد : La grêle

تتألف حبة البرد Grélon من طبقات متتالية متجمدة تدل على تشكلها ، على دفعات نتيجة مروارها في أجواء مناسبة ضمن الغيم الذي يعطي البرد : Les nuages grêlogènes ، إذ يتزامن تشكيل البرد مع تيارات صاعدة عنيفة خلال الغيم الركامي المطراري وقد تبين أن الوقت اللازم لوصول حبة البرد إلى الأرض نحو ٤ - ٥ دقائق ، ويسقط البرد مرفاقاً للعواصف الرعدية ويتم سقوطه بسرعة ويشكل خطراً على الأحياء ، ويمكن تفسير تشكيل البرد على هيئة طبقات نتيجة الفرق بين سرعة التجمد وسرعة تحالف الماء حول حبات البرد ، يتم التأثير بالبرد بتقدير التركيب العمودي للجهاز قبل ١ - ٣ أيام من حدوث عواصف البرد ، ويمكن مقاومته بوساطة مدافع تطلق أملالاً من الفضة أو اليود أو الرصاص .

٤- العواصف الجليدية : Les tempêtes de glace

وهي عواصف مدمرة رغم جمال منظر الطبيعة الساكنة التي تخلفها ، إذ تؤدي إلى تجميد كل شيء ، نتيجة وصول هطلات فوق مبردة تتجمد مباشرة فور وصولها إلى سطوح باردة ، ويؤدي هذا الهطول الجليدي إلى تكسير الأشجار ، وتقطع الأسلاك وكسر الأعمدة ، وجعل حركة المواصلات خطيرة على معظم الطرق .

- مصير المطرول :

يتبع المطرول باشكاله كافة السائلة أو الصلبة بعد الذوبان إحدى الطرق
التالية (حلقات دورة الماء في الطبيعة) :

١ - يتبخّر جزء منه مباشرة حتى قبل وصوله إلى الأرض ويُسكن ملاحظة
التبخّر من الثلوج

٢ - يترافق جزء من المطرول الصلب في الثلاجات Glacières ومناطق الثلوج
ال دائم neige éternelle

٣ - يتجمع قسم من المطرول بعد جريانه في المستنقعات والبحيرات :
Etangs et lacs

٤ - تتصبّس التربة جزءاً يشكّل رطوبة التربة التي تحتفظ به ليستفيد منه
النباتات .

٥ - يتغلغل قسم من المطرول خلال التربة ليقتذى المياه الجوفية
Eaux sous terrain

٦ - يجري جزء من الأمطار في الوديان والمسيّلات ليرفد السوق والأنهار
Rivières

٧ - يخرج قسم من المياه الجوفية على شكل ينابيع تتهمي بدورها في الانهيار .

٨ - يستخرج قسم آخر عن طريق الآبار من المياه الجوفية السطحية أو
العميق الارتوازية .

٩ - تتجمع الأنهر والروافد لتصب في البحار والمحيطات Mers et Oceans .

١٠ - يستمر تبخّر الماء من الأسطح المائية والتنبّع عن طريق أوراق النباتات .

١١ - تطرح الحيوانات كميات من الماء عن طريق البول والتعرق والتنفس .

١٢ - تعود المياه كافة الماطلة على سطح الأرض إلى الجو بالتبخر .

١٣ - الماء ضروري للحياة ويدخل في تركيب أجسام الحيوان والنبات .

— مخازن المياه العذبة : يمكن أن تراكم المياه العذبة في واحد من الأشكال التالية :

١ — البحيرات والمستنقعات : *Les lacs et les étangs*

٢ — الثلوج المترسبة في المناطق القطبية الشمالية والجنوبية :

. Les calottes glaciaires

٣ — المياه الجوفية السطحية *

٤ — المياه الجيولوجية المستحاثة *

٥— الاستمطار *Faire pleuvoir*

لقد حاول الإنسان منذ القديم استمطار السماء عندما يتأخر المطر ، وقد اعتادت الشعوب والقبائل القديمة أن تجرب طرقاً تقليدية مثل الرقصات السحرية أو تقديم الذبائح والدعاء ، وقد كان يصدق أن ينزل المطر بعد مثل هذه الطقوس ، مما كان يزيد من اعتقاد الناس بقدرة الكهنة والوسطاء على منح المطر عند الطلب ، وهكذا استمر فرع الطبلول ودق الأجراس والدعاء رغم أن هذه الأساليب بعيدة عن الصحة والعلم والمنطق *

وتعتمد الطرق الحديثة على إحداث المطر الاصطناعي : *La pluie artificielle* وذلك بتطبيق تقنيات فيزيائية متقدمة عن طريق بذر الغيوم أو زرعنها : *L'ensemencement des nuages* بوساطة نويات تكافف اصطناعية ترش فوق الغيوم المطر ، وقد بدأ استعمال جزيئات دقيقة جداً من غاز الفحم المحمد (ثلج الفحم) *La neige carbonique* على حرارة -78°C م بأعداد هائلة تنشر فوق غيوم حرارتها تحت الصفر ، إذ قطعة من هذا الثلج بحجم حبة الأرز تؤدي إلى تشكيل مليارات البلورات الجليدية التي تتحدد بدورها مع قطرات السائلة فتعطي ندف الثلوج ، وقد استخدمت بنجاح لإعطاء المطر أو الثلوج من الغيوم الركامية ، كما يمكن استخدامها في المساعدة على انتشار الصباب ، كذلك فإن نشر الماء أو ملح بود الفضة *Yodure d'argent* فوق الغيوم يؤدي إلى النتيجة نفسها *

هذا ويؤدي استخدام يودات الفضة اعتباراً من سطح الأرض بثذفه بوساطة مولدات خاصة إلى تأثير مرضية إذا كانت حالة الطقس مناسبة للمطرول ، وتتمكن الصعوبة في جعل المطر يهطل على مساحات واسعة وفي التحكم في أماكن المطرول .

٤-٥- العواصف : *Les tempêtes*

هي أكثر الفواهر الجوية التي يخشاها الإنسان ظراً للأخطار التي تسببها والدمار الذي تتركه وتكون أشد عنفاً وأكثر تخييراً من الأضطراب الجوي المرافق للجبهات الهوائية المشار إليه سابقاً .
ويسكن التمييز بين ثلاثة أنواع معروفة حسب شدتها وهي :

٤-٦-١- العواصف الرعدية : *Les orages*

ترافق مع حركات عمودية للهواء الجوي تكون باللغة العنف ، نتيجة تيارات صاعدة قد تصل سريعاً إلى ارتفاع ٢٠ كم ، وتهب معظم العواصف على منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط من الغرب أو الجنوب الغربي أو الشمال الغربي .

- تقدير بعد العاصفة : يمكن تقدير المكان الحالي للعواصف وبقده عن موقعنا، على أساس أن سرعة الضوء هي 3×10^8 كم/ثا وسرعة الصوت 330 m/s أي نحو 1 km/s ، ويمكن تقدير بعدها بقياس الزمن الفاصل بين رؤية البرق وسماع الرعد وضربه بسرعة الصوت (إهمال سرعة الضوء) ، أو تقسيم الزمن على ثلاثة فنحصل على البعد التقديري بالكم .

كما يقدر بعد العاصفة بلاحظة مرور الهواء البارد المتسرب فوق سطح الأرض الذي يسبق العاصفة عادة بحوالي ٥ كم ، ويمر تطور العاصفة بالمراحل الثلاث التالية :

ـ مرحلة الفيوم الركامية :

التي تبدأ بخلية عاصفة *Cellule orageuse* تتشكل نتيجة التيارات الصاعدة حتى ٧ كم تظهر خلالها الغيوم الركامية ، ويستقر الهواء الصاعد دافئاً مقارنة مع الهواء المحيط .

- مرحلة التضخّج :

تستمر الخلية العاصفة بالارتفاع حتى تصل قمتها لأكثر من 12 كم ، وعندها تبدأ الهطولات التي تبرد جسم العاصفة فتحدر التيارات الهاابطة .

- المرحلة النهائية :

حيث تتزايد التيارات الهاابطة فتشكل الغيوم كتلًا كبيرة تسخن ذاتياً بالهبوب فيتناقص وتعمل التيارات الأفقية على نشرها وحملها بعيداً لتأخذ شكل السندان Encume وتتلاشى .

والعواصف الرعدية هي أكثر الظواهر الجوية إثارة وحدوثاً ، إذ يحدث على سطح الأرض أكثر من 4 ألف عاصفة يومياً ، يتركز معظمها فوق المناطق الاستوائية وخطوط العرض المتوسطة وحتى المناطق الصحراوية ويتناقص حدوثها في العروض العليا بحيث يكاد ينعدم فوق القطبين . وأهم ما يميزها البرق والرعد .

٤ - البرق L'éclair :

يحدث البرق على شكل شرارة كهربائية هائلة نتيجة تجاذب شحناته كهربائية يسببها مرور حبيبات الهطول ، واحتلاكها داخل الخلية العاصفة تعمل على استقطاب الالكترونات ، وتركيز شحنات قوية تكون مالية في أعلى الخلية ، بينما تكون موجة في سطحها وأسفلها ، وقد تحدث خلال العاصفة الواحدة عدة آلاف عمليات تفريغ ٦٥٪ منها تفرغ بين النبوم في الجو ، وقد يصل طول الشرارة إلى عدة كيلو مترات ويكون يحدود ١ - ٢ كم فقط عندما يتم نحو الأرض (الصاعقة) .

تبليغ قوة التفريغ طاقة هائلة، قد تصل إلى ٣٠ مليون فولت أي ١٠٠ ألف أمبير، ولحسن الحظ فإنها لا تستمر إلا لفترة قصيرة جداً ، ورغم وصول حرارة الشرارة إلى ١٥٠٠° م ، وتقدير الطاقة الإجمالية ل العاصفة رعدية هائلة بما يفوق طاقة قبلة ذرية متوسطة ، فلا يمكن استقبالها أو تجميعها أو استعمالها في خدمة الإنسانية في الوقت الحاضر ،

بـ الرعد Le tonnerre :

هو الصوت الناجم عن التمدد الفجائي للهواء ، ودوي ذلك الصوت إذ يتجمع بعد تمدده مباشرةً ويعود إلى الفراغ الذي أحدثه محدثاً موجة صوتية هائلة ٠

الحماية من البرق : يسبب البرق خسائر فادحة في يصلح الحرائق ويهدم المنازل ويسبب العمى للإنسان والحيوان ، وقد يؤدي إلى القتل ، لذلك يجب الحذر والاحتياط الشديد لحماية الأرواح والممتلكات وتحقيق آثاره المدمرة ٠

يتبع التيار الصاعق La foudre الطريق الأقل مقاومة وصيغ النقاط الأكثر ارتفاعاً ، لهذا ينصح بعدم اللجوء إلى بيت قديم أو شجرة منعزلة عند التعرض له ، كما يفضل الابتعاد عن السيارات والمآذن ، حتى الطائرات يمكن أن تتعرض لخطره أحياناً ٠

تسهل الأسطح والعوارض المفتوحة في الأبنية الحديثة انتقال الصاعقة ، وتتجهز بأعمدة تتصل بالأساسات ، وقد تنتقل عن طريق هوائي الراديو والتلفزيون ، وقد تتعرض الأبنية الخشبية إلى خطرها في حال عدم تجهيزها بمانع الصواعق ٠

ـ ٢ـ الزوابع Les tornades :

هي دوامات من الهواء ذات قدرة تدميرية هائلة تتركز قوتها في أعمدة من الهواء لا يتدنى قطرها ٢٠٠ م تلتف حولها الغيوم ، وتأخذ شكل القمع نتيجة توسيع قطمرها مع الارتفاع وانحنائها مع الرياح السائبة ، تنتج عن عدم استقرار الجو ، وترافق مع عواصف شديدة وheetle عنيف يرافق مرور العجيبة الباردة التي تسيق شكل الزوبعة بنحو ٢٥٠ كم بالمتوسط ، وهي نادرة في منطقتنا بينما تهب زوبعة سنوية فوق الولايات المتحدة الأمريكية ٠

ويمكن تتبّع تطور الزوبعة وتنبيئ المراحل التالية :

- ٢ - بداية تشكل الروبعة وظهور القمع يعني ، العبرة في البداية .
- ٣ - تحرك القمع بسرعة متزايدة تؤدي الى الاعراب والدمار .
- ٤ - رفع الغبار والتراب والمخلفات المتناثرة وأخذها بعيداً .
- ٥ - نشر القش والأوراق والأغصان وحتى الأشجار في كل مكان .
- ٦ - اضجاج البيوت والمستودعات نتيجة الضغط المنخفض الذي تحصله .
- ٧ - حمل خرطوم من الماء عند تشكيلها فوق المحيطات .
- ٨ - حمل الحشرات والحيوانات بعيداً ، وسقوط الشفادع والأسماك من السماء بعد مرورها .

لا يعود التأثير المدمر لسرعة تقدم الروبعة التي لا تتعدي 300 كم/ساعة لكنه يحدث بفعل الرياح الدوارة التي تزيد سرعتها على 500 كم/ساعة حول الروبعة ، والتي وصلت الى سرعة قياسية بلغت 900 مرة سرعة هبوب التسيم . وتصل سرعة السيارات الصاعدة الى 150 - 300 كم في مركز الروبعة وقد تسقط الأمطار مختلطة بما تحمله الروبعة ويسمى هطول الدم : *Pluie de sang* عندما يترافق مع التربة الطينية الحمراء .

٤-٣-٤- الأعاصير : Les ouragans

او التيفونات : Les typhons

هي منخفضات جوية تشبه في بعض خواصها خلايا الضغط المنخفض ، تتشكل بين المدارين بعياب العجفات الهوائية ، وهي شديدة العنف ، ويصل قطرها الى 650 كم بالمتوسط ، وتبلغ سرعة الرياح فيها 250 كم/ساعة وهي تسير ببطء ضمن كثلة من الهواء متجانسة ، يعكس المنخفضات خارج المدارين .

تبعد الأعاصير متأخرة *Symétrique* بشكل يدعو للعجب بحيث تشكل خطوط الضغط المركزية دوائر تامة .

تبعد الأعاصير بالتشكل فوق المحيطات الشاسعة المفتوحة التي تعلوها طبقات

من الهواء الزفاف شديد المعرارة ; ولا تثبت أذن تتلاشى بعد وصولها إلى فوق السطوح القارية بقليل ، ويمتاز الإعصار بعينة (Helen) الهدائة التي تمثل مركبه ،

— نشأ الأعاصير وخلوها مسيّعا : هناك ثلاثة مناطق مولدة للأعاصير هي :

١ - جنوب المحيط الهادئ بين الصينيين وجزر مارشال حيث تنشأ النيونوان، التي يضرب السواحل الصينية والفييتنامية والكوردية واليابانية .

٢ - جنوب المحيط الهادئ حيث تتجه نحو المدار لتصل سواحل مدغشقر وشرق إفريقيا .

٣ - المحيط الأطلسي : اعتباراً من غرب إفريقيا مروراً بجزر الأنتيل وحتى سواحل الكاريبي وتتابع خط سيرها لتؤثر في السواحل الشرقية للقاربة الأميركية .

يبدأ نشوء الإعصار عند تلاقي كتلتين رياح الاليزية الشالية الشرقية والجنوبية الشرقية بين المدارين ولا ينشأ أبداً في منطقة المدار، فوق خط الاستواء بسبب غياب قوة دوران الأرض ، وتم مراقبة رياح الاليزية وتبع حركة وسرعتها بوساطة سفن رصد خاصة توجهها طائرات مجهزة بأدوات رصد لتابعة الإعصار ورصد نور تشكله .

وهو يشبه في بداية تشكله المنخفض الجوي ، ولكنه يصبح عيناً بسبب الطاقة الهدائة المحررة نتيجة تكافف بخار الماء ، فيبدأ كعاصفة هائلة ، ويستمر تطوره بفضل المصدر الدائم للرطوبة لأن الحرارة المتحررة تزيد من سرعة صعود الهواء بحيث يأخذ الإعصار شكل عجل ضخم دوار من الرياح العنيفة .

تشكل عين الإعصار منطقة هادئة تماماً في مركبه يصل قطرها إلى ٣٠ - ٣٥ كم تكون السماء فوقها صافية ، تبدأ ضيقه فوق سطح الماء ، وتنبع مع الارتفاع وتزايد سرعة الدوران وتعامله القوة الطاردة المركزية .

يمكن أن يبدأ الإعصار بوجود تيارات هوائية لا تزيد سرعتها على ٥٠ كم/ساعة وتزيد سرعة الهواء لتبلغ ٥٠ - ١١٥ كم/ساعة ، وعندما يصبح الإعصار كاملاً يمكن أن تزيد سرعته على ١٢٠ كم/ساعة ، وقد تتفاوت بسرعة نتيجة مروره فوق العجز أو اليابسة إلى نحو ٢٠ كم/ساعة ، كما يتغير اتجاهه حسب اتجاه التيارات التي يصادفها ، ويصدق أن تعود سرعة الرياح لستزيد إلدا من الإعصار فوق منطقة حارة فتصل إلى ٢٠٠ كم/ساعة ، وتتفاوت من جديد إلى ٥ كم/ساعة بعد اجتياز المدار حيث يتحول إلى عاصفة رعدية .

- القوة المدمرة للإعصار :

تتركز قوة الإعصار في سرعته التي يمكن أن تصل إلى ٣٥٠ كم/ساعة ، ويتتابع موجات العاصف التي يحملها ، والهطول الشديد الذي يسبب الفيضانات ، ويلغى عرض الإعصار بحدود ١٠٠ - ١٥٠ كم ويسيطر على طول عدة مئات الكيلومترات ، فيقتلن الأشجار ويحطم البوارخ والمرافق ، ويخرق الشواطئ والحقول ويهدم المنازل . ويفيد الإنذار المبكر في الهروب من وجه الإعصار ، واتخاذ السبل كافة للوقاية من آثاره المدمرة والمميتة .

- نظام التنبؤ بالأعاصير : Système d'avertissement des ouragans

بدأ وضع نظام عالمي للتنبؤ عام ١٩٣٨ بالتعاون بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، والأرصاد الجوية الأمريكية والقوى البحرية والجوية ، وتقوم طائرات مجهزة بأزرادار تتبع حركة تيارات الهواء في مناطق تشكل الأعاصير ، ويتم الإعلام عن بداية ظهور أي إعصار مهما كان صغيراً ، ويستمر البحث بالطائرات كل ست ساعات ، وعند تحديد مركز الإعصار يجري تتبع اتجاه سيره وتحديد سرعته ، وتذاع نشرة كاملة كل ست ساعات عن آخر أخباره والاتجاه المحتمل لسيره وقوته والاحتياطات اللازمة لمواجهته .

تحجز السنن الخاصة بمتابعة الإعصار بمعدات قياس عناصر الجو المتداولة ورصدها إضافة إلى جهاز خاص يسمى : مقياس الاهتزاز الدقيق المسجل : Le microséismographe ، وهو جهاز شديد الحساسية يتبع بالإعصار مبكراً عن بعد ، كما يساعد على تحديد مكانه ، وتتبع آثاره بالتعاون مع الطيران .

التطبيق العملي :

- ١ - ما هي أنواع المطرول الأكثر احتمالاً فوق مدينة دمشق .
- ٢ - كيف تميز بين الطن والمطرل وبين حبيبات الثلوج وحبات الجليد .
- ٣ - ارسم خطأ بيانياً يمثل العلاقة بين سرعة سقوط قطرات المطر وأقطارها .
- ٤ - ارسم الأشكال الهندسية لنصف الثلوج ،
- ٥ - مثل دورة الماء في الطبيعة مبيناً عناصرها المختلفة .
- ٦ - قارن ضمن جدول بين العواصف الرعدية والزوابع والأعاصير .
- ٧ - ارسم شكلًاً بين عاصفة رعدية ويوضح حركة الهواء وتشكل الغيوم .
- ٨ - بين الآثار المدمرة للزوابعة مع رسم مخطط لها .
- ٩ - لماذا تتشكل الأعاصير حصراً فوق المياه وتتلاشى فوق اليابسة .
- ١٠ - ارسم خطوط تساوي الضغط بوجود الإعصار .
- ١١ - لماذا تسمى الأعاصير بأسماء الفتيات .
- ١٢ - هل يمكن استعمال الطاقة الكهربائية الناتجة عن البرق وكيف .



الجلسة العلمية السادسة

٦ - دراسة الطقس :

حاول الباحث الألماني Hann في النصف الأول من القرن الحالي إيجاد تعریف للمناخ فوصفت بأنه الحالة المتوسطة للغلاف الجوي في نقطة ما على سطح الأرض . وقد وضع الباحث الفرنسي Sorre في الخمسينيات تعريفاً أكثر واقعية حيث وصف المناخ : بأنه مسلسلة حالات الغلاف الجوي التي تتالي بشكل انتيادي فوق مكان معين .

ولا ينطبق هذان التعريفان على علم الأرصاد الجوية Météorologie الحديث الذي يدرس حالة الطقس Temps ، وهو علم فيزيائي يحلل عناصر الجو، وحالة الطقس السائد ، ويحاول تفسير الظواهر الجوية وفهمها للسكن من التأثير بها أو تعديلها ، ومتابعة تجدها واستمرارها لخدمة الطيران والزراعة والسياحة والمواصلات .

وهكذا لا يسكن الفصل بين عمل المختصين في الأرصاد الجوية من جهة، والذين يحاولون جمع المعلومات اليومية وتبيينها ومعالجتها للاستفادة منها في فهم حالة الطقس السائد أو المتغير ، وبين جهود المختصين بالمناخ من جهة ثانية والذين يستغلون هذه المعلومات بتحليلها ودراسة متوسطاتها ومدى انحراف قيمها عن هذه المتطلبات ، ويحددون بالتالي المناخات السائدة على سطح الأرض ومدى ثباتها أو غيرها مع الزمن .

هذا وتبليغ الدراسات المناخية والجوية في الوقت الحاضر إلى اتباع إحدى الاربقيتين التاليتين :

٤ - الطريقة الظاهرية أو التحليلية :

وهي طريقة ساكنة Statique تعتمد على دراسة معطيات سهلة لكل عنصر من عناصر الطقس ، ثم تحديد عناصر المناخ وإيجاد العلاقة بينها ، كما أنها تدرس القيم القصوى المميزة للمناخ ، وهكذا يمكن تحديد القيمة البيئية Valeur écologique للمناخ التي تهيد في اختيار المحاصيل الممكن زراعتها ، والأشجار المراجحة المناسبة ، ومواسم المراائق والجفاف والفيضانات .

٥ - الطريقة الداخلية أو التركيبية :

وهي تحاول بيان مواصفات الجو وكيفية توزع عناصره ، وهي أكثر تعقيداً من السابقة تدخل في الحساب المستويات السعودية للغلاف الجوي كافة ، وطبيعة الهواء الجوي ، ومحاولة البحث عن تتابع حالات الطقس Types de temps وهي تستخدم القوانين العلمية في الفيزياء والرياضيات والإحصاء وبهذا تعمل على شرح حالة الطقس ، والتسلُّق الجوي للطقس المحتمل الذي يذاع في النشرات الجوية Bulletin météorologique العامة .

٦- الرصد الجوي Observation météorologique

قال Warner إن كل الناس تكلم عن الطقس ولكن لا أحد يستطيع التأثير فيه . إن هذا القول قديم جداً ولا ينطبق على الواقع الحالى .

إذ بدأ الرصد الجوي في أواسط القرن السابع عشر بعد اختراع مقاييس الحرارة والرطوبة ، وقد تم إنشاء مؤسسات الرصد الجوي في النصف الثاني من القرن التاسع عشر ، ويوجد حالياً أكثر من ١١ ألف محطة رصد إجمالي على سطح الأرض منها أكثر من ٧ آلاف محطة فوق القارات و ٤ آلاف محطة في السفن تجوب المحيطات والبحار .

وقد تطور الرصد الجوي في النصف الثاني من القرن العشرين بحيث أصبح يعتمد على الطرق والوسائل التالية :

١ - الرصد الإجمالي أو الشامل : Synoptique

وهو يعطي مساحات واسعة .

٢ - الرصد الجوي في الأعلى : En altitude

بدأ عام ١٩٤٥ برصد الغيوم والمطولات بوساطة الرادار Radar .

٣ - الرصد اللاسلكي (راديو سوند) : Radio sondage

وهو يتم بوساطة بالونات تحمل أدوات لقياس الضغط والحرارة والرطوبة وسرعة الرياح على ارتفاعات متباينة لا تتجاوز ١٨ كم، وقد أمكن تطوير هذه الطريقة بحيث تبقى البالونات معلقة في مكانها وتثبت معلومات فورية عن الطقس كل ٦ - ٧ ثوان ، تسجل وتعامل آلياً بالحاسوب ، كما تستعمل باللونات أصغر تطلق لتحدد سرعة الرياح واتجاهها وارتفاع قاعدة الغيوم .

٤ - صواريخ الرصد الوجهة : Fusés météorologiques

ترسل هذه الصواريخ إلى ارتفاعات تزيد على ١٥ - ٦٥ كم محمولة بأدوات الرصد ، وهي تبث المعلومات المطلوبة آلياً .

٥ - الفعارات الصناعية : Satellites météorologiques

ترسل القمر الاصطناعي الأول Tiros في نيسان ١٩٦٠ ، وتتابع إطلاق أقمار عديدة تعمل على تصوير الظواهر الجوية من مسافات بعيدة وترسل الصور آلياً ، ليتم استقبالها والاستفادة منها في دراسات الطقس والمناخ .

٦ - استخدام الحاسوبات : Ordinateur

يستخدم الكمبيوتر ومختلف أنواع الحاسوبات الآلية في التحليل الآلي المبرمج للمعطيات المناخية لتسهيل الحصول على تتابع سريعة عملية ، ويمكن عن طريقها رسم

خرائط الطقس على عدة ارتفاعات وفي عدة أوقات ، ويحسب الارتفاع بقيمة الضغط :
٢٠٠ - ٣٠٠ - ٤٠٠ - ٥٠٠ - ٧٠٠ مليبار ، وهكذا .

تقوم المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (OMM) :

التابعة للأمم المتحدة ، والتي حدد مقرها في مدينة جنيف في سويسرا ، بدور النسق مع المنظمات الوطنية ، كما تساهم باجراء دراسات اقلية ، وترسخ التعاون بين دول العالم في دراسة المناخ والأرصاد .

وتعود أقدم المعطيات الى تسجيلات يدوية قام بها الرصاد وتضمنت درجات الحرارة والمطر ، وقد أدى التقدم الذي شهدته الطيران العربي والمدني الى تزايد الحاجة الملحة للتتبؤ الجوي قصير المدى ، وهكذا تم إنشاء محطات دائمة ليس فقط في المطارات كافة ، بل أصبحت هذه المحطات تشكل شبكة تسمى إدارتها وفق قواعد علمية ، وأصبحت المحطات الحديثة قادرة على تسجيل معلومات عديدة ونقلها أو إذاعتها في أوقات منتظمة .

- قيمة المعطيات التاريخية :

لابد من جمع السيل العارم من المعطيات التاريخية المتجمعة من المصادر السابقة ، والاستفادة منها بسرعة كبيرة ، ولهذا يجب أن تكون على درجة كبيرة من الدقة حتى يمكن استخدامها بكل ثقة ، ولبيان التباين الممكن نذكر أن قياس المطر بعدة مطاييس مطر متباينة يعطي قراءات مختلفة الى حد ± ١٠ %

كما أنه من المفيد الحصول على معلومات مستمرة لفترات زمنية طويلة تصل الى ٥٠ عاماً للحصول على دلالة منافية موثوقة : Indications climatiques ، ويكتفى بـ ٢٠ سنة لدراسة الحرارة و بـ ٤٠ - ٣٠ سنة لدراسة المطر ، كما لا يمكن مقارنة جملة المعطيات بين عدة محطات إلا إذا كانت لفترات الزمنية نفسها .

وقد كانت هذه الأرقام تخضع لعمليات حسابية بسيطة ، وقد سعى الحاسوب الآلية بإدخال ثورة في مجال المعرف المتعلقة بالطقس . بينما لا زالت الدراسات المناخية تعتمد على الدراسة الإحصائية وحسابات المتوسطات .

٦-٢- التنبؤ العصوي : *Prévision*

هي عملية مستمرة تهدف إلى جمع المعلومات الهائلة وتبويها ; وحساب المتوسطات ، ورسم الخرائط ، ومتابعة أحوال الطقس ، وتحديد اتجاه العواصف ، والإعلام التلفزي لخدمة الطيران والزراعة ، والصيد والسياحة

ويسكن التنبؤ بأحدى الطرق التالية :

١ - الطريقة الإجمالية : *La méthode synoptique*

وكانت يدوية قبل عام ١٩٥٠ ، وأصبحت تقتضي الوقت الحاضر على الحاسوب في إعداد خرائط الطقس ، ومع تطور وسائل الاتصال غدا من الممكن إيصال المعلومات عن طريق الهاتف والمذيع والتلفاز إلى أكبر عدد من المستفيدين ووضع خرائط الطقس المحتمل في ٤٨ — ٢٤ ساعة القادمة .

٢ - التنبؤ الرقمي : *La prévision numérique*

ويصدر هذا التنبؤ بعد تجميع الأرقام الهائلة من مراكز ومختبرات الرصد المختلفة ، ومعالجتها بالحواسيب ، وتطبيق بعض القوانين والمعادلات عليها مثل : قوانين الميكانيك *Mécanique* والtermodynamique *Thermodynamique* ومعادلات الحركة *Mouvement* والاستمرارية *Continuité* وحالة المادة *Equation d'état* .

٣ - التنبؤ طويل الأجل : *La prévision à long échéance*

و يتم هذا التنبؤ لفترات تزيد على ٣ — ٥ أيام ، وينفذ بأحدى الطرق التالية :

أ - إحصائيا : *Statistique* بدراسة العلاقة بين عناصر الطقس ، وتطبيق نظرية الاحتمالات عليها .

بـ فـيـرـيـائـيـاـ : Physique عن طـرـيق درـاسـة دـيـنـامـيـكـيـة الجـوـ ، وـتـحـديـد مـيزـانـيـ الحرـارـة وـالـضـغـطـ ، وـالتـغـيـرـاتـ التي تـظـرـأـ عـلـيـها مـعـ الزـمـنـ .

جـ إـجمـالـيـاـ : Synoptique وذلك بـمـقـارـنـة الخـرـائـطـ المـنـاخـيـةـ وـالـتـمـاـئـلـ المـنـاخـيـ

يـسـتـنـدـ التـبـؤـ الصـحـيـحـ بـأـحـوـالـ الطـقـسـ الـمـتـوـقـعـ إـلـىـ مـدـىـ دـقـةـ الـمـلـعـومـاتـ وـقـيمـهـاـ التيـ تـصـلـ إـلـىـ الـمـتـبـؤـ ، وـمـدـىـ خـبـرـتـهـ بـالـحـالـةـ الـعـامـةـ لـلـغـلـافـ الجـوـيـ وـالـتـغـيـرـاتـ التيـ تـظـرـأـ عـلـيـهـ ، وـتـقـوـمـ الـمـدـيـرـيـةـ الـعـامـةـ لـلـأـرـاصـادـ الجـوـيـةـ الـتـيـ تـرـتـبـطـ بـوزـارـةـ الدـفـاعـ بـمـعـالـجـةـ شـفـوـونـ الطـقـسـ وـالـنـاخـيـةـ كـافـةـ ، وـتـبـعـهـ شـبـكـةـ وـاسـعـةـ مـنـ مـحـطـاتـ الرـصدـ الـتـيـ تـسـجـلـ الـأـرـقـامـ الـخـاصـةـ بـالـطـقـسـ وـتـنـتـلـهـ إـلـىـ مـرـكـزـ التـبـؤـ ، وـتـقـمـ قـرـاءـةـ حـالـةـ الطـقـسـ كـلـ سـاعـةـ (ـ فـيـ المـطـارـاتـ وـالـمـوـانـيـ)ـ وـكـلـ ٦ـ ـ ٦ـ ساعـاتـ فـيـ الـمـحـطـاتـ الرـئـيـسـةـ ، وـكـلـ ٦ـ ـ ١٢ـ ساعـةـ فـيـ مـحـطـاتـ الـمـنـاطـقـ وـالـنـواـحـيـ وـالـمـراـكـزـ الـزـرـاعـيـةـ .

كـمـ يـقـمـ وـصـدـ حـالـةـ الـهـوـاءـ وـالـطـقـسـ فـوـقـ المـطـارـاتـ وـالـمـوـانـيـ مـرـتـينـ يـوـمـيـاـ بـوـسـاطـةـ أـجـهـزةـ قـيـاسـ وـبـثـ بـالـإـدـارـ .

وـاستـنـادـ إـلـىـ الـمـلـعـومـاتـ السـابـقـةـ الـمـسـتـمـرـةـ كـافـةـ فـانـ التـبـؤـ بـالـطـقـسـ يـقـمـ قـبـلـ ٣٩ـ ساعـةـ وـبـدـقـةـ تـرـيدـ عـلـىـ ٨٠ـ ـ ٩٠ـ %ـ .

ـ التـبـؤـ لـخـمـسـةـ أـيـامـ : وـهـوـ تـبـؤـ عـامـ يـتـمـ عـلـىـ الـحـالـةـ الـعـامـةـ لـلـجـوـ وـقـيمـ الضـغـطـ وـاتـجـاهـ الـرـياـحـ وـسـرـعـتـهـ ، وـمـدـىـ توـفـرـ التـيـارـاتـ وـالـجـهـاتـ الـحـارـةـ أوـ الـبارـدةـ ، وـوـجـودـ الـغـيـومـ ، وـاحـتـسـالـ الـهـطـولـ ، وـغـيرـهـاـ مـنـ الـظـواـهـرـ الـمـتـوـقـعـةـ ، وـيـأـخـذـ بـالـعـسـبـانـ الـحـالـةـ الـعـامـةـ لـلـطـقـسـ ، وـالـشـرـاتـ الجـوـيـةـ فـيـ الـأـقـطـارـ الـمـجاـوـرـةـ .

ـ وـتـذـاعـ نـشـراتـ الطـقـسـ : Bulletins météorologiques كالـآـتـيـ :

- ـ كـلـ ساعـةـ أوـ ثـلـاثـ ساعـاتـ فـيـ المـطـارـاتـ وـالـمـوـانـيـ .
- ـ عـلـىـ الـهـاتـفـ ، يـمـكـنـ الـاستـمـسـارـ عـنـ حـالـةـ الطـقـسـ ، حـسـبـ الـطـلـبـ .
- ـ كـلـ سـتـ ساعـاتـ ، وـتـسـجـلـ يـمـكـنـ لـلـطـيـارـ أوـ الـقـيـطـانـ الـاستـمـاعـ إـلـيـهاـ .

- كل ١٢ - ٢٤ ساعة ، تذاع نشرات تفصيلية مع خرائط الطقس .
- كل ٣٦ ساعة .
- كل ٣ - ٥ أيام توزع نشرات على الجهات المعنية .
- كل ١٠ أيام .

٦-٢- رصد عناصر الطقس وقياسها :

تقوم محطات الرصد الجوي بمراقبة حالات الطقس ، وتسجيل قيم عناصره ، ورصد تغيراتها ، وتحويل هذه القيم الى خرائط وارقام وخطوط بيانية ، تعطي صورة دقيقة عن حالة الطقس في كل ساعة من ساعات اليوم ، وبالتالي في كل يوم من أيام السنة ، ولابد من استثمار هذه المعلومات وتنظيمها ضمن نشرات أو خرائط لستم الاستفادة منها عند الحاجة ، أو تجميعها لستخدام في الدراسات المناخية .
ومنورد وصفاً مختصراً البعض الأجهزة التي تستخدم في رصد عناصر الطقس ، ومبدأ عملها فيما يلي :

٦-٣- قياس الإشعاع : Mesure du rayonnement

يستند مبدأ قياس الإشعاع الشمسي الى دراسة مدة السطوع ، وتحديد الأثر الحراري والأثر الضوئي للأشعة .

يتم قياس مدة السطوع اليومي بوساطة مسجلات الإضاءة : Héliographies ويقاس السطوع بتبع الأثر الذي يتركه الإشعاع الشمسي على ورقة تصوير مدرجة حساسة للضوء ، ومن مسجلات الإضاءة نذكر :

١ - مسجل كامبل Héliographe de Campbell

يتألف هذا الجهاز من الأجزاء التالية :

— حامل على شكل قضيب معدني بطول ٢ م يعرض ٩٠° م منه في الأرض ، في أعلى قاعدة مثلثية الشكل .

— قاعدة التثبيت المثلثية التي تركب على قاعدة الحامل ، والمحجزة ببزالت
لوضع الجهاز بشكل أدق .

— حامل ورقة التسجيل وهو عبارة عن قطعة معدنية نصف دائريّة يعرض ٧ سم
يثبت بوضع عمودي على حامل الكرة الرجاجية .

— حامل الكرة الرجاجية : ويتتألف من قطعة معدنية نصف دائريّة تنتهي ببزاليين
يشكلان نقطتي ارتكاز لثبت الكرة وتوجيهها .

— الكرة الرجاجية : وتكون مفرغة من الهواء في أحد أطرافها عدسة تجمع
الأشعة الواردة وترسلها إلى نقطة المحرق قريباً من ورقة التسجيل المدرجة ، التي
تغير يومياً ويدل الخط المحروق على طول فترة السطوع .

٢ - هليوغراف جورдан : Héliographe de Jordan

وهو يتتألف من علبتين معدنيتين نصف أسطوانيتين ، في كل منها شق متراول
في الجهة المستوية يسمح بمرور أشعة الشمس لتصل إلى الورقة الحساسة للضوء
التي تعطي السطح الداخلي للجزء المستدير من العلبة ، بحيث ترسم أشعة على الورقة
المرقمة خطأ مستقيماً يدل على طول فترة تعرض الجهاز للإشعاع ، يتم التسجيل في
النصف الأول من النهار ضمن إحدى العلبتين ، ويتوقف لفترة وجيزة ظهراً ، ثم
يستمر ضمن العلبة الثانية في النصف الثاني من النهار . ويتم توجيه الجهاز حسب
ميل أشعة الشمس وخط سيرها ، وهكذا يسجل على الورقتين طول فترة الإشعاع
La durée d'insolation من بداية النهار وحتى مغيب الشمس .

٣ - قياس الإشعاع المباشر (بيرهيلومتر) Pyrhéliomètre :

يقيس الأثر الحراري للإشعاع المباشر الذي يصل إلى سطح سائل أو مادة
صلبة ، ويكون الفرق بين درجتي الحرارة المسجلتين قبل القياس وبعده هو الطاقة
الحرارية الوالصة مع الإشعاع الشمسي على وحدة المساحة .

٤ - مقياس الإشعاع الإجمالي :

وتقيس الإشعاعات كافة التي يمكنها الوصول إلى سطح الأرض ، ويعتمد مبدأ القياس على استقبال الأشعة عبر غلاف شفاف تصل إلى جسم يستصها فترفع حرارته ، ومن الأجهزة المستعملة نذكر :

* بيرانومتر كيب Pyranomètre de kipp :

ويعمل على المبدأ السابق نفسه ويتصل الجسم المستقبل للحرارة بسلكين معدنيين مختلفي المقاومة يمر خلالهما تيار كهربائي تختلف شدته باختلاف درجة الحرارة .

* أكتينومتر أراكو Actinomètre d'Arago :

ويتألف من مقياس حرارة أحدهما أبيض اللون يعكس الأشعة والثاني أسود يتصنع الجزء الأكبر من الإشعاعات ، ويكون الفرق في الحرارة بين المقياسين هو الطاقة الحرارية التي تعطيها الإشعاعات الواردة على سطح الميزان الثاني .

* أكتينومتر بيلاني Actinomètre de Bellani :

يقيس هذا الجهاز كمية الكحول المتاخرة من خزان خاص يتلقى الإشعاعات ، فكلما زادت كميات الحرارة الواردة زادت كميات الكحول المتاخرة .

٥ - مقياس الإشعاع المتناثر :

يمكن قياس الإشعاع غير المباشر المتناثر بوساطة بيرانومتر كيب على أن يتم تحطية السطح المستقبل لمنع وصول أشعة الشمس المباشرة إليه .

٦ - قياس شدة إضاءة الإشعاع الشمسي :

تستخدم طرق تصويرية بمساعدة عدسات حساسة لتمييز مختلف درجات شدة الإضاءة ، وتقارن الصور المأخوذة بصور قياسية .

٦-٣-٢ - قياس الحرارة : Mesure de température

يعتمد مبدأ قياس درجات الحرارة على تبدل السوائل والمعادن بالحرارة ، ومن المقاييس المستعملة نذكر :

* مقياس الحرارة الزئيفي : Thermomètre à mercure

وهو يدل على درجات الحرارة التي تقع فرق -39°م وهي درجة تجمد الزئيف .

* مقياس الحرارة الكحولي : Thermomètre à alcool

وهو يقيس درجات الحرارة التي تزيد على -130°م وهي درجة تجمد الكحول .

* مسجل الحرارة : Thermographe

١ - مقياس الحرارة المثلمي (Negretti) : Thermomètre à maxima

يدل على أعلى درجة حرارة أثناء فترة القياس ، وهو مجهز باختناق يمنع رجوع الزئيف عند انخفاض الحرارة (الميزان الطبيعي) ، وبعدأخذ القراءة يمكن إعادة الميزان إلى وضعه الأول برجه بقوة . ويرقم هذا الميزان من $+10^{\circ}\text{م}$ إلى $+60^{\circ}\text{م}$.

٢ - مقياس الحرارة الدنيا (Retherford) : Thermomètre à minima

وهو مقياس كحولي يرقم من -40°م إلى $+40^{\circ}\text{م}$ ، ويجهز بممؤشر معدني ينخفض بانخفاض مستوى الكحول مع تدني درجة الحرارة ليشير إلى الحرارة الدنيا أثناء فترة القياس ، ويعاد المؤشر إلى وضعه الطبيعي بعد أخذ القراءة بوساطة مغناطيس .

٣ - مسجل الحرارة (Lambrecht) : Thermographe

يتالف الجزء الع basal للحرارة في هذا المقياس من صفيحتين معدنيتين رقيقةتين

تختلفان في نماذجهما للحرارة كالنحولاذ والنيدكل تثبتان على شكل قوس بحيث يكون المعدن الأكثر قابلية للتسلد في الخارج ، ويحصل بهما مؤشر ينتهي بريشة ترسم منحنى لغيرات الحرارة الأسبوعية ، يجري تسجيل الحرارة على ورقة مدرجة خاصة مركبة على أسطوانة دوارة ، وترقم الورقة المدرجة من -30 إلى $+50$ م°.

٤ - مقياس حرارة التربة : Thermomètre du sol

تقاس درجات حرارة التربة على أعماق مختلفة اعتباراً من السطح وحتى عمق ثلاثة أمتار ، وتستعمل مقاييس ذيقيها حتى -50 سم توضع مستودعاتها على العمق المناسب بينما تشاهد القراءة على السطح ، ويمكن استخدام مقاييس معلقة أو كهربائية في الأعمق أكبر .

وترقم مقاييس حرارة التربة حسب العمق كما يلي :

العمق	الترقيم
- ١٠ سم إلى ٥٥ م°	من -25 م° إلى $+50$ م°
- ٢٠ سم إلى ٥٠ م°	من -20 م° إلى $+50$ م°
- ١٠٠ سم أو أكثر	من -10 م° إلى $+30$ م°

٦-٣-٣ - مقياس الضغط والرياح

؛ Mesures de la pression et du vent

يتم قياس الضغط الجوي بوساطة أجهزة خاصة تحدد ثقل عمود الهواء في موقع القياس ، ويتم تحويل المقيم الناتجة إلى الضغط المقابل عند مستوى سطح البحر ، وبالتالي رسم خطوط تساوي الضغط التي تحدد بشكل أو باخر التخضبات والارتفاعات الجوية ، وترسم أماكن تشكل الجبهات وحركات سيرها .

ويستعمل لقياس الضغط المترافق التالية :

: Baromètre à mercure

١ - مقياس الضغط الزئبي

يتتألف هذا المقياس من : مستودع الزئبق وأنبوب زجاجي وأنبوب واق ومقاييس الترقيم المدرج من ٨٠٠ - ١١٠٠ مiliar من أحد جانبيه ومن ٦٠ - ٨٣ سم من الجانب الآخر ، يكون الأنابيب الزجاجي مغلقاً من أحد طرفيه ، ومفتوحاً من الطرف الآخر تصله كمية من الزئبق السائل من المستودع المكشوف ويختلف ارتفاع الزئبق في الطرف المغلق حسب شدة الضغط أي ثقل عمود الهواء الذي يقع عليه فيرتفع الزئبق مع ازدياد الضغط وينخفض بالانخفاض ،

وتزود محطات الرصد في الوقت الحاضر بمقاييس ضغط زئبية دقيقة ، تتأثر بالضغط الجوي كما تتأثر بتغيرات الحرارة ، ولا بد من تعديل القراءة حسب درجة الحرارة بالرجوع إلى جداول خاصة .

: Baromètre métallique

٢ - مقياس الضغط المعدني

يتتألف الجزء العسلي من المقياس من وعاء معدني مفرغ جدرانه متعرجة ، يفصل بينها نابض صغير يمنع تلاصقها ، يثبت على قاعدة ، ويؤدي تغير الضغط لتحرك السطح السائب ، وتنتقل هذه الحركة عبر رافعة إلى مؤشر يحدد قيمة الضغط على التدرج المجاور .

ويكون مقياس الضغط المعدني أقل دقة من الزئبي ، لكنه أسهل استعمالاً .

: Altimètre

٣ - مقياس الارتفاع

وهو مقياس ضغط معدني يدل المؤشر فيه على الارتفاع عن سطح البحر بالเมตร أو بالقدم ، بدلالة على قيمة الضغط ، ويستعمل هذا النوع من المقياس في الطيران وتناسق الجبال أو الفووص في الفواصات .

٤ - مسجل الضغط : Barographe

ويتألف من مقياس ضغط معدني يقوم بتسجيل قيم الضغط بوساطة ريشة خاصة على ورقة مدرجة تدور مع أسطوانة دوارة تعطي قيم الضغط لكل ساعة يومياً أو لكل يوم أسبوعياً بشكل مستمر .

يمكن الدلالة على شدة الرياح بتحديد سرعتها ، ولا بد من معرفة الاتجاه الذي تهب منه لتنبع حركتها ، وما يتبع عنها مثل اتجاه الضغط وحركة الغيوم ، والجهات والعواصف . ومن الأجهزة المستعملة في تحديد اتجاه الرياح وتقدير سرعتها :

١ - مقياس الرياح الدوار : Animomètre à rotation

وهو شائع الاستعمال في محطات الرصد الجوي ، يتكون من عةفة بسيطة ذات أربعة أذرع ينتهي كل منها بكاروس ، تدور بفعل الرياح ، ويتحول هذا الدوران عن طريق وصلات كهربائية وأذرع خاصة إلى قيم تحدد سرعة الرياح على مقياس مدرج يقرأ مباشرة أو على أوراق مرقمة تسجل عليها قيم السرعة وتغيراتها مع الزمن .

٢ - مقياس اتجاه الرياح :

يحدد اتجاه الرياح بوساطة أسهم خاصة تدور حول محور ، ويدل رأس الأسهم على الاتجاه الذي تهب منه الرياح ، ويمكن بث المعلومات حول سرعة الرياح واتجاهها عن طريق الراديو أو البرق من المحطات النائية والمعزولة .

٣ - سلم بوفورت لقياس الرياح : Echelle Beaufort des vents

وضعه الأميرال الانكليزي بوفورت عام ١٨٠٥ وذلك لقياس سرعة الرياح حسب مدى تأثيرها في شراع السفن التي كان يقودها .

وقد تم تعديل هذا السلم فيما بعد ليصبح أكثر عمومية ، ويشمل الرياح التي تهب على اليابسة ، ويتضمن أثنتي عشرة سرعة للرياح تقدر بالكميلومتر أو المقدمة التي تساوي ١٨ كم ، والتي لا زالت مستعملة في شائعط الطقس كافة .

رقم	السواعة	كم/ساعة	الثانية	ناتير الرياح في سطح الأرض
١٠٨	٢٩	٦٣	١٠٥	تجربة عام - غرق السنون - تهدير المنازل - تحجيم الأرواح (نادر).
١٢	٢٥	٩٥	٩٥	تغطية الماء، تغير المسقوف، تحدث أضرار بالمنزل على مساحات واسعة (نادر).
١١	٢١	٧٥	٧٥	تفتح الأشجار الكبيرة وتحدث أضراراً بالبياني والمزروعات (نادر).
١٠	٢٥	٨٥	٨٥	تفتح الأشجار الكبيرة وتحدث أضراراً بالبياني والمزروعات (نادر).
٩	٢١	٧٥	٧٥	تفتح الأشجار - تضرر المسابك - تسقط المذاخن.
٨	١٨	٦٠	٦٠	تفتح الأغصان - تأثير حركة الوسائل والأعمال الصغيرة.
٧	١٤	١٥	١٥	تفتح كل أجزاء الشجرة - يصعب السير ضد اتجاه الرياح.
٦	١٢	٤٠	٤٠	تفتح الأغصان الكبيرة - يصعب حمل المظلات.
٥	٩٥	٢٠	٢٠	تحريك الشجيرات وتفجير الأمواج على السطوح المائية.
٤	٧	٢٠	٢٠	يتشوّر القبار والترات وتساقط الأوراق.
٣	٥	١٥	١٥	تنشر الأعلام - تتحرك الأوراق وأغصان الأشجار.
٢	٣	١٠	١٠	يشعر الوجه بمرور النسيم - ينسجم خفيف أوراق الشجر.
١	٥	١٥	١٥	يعيل الدخان مع اتجاه الريح - سرعة خفيفة.
٠	٥	٥	٥	جو ساكن - بتصاعد الدخان عمودياً

٤ - رصد الرياح في الأعلى : L'observation des vents en altitude

يكتسب رصد تيارات الهواء المترفة أهمية خاصة في الملاحة الجوية، ويستخدم في رسم خرائط الطقس في طبقات الجو على ارتفاعات مختلفة ، ويمكن تتبع حركة الرياح وقياس سرعتها إما بوساطة الرادار Radar أو باستخدام بالونات طائرة الرياح - Balloons ، ومراقبتها بوساطة التيودوليت Théodolite وقياس الزاوية الفاصلة بين مستوى سطح الأرض وموقع البالloon واتجاهه ، لتقدير سرعة الرياح واتجاهها على ارتفاعات مختلفة طالما بقي البالloon مرئياً .

٥ - الرصد اللاسلكي للهواء في الأعلى : Radiosondage de l'air

وهو أحدث الطرق وأدقها التي يمكن أن تعطي معلومات تفصيلية عن درجات الحرارة ، وقىس الضغط ، ونسب الرطوبة على ارتفاعات مختلفة فوق المحطة المجهزة بها .

ويوجد حالياً عدة أنواع من اللاسلكي الراصد : Radiosonde ، وأكثرها استعمالاً هو جهاز معقد يدعى (نظام الرصد ذاتي تنظيم التردد) : Le système audio - fréquence modulée Emetteur الذي يتالف من جهاز بث يرسل موجات ذات ترددات خاصة ، تراافقه أجهزة قياس دقيقة صغيرة الحجم تخفيف الوزن ومقيدة ، تحول بصورة آلية قيس الحرارة والضغط والرطوبة إلى نبضات كهربائية يرسلها جهاز البث مباشرة ، ليتم استقبالها بوساطة جهاز استقبال Récepteur ، يأخذ هذه المعلومات ويسجلها برموز خاصة يسهل الرجوع إليها والاستفادة منها من قبل العاملين في الأرصاد الجوية .

يتم إطلاق بالونات خاصة تحمل الأجهزة المذكورة مرتين في اليوم فوق محطة الرصد الرئيسية ، ويجري تتبعها اعتباراً من سطح الأرض وحتى ارتفاعات قد تتجاوز ٣٠٠٠ م ، كما يمكن أن تعلق هذه الأجهزة بطائرات تحلق على ارتفاعات قد تصل إلى ٦٠٠٠ م فوق المحيطات .

٦ - استخدام جهاز الرادار في الرصد : L'équipement Radar

أصبح استخدام أجهزة الرادار شائعاً في الرصد الجوي والتبيؤ بأحوال الطقس، وقد بدأ استعماله لتنبئ بحركات العواصف والأعاصير، وتحمّل أجهزة الرادار الصغيرة حالياً على متن طائرات خاصة تتمكن من تحديد عين الإعصار ومنطقة الرياح الدوامة التي تشكل خطراً على الملاحة الجوية، وهي تساعد في الابتعاد عن العواصف الخطيرة.

وتجهز محطات الرصد الرئيسية بجهاز رادار خاص ذي مستقبل دوار يسمح السماء باستمرار، ويرسل أشعة بسرعة الضوء، تتعكس على قطرات المطر في الغيوم المطرار، وتعود إلى سطح الاستقبال ليحملها إلى تيار كهربائي ذي تضات خاصة تظهر على شاشة تلفزيونية، كما تعمل آلات تسجيل خاصة على تحويل هذه المعلومات إلى أرقام وخطوط بيانية.

٦-٤-٣ - قياس الرطوبة : Mesure de l'humidité

١ - مقياس الرطوبة المزدوج : Psychromètre (Asmen)

يتكون من مقياسين حرارة عاديين يُكتَبُ each أحدهما جاف Sec والثاني مبلل Mouillé يحيط بمنسوب الرطوبة بقماش يضاف إليه الماء قبل أخذ القراءة بقليل.

وبما أن التبخر يزداد كلما كان الهواء جافاً، لذلك فإن فرق القراءة بين المقياسين يكون أكبر، وبالرجوع لجدول خاصة يمكن تحديد نسبة الرطوبة في الهواء وقت القراءة.

٢ - مسجل الرطوبة : Hygrographe

يقيس الرطوبة النسبية، ويتألف الجزء الحساس من خصلة من شعر الإنسان أو الحصان، الذي أزيل منه الدهن والعرق، ويزايد طول خصلة الشعر مع ارتفاع نسبة الرطوبة، وينتقل هذا التزايد عن طريق ذراع ينتهي بمؤشر وريشة ترسم خططاً

بيانياً على ورقة مدرجة تدور بوساطة أسطوانة دوارة ، تغير أسبوعياً بعد تسجيل تغيرات الرطوبة .

تساعد معرفة قيم الرطوبة النسبية وتغيراتها على التنبؤ بحالة الطقس ، وتحديد نوع الهطول المحتمل ، وإمكان تشكيل طبقة من الجليد Givrage الصلب على سطوح الطائرات ، مما يحتم عودتها إلى أقرب مطار خوفاً من تحطمها .

٣- مسجل الحرارة والرطوبة Thermo - hygrographe :

عبارة عن جهاز مزدوج يشمل على مقياس حرارة معدني مسجل ومسجل للرطوبة يرسمان على ورقة واحدة تغيرات هذين العاملين الهاوين أسبوعياً .

٤- مسجل التبخر Evapographe :

يستخدم هذا الجهاز لتسجيل كمية التبخر خلال فترة زمنية معينة بصورة آلية ومستمرة ، ويتألف من وعاء فيه ماء يوضع فوق جهاز التوازن الذي يتصل بمجموعة من الروافع ، إضافة إلى أسطوانة دوارة تدور دورة واحدة كل يوم ، وتحيط بها ورقة مرقمة من ٠ - ٢٠ مم ومدرجة لكل ساعتين ، ترسم عليها الريشة خطأً يشير إلى كمية الماء المتبعرو تغيراتها .

٥- قياس الهطلات Mesure des précipitations :

وهي أكثر عناصر الطقس أهمية ، وخاصة بالنسبة للزراعة البعلية ، ويفقس بارتفاع الماء الماء الماء ، ويعبّر عنه بالمليمتر وهو يعادل هطول لتر واحد من الماء فوق سطح مساحته ١ م^٢ . يمتاز الهطل المطر بستوطنه بشكل متقطع حسب الزمان والمكان ، ويحسب عدد الأيام الماطلة في كل محطة متاخمة في الشهر أو الفصل أو السنة ، وعدد ساعات الهطل المستمر في اليوم .

وليس بالضرورة أن يكون المطر ذو قطرات الأكبر هو الأغرى ، وقد سجلت

أرقام قياسية للمطر وصلت الى ٦٣ مم/٣ دقائق في بينما ، وتصل الكثافة النظرية العظمى للمطر ١٢٠٠ مم/ساعة وهي ممكنة للحظات قصيرة .

١ - مقياس المطر العادي : Pluviomètre

ويكون عبارة عن وعاء أسطواني مساحة فوهة ٤٠٠ سم^٢ ، يجمع الماء عن طريق قمع في أنبوب مدرج بالمم/مطر ، يوضع عادة على ارتفاع ١٥٠ سم في مكان مشكوف كما يمكن وضع فوته عند مستوى سطح التربة أو مستوى المحصول المراد قياس كمية المطر التي يتلقاها ، وقد يوضع مائلًا باتجاه الجهة التي تهب منها الرياح وتجلب معها المطر .

٢ - مقياس المطر ذو الوعاء القلاب : Pluviomètre à auget basculant

يتلف من فوهة استقبال المطر ذات المساحة المعروفة ، يليها وعاء مقسم إلى قسمين متوازيين بحيث يتم انقلاب القسم الأول بعد ملئه بالماء ، ويبدأ انصباب الماء في القسم الثاني ، وهكذا ، ويكون الانقلاب عند تمام ملء القسم إلى درجة من الدقة بحيث تقيس أجزاءً من المليمتر ، ويصل على وصل تيار كهربائي إلى مسجل يحدد كمية المطر وقت قياسها على ورقة تسجيل تدور على أسطوانة .

ويمكن التأكد من دقة القياس بجمع المياه من الجهاز وقياسها بالطريقة التقليدية بواسطة أنبوب مدرج .

٣ - مسجل المطر : Pluviographe

عبارة عن مقياس مطر ينتقل فيه الماء من وعاء الجمع عبر أنبوب معدني إلى أسطوانة مساحتها ٢٠٠ سم^٢ بداخلها فوهة ترتفع بشكل يتناسب مع كميات الأمطار المتزايدة ، وهي ترفع معها رفاف متصلة بريشة تسجل كميات الأمطار الماطلة على ورقة تسجيل مدرجة محمولة على أسطوانة دوارة – يتم تفريغ أسطوانة الجمع آلياً بعد ملئها .

يسكن عدد المطرول الصلب عامة والثلج بصورة خاصة لأحد المصادر الهامة للمياه العذبة ، إضافة إلى أهميته في تغذية النبات بأناء ، وحساية التربة والمحاصيل التي تعطى من خطر الصقيع .

- قياس الثلوج : Mesure niérométrique

يُقاس الثلوج بأحد الطرق التالية :

١ - عدد أيام هطول الثلوج (N) وفيها يسجل عدد الأيام التي يسقط فيها الثلوج .

٢ - ارتفاع الثلوج (H) وهو سماكة الغطاء الثلجي Manteau neigeux ويُقاس في كل مرة يسقط فيها الثلوج بعد المطرول مباشرةً وقبل أن يتغير شكله أو تنقله الرياح .

وفي حال المطرول المستمر يجري القياس يومياً في ساعة محددة .

٣ - كمية الأمطار المعادلة للثلوج (P) وتُقاس بمقاييس الثلوج Nièvomètre الذي يصل على مبدأ مقياس المطر نفسه ، ويستعمل في محطات الرصد في المناطق الجبلية التي يكون فيها المطرول ثليجياً في أغلب الأحيان ، بحيث يتم قياس سماكة الثلوج وتحويلها إلى ماء كل ١٠ سم ثلوج حديث تعادل ١ سم ماء ، كما يمكن إذابة الثلوج المتجمد في المقياس وتقدير كميته بدقة أكثر .

٤ - وزن الثلوج في مساحة ١ م^٢ :

٥ - كثافة الثلوج = ١ مم مطر / م^٣

٦ - كثافة الثلوج : Densité

$$D = \frac{\text{الأمطار المعادلة } P}{\text{تسخّر من العلاقة : }} \frac{\text{ارتفاع الثلوج } H}{}$$

٦ - خفة الثلج : Légerité

$$L = \frac{\text{ارتفاع الثلج } H}{\text{وستخرج من العلاقة العكسية : }} \\ \text{الأمطار المعايرة } P$$

$$C = \frac{\text{معامل الثلج } v}{\text{كميات المطر السنوي } P} \\ \text{وهو يعادل : } \\ \frac{\text{كميات المطر السنوي } P}{\text{كميات المطر المعايرة } P}$$

٦-٣-٦ - قياس الفيوم :

- قياس ارتفاع قاعدة الغيوم : La mesure de la hauteur du plafond

إن قياس قاعدة الغيوم التي يزيد ارتفاعها على ٣٠٠٠ م، يكتسب أهمية بالغة بالنسبة لسلامة ثلاثة الجوية، خاصة عندما تغطي أكثر من نصف القبة السماوية، ويسكن الرائد المترسّن من تقدير ارتفاع القاعدة لأقرب ٣٠ م في حال الغيوم المنخفضة . ولأقرب ٣٠٠ م في حال الغيوم المتوسطة والعالية ، وهكذا تكتفي معظم المطارات بادعاء ارتفاعات تقديرية لقواعد الغيوم التي تغطي السماء وتعيّنها . ويسكن التأكيد من دقة التقدير أو تحديده بصورة صحيحة بوساطة المطارات ، التي تعطي أرقاماً عالية الدقة عند مرورها أسفل الغيوم وتحديد ارتفاعها بوساطة جهاز قياس ارتفاع ، كما أنّ تفعّل باللون بقدر معلوم يسمح بارتفاعه بسرعة معروفة ، ويسكن قياس الزمن اللازم لهذا البالون للوصول إلى قاعدة الغيم ، وضرره بالسرعة فنحصل على الارتفاع الصحيح ، وتجهز بعض المطارات بجهاز قياس ارتفاع الغيوم .

١ - جهاز قياس ارتفاع الغيوم Clinomètre

يتألف من مصباح كشاف مضي Projecteur يستعمل في قياس قاعدة الغيوم ليلاً ، بعد إرسال الضوء منه بشكل عمودي ، بحيث يقف الراصد على بعد ٣٠٠ م

منه ، ويلاحظ البقعة المضيئة التي تعكس على قاعدة الغيم باتجاه مقياس الارتفاع المدرج ، والذي يمكن أن يدل على الزاوية بين المستوى الأفقي واتجاه البقعة ، وبالرجوع إلى جداول خاصة يمكن معرفة ارتفاع قاعدة الغيم .

٢ - الخلية الكهروضوئية : Cellule photo électrique

وهي تستعمل في الطائرات العالمية الكثيرة ، وتدور باستمرار حول محور عمودي مشكلة قوساً قيمته 90° ، باتجاه حزمة من الأشعة العمودية ، بحيث يمكن من قراءة ارتفاعات الغيم فوق المطار وتسجيلها بشكل مستمر .

٣ - مسجل الطقس : Météographe

عبارة عن جهاز مركب من عدة أجهزة يصل على تسجيل عدة عناصر تحدد الطقس مثل : الضغط — الحرارة — الإشعاع — المطرول ، ويمكن أن يعمل مثل هذا الجهاز على إرسال المعلومات عن الطقس بشكل رموز أو أرقام عن بعد .

٤ - مقاييس الطقس المترقبة :

يمكن استعمال مقياس الضغط المعدني الشائع من تبع تطور حالات الطقس وتقلباته ، مع الرجوع إلى خرائط بسيطة ، فهو يدل على قيم الضغط واتجاهها نحو الارتفاع والانخفاض ، وهذا يعني خضوع المنطقة لارتفاع أو منخفض جويين .
 تحول قيم الضغط في خرائط الطقس إلى قيمه عند مستوى سطح البحر ، لذلك لن يكون هناك تطابق بين قراءة مقياس الضغط وأرقام الضغط على الخريطة ، كما أن بعض المقاييس ترجم بالمليمتر 760 ملتمتراً = 1013 ميليارداً .

ولابد من ملاحظة التبدل المحلي الذي يخضع له الطقس بسبب التضاريس وفهمه ، مثل وجود جبل أو واد ، أو أثر الغطاء النباتي مثل الغابة أو البستان ، وكذلك السطوح المائية مثل بحيرة أو سد .

يمكن تسجيل تغيرات الضغط والملاحظات كافة الخاصة بأحوال الطقس ، المتوقعة في سجل خاص بالزراعة أو المدجنة أو المنزل ، ومقارنتها مع الواقع ، ومتباينة تغيرات الحرارة وكثيارات المطرول وسرعة الرياح ، والرجوع إلى هذه السجلات للتأكد منها واستعمالها بشكل صحيح .

التطبيق العملي :

- ١ — عدد أنواع التبؤ الجوي وبين ما هي أنواع المعلومات التي تذاع عن طريق النشرة الجوية ،
- ٢ — افحص مقاييس الإشعاع الموجودة أمامك وارسم مخطط لها بين الأجزاء ،
- ٣ — ارسم أهم مقاييس الحرارة وبين أجزاءها ،
- ٤ — قارن بين مقاييس الضغط وارسم مثلاً لكل نوع ،
- ٥ — ارسم مقاييس الرطوبة وبين مبدأ عملها وأجزاءها ،
- ٦ — ما الفرق بين مقياس المطرول العادي والآلي ، ارسم الأخير مبيناً عليه الأجزاء ،
- ٧ — كيف يمكن قياس ارتفاع الغيوم بالعين المجردة وبالطرق البسيطة ،
- ٨ — بين كيفية الاستفادة من مقياس الحرارة والضغط المزلي في متابعة حالات الطقس ،
- ٩ — كيف يتم قياس حرارة التربة ، ارسم الخطة البياني لتبين حرارة التربة على أعماق مختلفة ،

الجلسة العملية السابعة

٧ - خرائط الطقس والتنبؤ بالطقس :

٧-١- خرائط الطقس : *Les cartes du temps*

يتم اختزال عناصر الطقس كافة التي ترصد في محطات الرصد الى متواسطاتها التي تقع على خرائط خاصة تسمى خرائط الطقس ، وترسم لتمثل الطقس عند مستوى سطح الأرض ، وتبين العناصر التالية لكل محطة (بروموز ومصطلحات خاصة) :

- اتجاه الرياح وسرعتها .
- قيم الضغط الجوي .
- درجات الحرارة .
- نقطة التدري .
- درجة الرؤية .
- المطولات .
- الضبابية .
- نوع الغيوم وارتفاعها .
- تغيرات الضغط .

وبعد توثيقها على الخرائط يتم تدقيقها ، ويقوم متبعين مختصين برسم خفوط تساوي الضغط ، وأماكن توضع الجبهات واتجاه سيرها ، يلي ذلك تحليل دقيق للأشق المتوقع ووضع النشرات الجوية التي تصدر عن المديرية العامة للأرصاد الجوية وتعمم على الصحف والإذاعة والتلفزيون ، وتذاع كل يوم في حالة الجو المسيطر

أما في الأحوال العادية فيتم إعداد خرائط الطقس الموجهة لخدمة الطيران والزراعة والمواصلات والسياحة وغيرها أربع مرات شهرياً ، وترافق هذه الخرائط توقعات عن حالة الطقس لمدة ٣٦ ساعة القادمة إضافة إلى تبؤ لمدة خمسة أيام .

ولابد من التأكيد على بعض القيم والأرقام ذات الدلالة والأهمية الخاصة مثل: كميات الهطول وسرعة الرياح ودرجات الحرارة ، ومقارنتها مع متطلباتها المعهودة ، مع الاشارة الى شرح الرموز المستعملة في الخرائط وبيان مداراتها حتى يسهل الرجوع إليها من قبل غير المختصين .

١-١-١- خرائط درجات الحرارة : *Les cartes des températures*

يمكن تمثيل درجات الحرارة المتوسطة اليومية التي تؤخذ بين الساعة السادسة صباحاً والسادسة مساءً ، للحرارة الدنيا أو الظمى ، وقد تمثل على خريطتين متضمنتين ، لتذاع ضمن النشرة الجوية اليومية *Quotidienn* ، إضافة إلى الخرائط المناخية التي تستخدم متطلبات شهرية أو سنوية أو عشرية *Décade* عظمى أو دنيا للحرارة بالدرجة المئوية (°م) .

١-٢-١- خرائط الهطلات : *Les cartes des précipitations*

تتضمن النشرات الجوية خرائط تدل على كميات الأمطار الهاطلة بالمليمتر في المحطات الرئيسية ، ويفضل أن توضع على خريطتين تمثل الأولى المطر الشهاري بين الساعة ١٨-٦ بينما تمثل الثانية المطر الليلي بين الساعة ٦-١٨ (الليلة السابقة) .

١-٣-١- خرائط تباينات الضغط : *Les cartes des variations de pression*

تدل على خطوط تساوي الضغط ، كما تبين اتجاه الرياح والجهات ، ومعظم معلومات الطقس الحالية والمتوقعة : أمطاراً - ثلوجاً - عواصف - ضباباً - جليداً خلال ٤٤ - ٣٦ ساعة القادمة .

وتنشر بعض الصحف اليومية خرائط طقس مختصرة ، تدل على الحالة العامة

للتقطس ، و تتضمن المعلومات التي تعطيبها الأرصاد الجوية ، والتي توقع على الخريطة على شكل رموز يشار الى سرح مدولااتها أسفل الخريطة أو جانبها ، وبين فيها :

- ١ - حالة السماء ودرجة الرؤية ونسبة الغيوم في القبة السماوية .
- ٢ - مناطق توضع الجبهات الهوائية الباردة والحرارة واتجاه سيرها .
- ٣ - مناطق العواصف المتوقعة .
- ٤ - أنواع المطرولات المحتملة : طلاً - هطللاً - بردًا - ثلجاً - صقيعاً . . .
- ٥ - خطوط تساوي الضغط وأماكن تشكيل المرتفع والانخفاض الجويين .
- ٦ - اتجاه الرياح وسرعتها .
- ٧ - الحالة العامة للتقطس : ممطرًا - غائماً - بارداً - دافئاً . . .

٧-٤- خرائط النظام الفيسي : *Les cartes des systèmes nuageux*

ترسم خرائط النظام الفيسي بحيث تبين الغيوم المتوقعة خلال ٢٤ ساعة ، والتي ترافق الجبهات الهوائية الباردة أو الحرارة مثلاً ، وتمكن من التنبؤ بوصول هذه الغيوم الى أي مكان عبر خط سيرها المحتمل ، والتقطس الذي يمكن أن تحلله معها ، ومدة استمراره ، ومدى تأثيره في الزراعة والمواصلات والطيران والسياحة . . .

٧-٥- التنبؤ بالطقس : *La prévision du temps*

يسكن التنبؤ بحالة الطقس المتوقعة بالرجوع الى خريطة واحدة تلخص أكثر عناصر الطقس فاعليه ، وتسهل عمل الراسد : كما يجعل استعمال هذه الخريطة بمتناول الجميع ، لكن دقة مثل هذه الخرائط تكون محدودة ، ويكتفى بالمعلومات التي تقدمها لبيان تغيرات الطقس خلال ٦ - ١٢ ساعة ، تنشر هذه الخرائط في الصحف ، وتبث محطات الإذاعة والتلفزيون معلومات وصوراً عنها ، وتصدر يومياً عن المؤسسة العامة للأرصاد الجوية .

ويستند التنبؤ الى مبدأين هامين يمكن أن تسير عليهما أحوال الجو وهم :

١ - مبدأ الاستقرار : La principe de persistance

حيث يفترض بأن الجبهة السائدة التي تسير بسرعة ٣٠ كم/ساعة ، يحتمل أن تتابع خط سيرها بالسرعة نفسها ، ويتوقع الظواهر الجوية المألوفة نفسها خلال ٢٤ ساعة القادمة ، كما أن المرتفع الجوي الذي يعطي الجزء الشمالي من القطر سيبقى مستقراً نهار الغد ، لكن بعض الظروف المحيطة كالتضاريس قد تغير الطقس المتوقع . وهذا المبدأ لا يأخذ بعين الاعتبار تباطؤ سرعة الجبهة أو تغير اتجاهها على المدى القريب .

٢ - مبدأ الاستمرار : La principe de continuité

يشبه المبدأ السابق من حيث احتمال استقرار الطقس السائد ، لكنه يحاول التنبؤ لفترات أطول من ١٢ - ٢٤ ساعة ، لهذا لا بد من استعمال خرائط تفصيلية لعناصر الطقس كافة ، وتبع التغيرات المتوقعة لكل عنصر ، وديناميكية هذه التغيرات ، بحيث يمكن التوصل إلى جملة خرائط أو خريطة واحدة شاملة تبين حالة الطقس بعد : ١٢ - ٢٤ - ٣٦ ساعة أو بعد : ٣ - ٥ - ٧ - ١٠ - ١٥ أيام الخ .
ولا بد منأخذ اتجاه التيارات الهوائية وسرعتها في الأعلى بعين الاعتبار لأنها تؤثر بشكل أو باخر في استمرارية حالة الطقس أو تغيره المفاجئ .

٣-٤-٥- التنبؤ الشخصي : Nos propres prévisions

يعتمد التنبؤ الشخصي بحالات الطقس على الخبرة الطويلة والتجربة ، والاستناد من الشهادات الجوية ، ولا بد للمهندس الزراعي من الاعتماد على النفس في المزرعة أو القرية ، للتعرف على حالة الطقس السائدة والمحصلة ، ومحاولة التنبؤ بالأحوال الجوية ، وبخاصة الضارة منها بالزراعة ، وتنمية الفلاحين وتنبيههم لأخطار الصقيع والمواصف والجفاف والفيضانات ، هذا ويقوم كل حسب مجال عمله بمحاولة معرفة حالة الطقس قبل السفر أو الذهاب إلى البحر أو بداية العصاد أو البدار .

وحتى يمكن أن يكون التنبؤ صحيحاً لا بد من تعلم استعمال الخرائط وقراءتها، وتسجيل درجات الحرارة وقيم الضغط ، وسرعة الرياح واتجاهها ومتابعة التشرفات الجوية ، واتباع الدرارات الخاصة بالتنبؤ بالصحيح ، والتمرين المستمر على التنبؤ ومطابقة أحوال الطقس المحسنة مع الأحوال التي تحصل فعلاً ، ومحاولة تصحيح التوقع حسب الفروض المحلية .

هذا ويمكن الاستفادة من الخبرة المحلية للمزارعين والمسئلين الذين تعلموا بالتجربة كيفية التنبؤ بأحوال الطقس المتوقعة ، والتي تربط بين الحكومة والغرفة ، والقصص الشعبية والظواهر الجوية .

٢-٢-٧- التنبؤ الرقمي : *La prévision numérique*

يكون التنبؤ الرقمي أكثر دقة من التنبؤ الشخصي ، ولا يمكن أن يحل عمل الآلات محل عمل الإنسان الذي يستمر بتزويدها بالمعلومات الصحيحة عن الطقس ، ويأخذ الخرائط الناتجة عنها لكي يفسرها ، ويسطعها ويدلها حسب الشروط المحلية . وتقوم الحاسوبات الإلكترونية : *Les calculateurs électroniques* في العصر الحاضر بأعمال جباره ، إذ يمكن عند برمجتها وتزويدها بالمعلومات المتوفرة عن الطقس ، أن ترسم آلية خرائط للطقس المتظر ، وتستعمل مديريات الأرصاد الجوية القنول الإلكترونية : *Les cerveaux électroniques* حتى في التنبؤات الجوية العادية .

إن خضوع حركات الجو لقوانين الطبيعة يجعل من الممكن معالجتها بوساطة الحاسوب ، الذي يحولها إلى معادلات رياضية ، تعطي أرقاماً ومصطلحات بحسب عناصر الطقس التي تدخل فيها في الحاسوب .

٢-٣- ملاحظات حول أحوال الطقس المتوقعة :

١- الصحو :

يمكن أن يكون الطقس صحواً ويستمر كذلك إذا توافرت الشروط التالية :

- ١ - الرياح جنوبية أو جنوبية غربية خفيفة .
- ٢ - الضغط الجوي مستقر ويسهل إلى الارتفاع .
- ٣ - تظهر بعض الغيوم المتفرقة ، لكنها تلاشى بسرعة (شباء) .
- ٤ - يكون الضباب كثيناً في الصباح ، ولا يليث أن يتلاشى بعد شروق الشمس .

٢ - المطر أو الثلوج :

يتكون المتنفس ماءطاً أو ثلجياً في حال سيادة الشروط التالية :

- ١ - الغيوم سمحاقية كثيفة تغطي السماء ، وتتحرك بسرعة لتعجل محلها غيوم منخفضة ، وخاصة عند استمرار انخفاض الضغط .
- ٢ - تشكل إكليل حول القمر ، مع استمرار انخفاض الضغط .
- ٣ - بدء تشكيل الغيوم الركامية مع التغيرات الصاعدة وتناميتها .
- ٤ - تكون السماء مكمورة معتمة من جهة الغرب .
- ٥ - ارتفاع سرعة الرياح الغربية التي تحمل الغيوم .
- ٦ - استمرار انخفاض الضغط الجوي .

٣ - يصحو الطقس عامة : عند توافر الشروط التالية :

- ١ - استمرار ارتفاع الغيوم المنخفضة وتحولها إلى غيوم عالية .
- ٢ - تغير اتجاه الرياح وهبوب رياح شرقية .
- ٣ - ارتفاع الضغط الجوي بسرعة .

٤ - انخفاض الحرارة :

ترافق انخفاض الحرارة مع الظواهر الجوية التالية :

- ١ - هبوب رياح شديدة شمالية أو شمالية غربية .

- ٢ - انساء الصافية ليلًا مع رياح خفيفة •
- ٣ - ارتفاع الضغط الجوي المحمود شتاء •

٤ - ارتفاع الحرارة :

يكون مصحوبا بالظواهر الجوية التالية :

- ١ - سيادة رياح جنوبية أو جنوبية غربية •
- ٢ - وجود غيوم ليلاً كثيفة بطئ الحركة •
- ٣ - صفاء الجو والمدورة النسيبي •
- ٤ - انخفاض الضغط الجوي •

٥- الجهات وخرائط الطقس :

تعود معظم تغيرات الطقس وحالاته الى تعاقب مرور الجهات الحارة والباردة بسرعة متوسطة مقدارها ٢٥ كم/ساعة للأولى و ٤٠ كم/ساعة للثانية ، ترسم الجهات الباردة على خرائط الطقس باللون الأزرق على شكل خطوط منحنية تبين مدى اتساع الجهة ، تقدمها مثلثات صغيرة تشير الى اتجاه تحركها ، بينما توقع الجهات الحارة باللون الأحمر على شكل منحنيات تقدمها أنصاف دوائر باللون نفسه ، أما بالجهات المستقرة فترسم باللونين والمصطلحين معًا •

وتبين خرائط الطقس تفاصيل تتعلق بخطوط تساوي الضغط ، وخطوط تلاقي الجهات ، وتدل الالوان الخضراء على منطقة الهدوء المستمر ، والخطوط الخضراء المتبااعدة على منطقة الهدوء المتقطع ، كما يشار برموز تدل على نوع المطرول والعواصف الشديدة •

ونورد فيما يلي أهم المصطلحات المستعملة في خرائط الطقس مع بيان دلالة كل رمز • (عن الدكتور ثوري أهدي) •

الرموز والمصطلحات الرئيسية المستخدمة في الأرصاد الجوية

الرمز	N	W	C _L	C _M	C _S	E	a
0	○	○				□	↗
1	⊖	⊖	⊖	↖	↖	□	↖
2	⊕	⊕	⊕	↖	↖	⊕	
3	⊖	⊖	⊖	↙	↙	□	↙
4	⊕	⊕	⊕	↙	↙	⊕	
5	⊖	⊖	⊖	↙	↙	✗	↘
6	⊕	⊕	⊕	↙	↙	⊕	↘
7	⊕	*	*	↙	↙	*	
8	⊕	▽	▽	M	↙	▽	↖
9	⊗	R	⊗	↙	↙	⊗	

ww	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	O	Q	O	O	~	∞	S	\$	{S}	
1	=	=	=	<	○	(○)	K	▽)	
2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
3	51	5	15	50	5	5	5	5	5	
4	(=)	==	==	==	==	==	==	==	==	
5	9	99	9	99	9	99	99	99	99	
6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	A
8	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	
9	⊗	R	⊗	R	⊗	R	⊗	R	R	

لم يرتفب تشكل الفيوم أو تطورها

القيوم تلاشي

ضباب خفيف

طبقة رقيقة متنامية من الضباب

رذاذ هطل في الساعة السابقة

مطر مستمر في الساعة السابقة

عاصفة رملية أو ترابية من الساعة
الشدة في الساعة السابقة

عاصفة رملية أو ترابية من الساعة
السابقة

ضباب على مسافة من المحطة في الساعة
السابقة

تدف من الضباب

رذاذ خفيف متقطع زمن الرصدة

رذاذ مستمر خفيف زمن الرصدة

مطر متقطع خفيف زمن الرصدة

مطر مستمر خفيف زمن الرصدة

ثلج متقطع زمن الرصدة

ثلج مستمر خفيف زمن الرصدة

زخات خفيفة من المطر

زخات متقطعة الشدة من المطر

مطر خفيف زمن الرصدة مع عواصف
وعدية في الساعة السابقة



النفاس الرؤبة بسبب الدخان

٣٣

شدید

٨٨

هباول هرلي لا يصل الى سطح الارض

مطر على بعد من المحلة

)٥(

مطر متجمد مستمر في الساعة السابقة

٢]

٧]

عواصف ترابية او رملية شديدة لافير
فيها في الساعة السابقة

العاصفة ترابية شديدة بزداد من الساعة
السابقة

ضباب والسماء مهجورة لا تغير يذكر
في مجموعه

ضباب كثيف لا تغير في كثافته

—

رزاد متقطع كثيف زمن الرصدة

٤
٩
٩

رزاد كثيف زمن الرصدة

٩
١

مطر متقطع كثيف زمن الرصدة

٦
٩
٩

مطر مستمر شديد زمن الرصدة

●

ثلج متقطع شديد زمن الرصدة

*
*
*

ثلج مستمر شديد زمن الرصدة

*
*
*

زخات متقطعة الى شديدة من الثلوج

●
●
▽

زخات خفيفة من الثلوج

*

ثلج او مطر مع الثلوج او مطر مع المطر
متوسط الشدة الى شديد زمن الرصدة
وعواصف رعدية في الساعة السابقة .

R
R

عواصف رعدية خفيفة الى متوسط
الشدة مع المطر او الثلوج

—

6		7
فبار معلق زمن المتصدة	S	فبار أو رهان أثارها الرياح
مطر قرب المحطة	(6)	رعد بدون مطر في المحطة
زخات من البرد أو الثلوج والثلج في الساعة السابقة	#	زخات من البرد أو الثلوج والثلج في الساعة السابقة
ثلوج متغيرة خليفة إلى متوسطة الشدة	↓ ↗	ثلوج متغيرة شديدة
صباب كثيف أخذ في الزيادة	— —	صباب كثيف في السماء
رذاذ خفيف متجمد	(2)	مطر متوسط أو شديد متجمد
مطر متجمد خليف الشدة	(2)	مطر متوسط الشدة إلى شديد
جبات من الثلوج مع أو بدون صباب	← →	جبات من الثلوج مع أو بدون صباب
زخات من البرد الهش مع أو بدون مطر . أو مطر مع ثلوج	#	زخات من البرد الهش مع أو بدون مطر . أو مطر مع ثلوج
عواصف رعدية شديدة بدون برد مع الشدة مع البرد	K	عواصف رعدية شديدة بدون برد مع ثلج . أو الثلوج

٩
(٥)

٨ معاصف ترابية أو رملية ..

دوامة ترابية



٧ خطر المعاصف على المعلمة في الساعة السابقة

٩ فيوم



٦] معاصف رعدية خلال الساعة السابقة

R



٥ تلوّج منبرقة خفيفة الى متوسطة الشدة



٦ تلوّج منبرقة شديدة



٤ صباب بدون رذاذ للهبي



٤ صباب مع رذاذ للهبي



٣ مطر ورذاذ خفيف الشدة



٣ مطر ورذاذ متواضع الشدة الى شديد



٢ مطر ورذاذ وثلج خفيف



٢ مطر ورذاذ وثلج متواضع الشدة الى شديد



١ ثلوج نجمي مع او بدون صباب

كرات ثلجية



٠ رذاذ من البرد مع او بدون مطر او مطر مع الثلوج



٠ رذاذ من البرد مع او بدون مطر او مطر مع الثلوج



٦ عواصف رعدية مع البرد ز من الرصدة



دجاج هادئة	◎	
السرقة من ١ - ٤ هكدة		صقط يرتفع ثم ينخفض
" ٢ - ٣ "		صقط يرتفع ثم يثبت
" ٣ - ٤ "		صقط يرتفع
" ٤ - ٥ "		صقط ينخفض ثم يرتفع
" ٥ - ٦ "		صقط ثابت
" ٦ - ٧ "		صقط ينخفض ثم يرتفع
" ٧ - ٨ "		صقط ينخفض ثم يثبت
" ٨ - ٩ "		صقط ينخفض
" ٩ - ١٠ "		صقط يرتفع ثم ينخفض
" ١٠ - ١١ "		الطلس الملاخي
" ١١ - ١٢ "		عواصف ترابية أو رملية أو تكون متجرفة
" ١٢ - ١٣ "		صباب أو دخان كثيف
" ١٣ - ١٤ "		رذاذ
" ١٤ - ١٥ "		مطر
" ١٥ - ١٦ "		ثلج أو مطر وثلج
" ١٦ - ١٧ "		زخات
" ١٧ - ١٨ "		عواصف رعدية مع أو بدون هطول
" ١٨ - ١٩ "		
" ١٩ - ٢٠ "		

سمحاني

Cirrus

سماء صافية

سمحاني

Cirrus

السماء مغطاة بالغيوم

سمحاني

Cirrus

السماء مغطاة بالغيوم

سمحاني

Cirrus

السماء مغطاة بالغيوم

سمحاني ارتفاعه أقل من 5°

Cirrus

السماء مغطاة بالغيوم

سمحاني ارتفاعه أقل من 5°

Cirrus

السماء مغطاة بالغيوم

سمحاني ارتفاعه أقل من 5°

Cirrus

السماء مغطاة بالغيوم

سمحاني لا يغطي السماء بكتلها

Cirrostratus

السماء مغطاة بكتلها بالغيم

Cirro Cumulus

السماء مغطاة بكتلها بسبب الضباب



رَكَامٌ مُنْتَهِيٌّ	Cumulus	طَبِيعيٌّ مُنْتَهِيٌّ	Alto Stratus
رَكَامٌ مُنْتَهِيٌّ	Cumulus	طَبِيعيٌّ مُنْتَهِيٌّ	Alto Stratus
رَكَامٌ مُنْتَهِيٌّ	Cumulus	طَبِيعيٌّ مُنْتَهِيٌّ	Alto Stratus
رَكَامٌ طَبِيعيٌّ مُنْتَهِيٌّ	Strato Cumulus	رَكَامٌ مُنْتَهِيٌّ	Alto Cumulus
رَكَامٌ طَبِيعيٌّ مُنْتَهِيٌّ	Strato Cumulus	رَكَامٌ مُنْتَهِيٌّ	Alto Cumulus
طَبِيعيٌّ مُنْتَهِيٌّ	Stratus	رَكَامٌ مُنْتَهِيٌّ	Alto Cumulus
طَبِيعيٌّ مُنْتَهِيٌّ	Fracto Stratus	رَكَامٌ طَبِيعيٌّ مُنْتَهِيٌّ	Alto Cumulus
طَبِيعيٌّ دَرَكَامٌ	Strato Cumulus	رَكَامٌ طَبِيعيٌّ مُنْتَهِيٌّ	Alto Cumulus
رَكَامٌ مُنْتَهِيٌّ	Cumulo Nimbus	رَكَامٌ مُنْتَهِيٌّ	Alto Cumulus

التطبيق العملي :

- ١ - ارسم خريطة الطقس المتوقع خلال ٢٤ ساعة ولونها ، واترح محتواها .
- ٢ - ما الآلية من خرائط النظام الفيزي .
- ٣ - تأثر الرموز والأرقام المستخدمة في خرائط الطقس .
- ٤ - كيف يمكن التوفيق بين مبدأ الاستقرار ومبدأ الاستقرار في التنبؤ الصحيح بالطقس .
- ٥ - فارق بين التنبؤ الشخصي والتنبؤ الرقمي . وبين أهمية تكاملهما .
- ٦ - أرسد حالة الجو السائدة . وبين أحوال الجو المتوقع حسب رأيك .
- ٧ - ارسم خريطة الطقس السائد حالياً فوق جنوب القطر حسب تنبئك الشخصي .
- ٨ - ماذا يفيد التنبؤ البيئي في الزراعة والهيدروتيريزيا الحيوان .
- ٩ - لخص ضمن جدول ميزات الطقس الصحراوي من حيث الحرارة ، والطقس المداري ، ومتى تتحقق المعايرة .
- ١٠ - ما التأثير بين خرائط الطقس وخرائط المناخ .



الجلسة العملية الثامنة

٨ - الظواهر الجوية المؤثرة في الزراعة :

تعد الأرصاد الزراعية وتطبيقاتها في الزراعة من العلوم الحديثة التي شقت طريقها إلى الظهور في كليات الزراعة ، والمؤسسات ومراسك الأبحاث الزراعية ،

فالمواضيع المتداولة في هذا المجال لا يمكن الاستغناء عنها مطلقاً وذلك لأهميتها في الانتاج الزراعي وتدخلها في عناصر الانتاج .

وإن مبدأ دراسة الظواهر الجوية المؤثرة في الزراعة يعتمد على تحديد تلك الظواهر وفهم سلوكيتها وتأثيراتها في حياتنا اليومية وأعمالنا الاعتيادية بشكل عام . وفي الزراعة والانتاج الزراعي بشكل خاص .

فالظواهر الجوية والزراعة صنوان لا يفترقان حيث تتأرجح معدلات الانتاج وتستقر حسب مدى ملائمة عناصر الطقس لكل نوع من أنواع الزراعة .

وإذا كانت الزراعة في منتهى الحقيقة عبارة عن فن وعلم وصناعة وتجارة إلا أن تعاملها ووصولها إلى المستوى الأمثل لا يتحقق لارتباطها بالظواهر الجوية التي إذا كانت إيجابية فتزيد الانتاج الزراعي كما ونوعاً أو تؤخره تماماً إذا كانت تأثيرات تلك الظواهر سلبية .

وإن الظواهر الجوية المؤثرة في الزراعة عديدة وعديدة جداً ، وسنستعرض فيما يلي أهم المواضيع في هذا المجال ، وهي :

Gelee

Séchesse

أولاً - الصقيع

ثانياً - الجفاف

- . Inondation ثالثاً - الفيضانات وزيادة المياه
- . Incendie رابعاً - الحرائق
- . Salinité خامساً - الملوحة
- . Vent سادساً - الرياح

٤-٨- الصقيع وتأثيره في الزراعة :

تعرض الأشجار الشمرة في القطر العربي السوري لخطر الصقيع وخاصة في الربيع أثناء موسم الازهار وعقد الشمار مما يؤدي إلى تأثير سينية على المزارعين وبشكل عام فإن الأشجار الشمرة وبشكل دائم عرضة للإصابة بخطر الصقيع ذلك الخطر الذي يؤثر في الاتساع كما ونوعاً .

- ويمكن تجنب أضرار الصقيع باتخاذ الاجراءات اللازمة لحماية النبات من انخفاض درجات الحرارة ، ويعود تاريخ محاولات حماية الأشجار الشمرة إلى زمن بعيد جداً ، فقد نصحت المزارعون قديماً باشعال نقايا تقليم الأشجار والأعشاب وذلك للحصول على كسب حراري يبعد خطر التأثير بالصقيع ، أما في الوقت الحاضر فقد تعددت الوسائل في مكافحة الصقيع فقد استخدم الشمع ، والغاز ، والكترباء ، والتدخين ، والتدفئة ، والري بالرذاذ والتغطية .

وقد استخدمت حديثاً صور الأقمار الصناعية في متابعة حركة الصقيع المتنقل للتتحذير منه واتخاذ الاجراءات الكفيلة باتقليل من سلبياته وأضراره .

ـ تعريف الصقيع :

- يمكن تعريف الصقيع بأنه انخفاض درجة حرارة الهواء إلى الصفر المئوي أو دونه ، عندما يكون متوسط درجة الحرارة اليومي أعلى من الصفر فيحدث هبوط مفاجئ يؤدي إلى تحول بخار الماء الموجود في الجو من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة .

— هناك ثلاثة أنواع شائعة من الصقيع وهي :

٨-١-١- الصقيع الإشعاعي :

يعد هذا النوع من الصقيع من أكثر أنواع الصقيع انتشاراً، ويدعى أيضاً الصقيع الأبيض ظرراً لما يترك من بلوارات تلجمية على الأعضاء النباتية . ويحدث عادة عندما تكون السماء صافية ، والرياح هادئة ، وجفاف الجو حيث الروبة النسية منخفضة وهي صفات ترافق الضغط الجوي المرتفع حيث يفقد سطح الأرض الحرارة التي اكتسبها أثناء النهار بوساطة التشعع الأرضي ، وبالتالي تنخفض درجة حرارة الهواء الملائم لها لامدون الصفر المئوي .

يحدث الصقيع الإشعاعي في أواخر الخريف وأوائل الربيع ، ويتكرر حدوثه في الفترة الحرجة للأشجار المثمرة في أطوار نفتح البراعم والأزهار . وعندما تكون درجة الحرارة أثناء النهار أعلى من الصفر وبحدود ١٠ إلى ١٥ درجة مئوية وأثناء الليل يحدث التشعع الأرضي الحراري الذي يساعد على التبريد السريع لسطح الأرض فيؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة إلى الصفر المئوي أو دونه وبوجود الهواء الجاف وسكن الرياح فيحدث الصقيع الأبيض أو الصقيع الإشعاعي .

— ومن الأمثلة في هذا المجال انخفاض درجة الحرارة في منطقة سرغايايا في أيار ١٩٧٨ بوقت الأزهار ، مما أدى إلى تلف محصول التفاح وكانت النتيجة خسائر كبيرة .

٨-١-٢- الصقيع الشتوي :

ويدعى هذا النوع من الصقيع الصقيع الأسود ، وهو ينبع من تحرك كثنة هوائية باردة فوق مساحات واسعة ، وذلك عندما تكون درجة الحرارة أقل من درجة التجمد .

يستمر هذا النوع من الصقيع لمدة أيام ، يمكن أن تنخفض درجة حرارة الهواء انخفاضاً كبيراً وقد تصل إلى أقل من ١٣° م تحت الصفر .

وإن الرياح شديدة البرودة من العوامل التي تساعد على حدوث هذا النوع من الصقيع ، وقد سمي الصقيع الأسود لأنه يترك لوناً أسود على الأعضاء النباتية **الذئبة** التي يصيبها .

يحدث هذا النوع عادة في فصل الشتاء ، ولا يمكن مكافحته والتخلص منه ، إلا أنه يمكن اتباع بعض إجراءات الحماية والوقاية بوساطة تعطية النباتات أو اتباع طرق الزراعة داخل الأقاقب البلاستيكية .

هذا ولا يوجد أي تأثير يذكر لهذا النوع من الصقيع في الأشجار المشرمة متساقطة الأوراق لأنها تكون في ملوك السكون عند حدوث الصقيع الشتوي . بينما يتحقق خسائر كبيرة بالأشجار دائمة الخضرة وبخاصية الزيتون والحمضيات كما يؤثر هذا النوع من الصقيع في التربة فيؤدي إلى تشققها وقد يؤثر في المجموع الجذري أيضاً .

٣-١-٨- الصقيع المختلط :

وهو عبارة عن الصقيع الناتج عن كليتين همايتين مختلفتين ، ويكثر حدوثه في فصل الخريف ولذلك يسمى الصقيع الخريفي ، وتشير خطورته عندما يكون مبكراً ، وخير مثال على ذلك الصقيع الخريفي الذي حدث في سهل الغاب في أوائل تشرين الأول وأدى إلى القضاء على مساحات كبيرة مزروعة بالقطن قبل قطفها .

العوامل التي تساعد على تشكيل الصقيع الانشعاعي

يمكن تشخيص أهم العوامل التي تساعد على تشكيل الصقيع الانشعاعي واتساعه بالأتي :

١- السبيكة الصافية :

يساعد خلو السماء من العيوب أثناء الليل على زيادة التشبع الحراري وعلى

انخفاض درجة حرارة الهواء لأن السحب تعمل ك حاجز يمنع ضياع الحرارة ، فهي تتصب جزءاً من الطاقة الإشعاعية ثم تعكسها إلى الأرض ، ومن المعروف أن الليالي الصافية أبْرَد من الليالي الغائمة .

٢ - الرياح الهادئة :

تعمل الرياح على خلط طبقة الهواء الباردة القريبة من سطح الأرض المشكّلة بسبب التشعع الحراري الأرضي ومزجها مع طبقة الهواء الدافئة الموجودة فوقها . أي أن الرياح تساعد على إزالة الانقلاب الحراري الناشيء عن التبريد الليلي مما يجعل درجة الحرارة الصغرى أعلى مما لو كانت الرياح هادئة . وبذلك يقل احتمال حدوث الصقيع عند هبوب الرياح .

٣ - جفاف الجو :

إن لوجود بخار الماء في الجو أهمية في حفظ حرارة الأرض لأنها يستص العبرارة التي تشبعها الأرض ليلاً ويقلل من تسرب الحرارة إلى الطبقات العليا من الجو .

٤ - وجود غطاء نباتي :

إن انتشار الأغطية النباتية تحت الأشجار الشمرة يساعد على الاحتفاظ بحرارة سطح الأرض وعدم ضياع تلك الحرارة .

٥ - تصاويس الأرض :

من الهام جداً في دراسة الصقيع معرفة العوامل الفيزيائية التي تؤدي إلى تدفق الهواء البارد وتجممه في المناطق المنخفضة ، لذا ينصح باختيار أماكن زراعة الكروم وبساتين الأشجار الشمرة على منحدرات الهضاب والجبال ، وتجنب زراعتها في الوديان لزيادة نسبة احتمال حدوث الصقيع فيها ، لأن الهواء البارد يتدفق باتجاه المناطق المنخفضة ويشكل ما يسمى ببحيرة الهواء البارد .

٦ - الانقلاب الحراري :

تتناقص درجة حرارة الهواء مع الارتفاع في بقعة التروبوسنيز ، ويبلغ معدل الانخفاض ٢٠° درجة مئوية لكل ١٠٠ متر ارتفاعاً . ويؤدي ارتفاع درجة حرارة سطح التربة أثناء النهار بسبب الاشعاع الشمسي إلى تسخين طبقة الهواء المأزمية فتقل كثافتها وترتفع للأعلى ويحل محلها هواء بارد . ويحدث العكس أثناء الليل حيث تظهر طبقة من الهواء البارد فوق سطح الأرض ، وبذلك فإن درجة الحرارة تزداد مع الارتفاع خلال مسافة معينة ، وهذا ما يسمى الانقلاب الحراري والذي يساعد على انخفاض درجة حرارة الهواء وبالتالي تشكل الصقيع .

١-١ - مكافحة الصقيع :

يمكن مكافحة الصقيع بوحدة أو أكثر من الطرق التالية :

١ - الطرق الوقائية :

ويمكن تلخيصها بالنقاط التالية :

- ١ - خدمة التربية الزراعية بفلستتها ومشيها جيداً .
- ٢ - القضاء على العشاش ومحليات المحاصيل السابقة .
- ٣ - إقامة مصدات الرياح شريطة الاستفادة منها وتحديد الفعالية .
- ٤ - طمر الحفر وبحيرات تجمع الهواء البارد وإزالة العواجز التي تسببها .
- ٥ - دراسة معطيات الأراضي الجوية وتحليلها والاستفادة منها .
- ٦ - زراعة المحاصيل البقوية وتحسيلها على الأشجار المشمرة مما يخفف من حدة الصقيع .

٢ - الطرق الفعالة المباشرة :

ويمكن تلخيصها بالنقاط التالية :

تنقسم الطرق المستخدمة في مكافحة الصقيع تبعاً لفعاليتها في تعديل درجة

الحرارة المنخفضة وزفعها بأقصى سرعة ممكنة، وان متدار الكسب الحراري المستند منه هو الأساس في تفضيل اتباع طريقة على أخرى ، هذا وتلبيق الطرق الفعالة المباشرة في حال عدم انخفاض درجة الحرارة إلى أقل من -8°C أو -10°C درجة مئوية .

ومن أهم الطرق الفعالة المباشرة المستخدمة في مكافحة الصقيع هي :

١ - التسخين والتدفئة :

آ - باستعمال إطارات الميارات البالية والكاوتشوك وهي طريقة قديمة يصل فيها الكسب الحراري إلى درجة مئوية واحدة ومن عيوبها تلوينها للجود وإصدار رواص كريهة .

ب - المواقد : وأهتمها استخدام الموقاد الفخارية وهي طريقة رخيصة وسهلة حيث يصل فيها الكسب الحراري إلى ثلاثة درجات مئوية .

ج - استخدام الغاز : وذلك عن طريق استخدام غاز البروبان وبمعدل ١٠٠٠ رأس لهب للهكتار الواحد حيث يصل الكسب الحراري إلى $3^{\circ} - 4^{\circ}$ درجة مئوية .

د - استخدام الكهرباء : وتنشر هذه الطريقة في الانفاق وبالزراعة الحيسية والمستنبتات وهي مكلفة .

٢ - التهوية :

آ - المزج والتقطيب : بمعنى تحرير الهواء ومزجه ، ويحتاج الهكتار الواحد إلى قوة $30 - 60$ حصاناً بخارياً ومن $1 - 3$ مراوح ويصل الكسب الحراري إلى $3^{\circ} - 4^{\circ}$ درجة مئوية .

ب - استخدام البواء الساخن : وفيها تزود أجهزة لتقطيب الهواء بمولدات حرارية حيث يلزم $100 - 120$ مركزاً للتوليد ومن $5 - 6$ جهازاً في الهكتار

الواحد وهناك مراوح قطرها ٨ أمتار محمولة على ارتفاع ١٢ متراً تنشر الهواء الساخن على ٣٦٠ درجة وخلال ست دقائق يصل الكسب الحراري في هذه الطريقة ٣ - ٤ درجة مئوية .

٣ - الري بالرذاذ : وهي طريقة هامة جداً وحديثة ومضمونة النتائج حيث يصل الكسب الحراري الى خمس درجات مئوية ، وهي تتطلب مضخات وشبكات رى ورذاذات .

٤ - الطرق البيولوجية :

وتتحقق بالنقاط التالية :

- ١ - استخدام الأصناف المقاومة للصقيع واختبارها لزراعتها في المناقح المعروضة للإصابة بخطر الصقيع وتحديد موعد الزراعة المناسب بالنسبة للمحاصيل والخضروات .
- ٢ - استخدام طريقة التقليم لتأخير فترة الإزهار .
- ٣ - التربية العالية وعلى دعامات وأسلاك للتقليل من خطر الاصابة بالصقيع وقد أجريت عدة تجرب في هذا المجال ، وقد تبين الآتي :

نسبة حدوث الصقيع	ارتفاع التربية
٪ ١٠٠	٤٥ سم
٪ ٢٥	٩٠ سم
٪ ١٥	١٢٠ سم
٪ ١٠	١٦٠ سم

٤ - استخدام منظمات النمو بهدف تأثير فترة السكون وبحدود الشهر مما يضمن عدم التأثر بالصقيع ومن التجارب التي أجريت في هذا المجال استخدام هرمون

(الافتاليين الخلوي) بتركيز ١٠ - ٢٠ جزءاً بالمليون P.P.M واستخدام الفحصات الآيتيلينية .

٤-٥- التنبؤ عن حدوث الصقيع :

يعد إصدار التنبؤات عن موعد حدوث الصقيع والتحذير منه وأخذ الاحتياطات لكافحته ، من أهم المراحل في حماية المزروعات والأشجار المشرمة من التلف ويتم عادة إعداد التنبؤ وإذاعاته قبل وقت كاف حتى يتم التحضير للمكافحة في الوقت المناسب وبالتالي التقليل قدر الامكان من الأضرار والخسائر الناجمة عن حدوثه .

و سنستعرض فيما يلي بعض الطرق المستخدمة في مجال التنبؤ عن حدوث الصقيع :

١ - طرق التنبؤ الأولية :

آ - إن أبسط طريقة للتنبؤ عن حدوث الصقيع هو رسم خط بياني لدرجة الحرارة الدنيا للهواء في المنطقة المتوقع حدوث الصقيع فيها ، وملحوظة خطوط اتجاه درجة الحرارة ، فكلما اقتربت من درجة الصفر كان احتمال حدوث الصقيع وارداً .

ب - من طرق التنبؤ الأولية في مجال الصقيعأخذ معلومات مناخية ولعدة سنوات عن المنطقة المدروسة ، وتحديد الفترة التي يحدث فيها الصقيع عادة والتي يحصل حدوث الصقيع فيها ومن ثم أخذ الاحتياطات قبل فترة من وقوع الصقيع .

ج - وضع إناء فيه ماء وبسمك بسم ، وعند تجميد الماء في الإناء فإن ذلك يعطي فكرة عن حدوث الصقيع .

د - زراعة بعض النباتات الحساسة للصقيع والتي تموت وتنتهي عند وصول درجة الحرارة إلى الصفر المئوي . ولذلك فإن موتها يعطي فكرة عن حدوث الصقيع وتوقعه .

ومنها سبق نستطيع القول إن الطرق السابقة تعدد طرق بدائية أولية طالما أنه لا توجد أجهزة ومتغيرات ومتغيرات عالمية متطرفة للتتبؤ عن حدوث الصقيع .

٢ - التتبؤ العام :

وهو عبارة عن التتبؤ الذي يذاع في أجهزة الراديو والتلفزيون وهو يتضمن تتبؤاً عاماً عن الطقس يعطي فكرة عامة عن الكتل الهوائية السيطرة على المنطقة ، وعن تحرك المنخفضات والارتفاعات الجوية والعواصف الباردة والحرارة ، وهذا النوع من التنبؤات تصدره مكاتب التنبؤات الملحقة بالمطارات ، والمكاتب الملحقة بمحطات الأرصاد الجوية ، وعموماً لا يفيد هذا النوع من التتبؤ في مكافحة الصقيع ، وإنما يعطي فكرة عامة عن شكل الصقيع .

٣ - طريقة ميكانييفسكي للتتبؤ بالصقيع :

وهي من الطرق العلمية المستخدمة في مجال التتبؤ بالصقيع ، وهي تعتمد على استخدام مقياس البايكرومتر (مقياس درجة الحرارة الرطبة والجافة) وذلك على ارتفاع ٢ م عن سطح الأرض بهدف تحديد درجة حرارة الهواء الجافة والرطبة . ومن ثم تحسب درجة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والترية وذلك على أساس القيم المأخوذة من المقياس الرطب والجاف في البايكرومتر ، وباباع المعادلين التاليتين للهواء والترية :

$$M_1 = t_1 - (t - t_1) \cdot C$$

$$M_2 = t_1 - (t - t_1) \cdot 2 \cdot C$$

حيث :

M_1 = درجة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء .

M_2 = درجة الحرارة الدنيا المتوقعة للترية .

t = درجة حرارة الهواء الجافة المأخوذة من مقياس الحرارة الجاف في البايكرومتر .

t_1 = درجة حرارة الهواء الرطبة المأخوذة من مقياس الحرارة الرطب
بالبسايكرومتر .

C = عامل ترتبط قيمته برطوبة الهواء النسبية .

والجدول رقم - ١٤ - يوضح قيمة العامل C استناداً إلى قيم الرطوبة النسبية .

الجدول رقم - ١٤ -

الرطوبة النسبية٪												
١.٨	١.٥	١.٣	١.٢	١.٠	٠.٩	٠.٨	٠.٧	٠.٥	٠.٤	٠.٣		
٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥	٣٠	٢٥	٢٠	١٥	قيمة العامل C	
الرطوبة النسبية٪												قيمة العامل C
١٠٠	٩٥	٩٠	٨٥	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٥٥	٥٠	٤٥	٤٠	٣٥
٥.٠	٤.٥	٤.٠	٣.٥	٣.٠	٢.٥	٢.٠	١.٥	١.٣	١.١	٠.٩	٠.٨	٠.٧

— وبعد تطبيق القيم المأخوذة من مقياس الحرارة الجاف والرطب في البسايكرومتر على المعادلين السابقتين ستحصل على القيم النهائية لدرجة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء (M_1) والتربة (M_2) .

— وبعد حساب النتائج يمكن وضع التوقعات التالية استناداً إلى قيم M_1 و M_2 :

١) إذا كانت قيمة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والتربة < + ٢ فأن الصيغة لن يحدث .

٢) إذا كانت قيمة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والتربة < - ٢ ، يحتمل حدوث الصيغة .

٣) إذا كانت قيمة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والتربة > - ٢ سيحدث الصيغة حتى .

— كما يؤخذ بعين الاعتبار عند التنبؤ بالصقبح مدى انتشار الغيوم في السماء وكما قلنا سابقاً إن الغيوم تصل كفطاء بعدل من درجة حرارة سطح الأرض ويقلل التشعع الحراري الأرضي في الليل ولذلك فلا بد عند التنبؤ بالصقبح التدقير بنسبة انتشار الغيوم وذلك عند الساعة ١٩ / وفق ما يلي :

١) إذا كانت نسبة الغيوم $> 40\%$. نقص درجتين مئويتين على قيمة $M_2 > M_1$

٢) إذا كانت نسبة الغيوم $40 - 70\%$. لا يجري أي تعديل على قيمة $M_2 > M_1$

٣) إذا كانت نسبة الغيوم $< 70\%$. زيد درجتين مئويتين على قيمة $M_2 > M_1$

— يؤخذ أيضاً بعين الاعتبار عند التنبؤ بالصقبح المنطقة المتوقع حدوث الصقبح فيها وطبيعة تضاريسها ، فالتضاريس وطبيعتها من الأهمية بمكانتها في مدى نسبة حدوث الصقبح فيها والتعديلات التي يمكن اجراؤها على قيمة $M_2 > M_1$ للهواء والتربة وفقاً لنسبة حدوث الصقبح فيها وفق الجدول رقم ١٥ -

جدول رقم ١٥ - علاقة شدة العقىغ بطبيعة التضاريس

شدة الصقبح	طبيعة التضاريس
أقل مما يمكن	١ - قمم - منحدرات - هضاب - جبال
فوق المعدل	٢ - سهول
معدل	٣ - وديان عريضة
عالية	٤ - وديان ضيقة
أعلى مما يمكن	٥ - تجاويف مقلقة

- والجدول رقم - ١٦ - يبين أهمية التضاريس ونوعيتها في مجال التبؤ بالصقيق مع اختلاف نسبة حدوث الصقيق وطبيعة التضاريس والتعديلات التي يجب أن تجري على قيمة M_1 ، M_2 تبعاً لطبيعة التضاريس .

الجدول رقم - ١٦ -

نوع التضاريس	حدوث الصقيق	النسبة المئوية لاحتلال	المئوية على قيمة	التعديلات وبائرحات
١ - قمم وأجزاء عليها للمنحدرات	% 30	% + 2	% 2	
٢ - الوديان في الهضاب	% + 20		% 1.5 , - 2	
٣ - الوديان في الجبال	% + 30			- 2
٤ - المنخفضات والقمم	% + 40			- 4 , - 5
٥ - المرور في الغابات	% + 30			- 2
٦ - جزر وشواطئ	% - 35			+ 2
٧ - المدن	% - 20			+ 2 , + 3

وعلى سبيل المثال عندما نقول إن المنطقة المتوقع حدوث الصقيق فيها وديان في الجبال فإن نسبة حدوث الصقيق في هذه المنطقة ووفق الجدول السابق تزيد بنسبة ٣٠٪ ولذلك نجري تعديل على قيمة M_1 ، M_2 للهواة والتربة والمعادلات السابقة وذلك باتفاق درجتين فإذا كانت قيمة M_1 ، M_2 هي صفر مئوية فتصبح بعد التعديل (- ٢) أيزيد احتلال حدوث الصقيق ٠٠٠ وهكذا .

ومما سبق نستطيع القول إن موضوع الصقيق مازال يشغل بال كثير من الباحثين والعلماء المهتمين بمجال الأرصاد الجوية والشؤون الزراعية لما له من أهمية وتأثير في الانتاج الزراعي، وذلك بمعدل الوصول الى أفضل الطرق العلمية والتوجه

في تطوير الأجهزة والمقاييس والدراسات العلمية للوصول إلى تبؤ دقيق على موعد حدوث الصقيع وأخذ أهم الإجراءات والاحتياطات الملزمة لا للحد منها من خسائره ولكن للتقليل قدر الامكان من الخسائر الناجمة عنه .

٢-٨- الجفاف :

- مفهوم الجفاف :

يعد الجفاف من أهم العوامل المؤثرة في الاتساح الزراعي داخل المناطق البيئية الزراعية .

ومفهوم الجفاف من الناحية العلمية عبارة عن الفترة التي يكون فيها التبخر الاجمالي في منطقة ما أكبر من كمية الأمطار الماطلة خلال الفترة نفسها .

ويتوقف تحديد الجفاف على درجة الحرارة المحيطة ، وكذلك الرطوبة النسبية . وبالنتيجة فإن انقطاع الأمطار خلال فترة محددة في بعض المناطق يعني الجفاف وحتى الآن يُعتبر عن الجفاف بكمية الأمطار الماطلة مقدرة بالملترات وإن بعض المختصين في مجال الأرصاد الجوية يعد العتبة الحدية للأشهر العجاف هي التي تبلغ فيها كمية الأمطار الماطلة أقل من ٣٠ مم أو ٤٠ مم أو ٥٠ مم .

٢-٩- أسباب الجفاف :

إن النقص في كمية المطر الماطل بالنسبة لارتفاع درجات الحرارة ومقدار التبخر والتوجه يشكل أحد العوامل الأساسية في تكوين المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية

ومن المظاهر المتناظرة ظاهرة وجود بعض المناطق العجاف بالقرب من المحيطات والتي هي من المصادر الرئيسية للرطوبة الجوية ، ولكن هنالك عوامل متعددة تؤدي إلى جفاف مناطق واسعة من سطح الأرض ، ولا تستطيع دائرة العرض والطول

وتحدهما تعليل موقع وحجم مكونات العالم الجاف ، وليس بمقدور النظام القاري ولا توزيع مراكز الضغط العالمي والمنخفض ولا التيارات المائية الساحلية الصاعدة الباردة تقليل تلك الظاهرة أيضاً .

ويجب أن تضاف إلى هذه العوامل عوامل أخرى ترجع جذورها إلى عصور حبيولوجية قديمة جداً تتمثل في بيئة التارات وأحواض المحيطات ، ويعد الإنسان بشكل عام مسؤولاً عن سبب الجفاف بسبب تركه للمناطق الصحراوية واتجاهه نحو المناطق متوفرة المياه ...

٤-٢-٨ . تحديد الفترة الجافة :

تحكم بفهم الجفاف العناصر المناخية المتعددة ، والتي من أهمها :

- الأمطار السنوية المهاطلة .
- الأمطار الفصلية .
- درجة الحرارة .
- نسبة التبخر .
- الرطوبة النسبية .
- محصلة الإشعاع الكلي .

ويعود حدوث الجفاف من حيث المحصلة إلى مجموعة العوامل السابقة مرتبطة مع بعضها بقوانين ومتادلات ، وهذا ما حاول وضعه العديد من العلماء والباحثين في هذا المجال .

ومن أهم المحاولات التي تمت في هذا المجال ما يلي :

١ - علاقة ما ز وأندريه : Maze et Andrws

- وفي هذه العلاقة بعد الشهرين جافاً عندما تتحقق العلاقة التالية :

الامطار السنوية مم

$$1 < \frac{\text{متوسط درجة الحرارة الشهوية}}{10} + 10$$

وذلك على أساس درجة الحرارة 25° م درجة مئوية . وبذلك فإن الأشهر الجافة وبحسب هذه العلاقة هي التي تتلقى أمطاراً تراوح بين ($40\text{--}35$ مم) .

٢ - علاقة سكانيا :

وفيها بعد الأشهر جافاً إذا تحققت العلاقة التالية :

$$\frac{\text{الامطار الشهرية سم}}{\text{متوسط درجة الحرارة الشهرية + ١٠}} > ١٦٦$$

عليماً أن القبعة ١٦٦ خدلت حداً فاصلاً بين الأشهر الجافة والأشهر غير الجافة، أي أن كمية الأمطار الهاطلة < ٦٦ مم في درجة حرارة 30° م درجة مئوية . وفي درجة حرارة 25° م درجة مئوية فإن كمية الأمطار الهاطلة < ٥٨ مم . وفي درجة حرارة 20° م درجة مئوية فإن كمية الأمطار الهاطلة < ٥٠ مم .

٣ - معامل الجفاف في حوض البحر الأبيض المتوسط لأميرجيه :

$$\frac{\text{معدل الامطار الهاطلة خلال الصيف سم}}{\frac{\text{متوسط درجة الحرارة العظمى}}{\text{لأشد أشهر الصيف حرا}}} > ٧$$

ويستفاد من هذا المعامل لمعرفة ما إذا كانت المنطقة المدروسة تخضع لمناخ البحر الأبيض المتوسط أم لا .

٤ - معامل الجفاف لأندريرا جاكوبية :

لقد طور العالم الإيطالي جاكوبية معامل شدة الجفاف لأميرجيه وعدّله على النحو الآتي :

$$\frac{\text{معدل الامطار الهاطلة في الصيف سم}}{\frac{\text{معامل جاكوبية}}{\text{معدل درجة الحرارة العظمى لأشد أشهر الصيف حرا} \times \text{التباين الحراري بينها}}} =$$

وقد علّق هذا المعامل بالنسبة لفصول السنة وكذلك الشهور وذلك وفق
الجدول رقم - ١٧ -

جدول رقم - ١٧ - المناطق المناخية وقيم معامل جاكيبيه للجفاف

المنطقة	المعامل الشهري	المعامل الفصلية	
جافة	$3 >$	$8 >$	- ١
شبه جافة	$7 - 3$	$20 - 8$	- ٢
شبه رطبة	$17 - 7$	$50 - 20$	- ٣
رطبة	$17 <$	$50 <$	- ٤

٤-٤- انواع الجفاف :

- يقسم الجفاف الى عدة أنواع وذلك بحسب تأثيره في كمية الاتاج الزراعي ونوعيته وفق ما يلي :

١ - الجفاف المتطرف جداً : يكون الجفاف شديداً جداً عندما يكون النقص في الاتاج بحدود 50% .

٢ - الجفاف الشديد : وذلك عندما يكون النقص في الاتاج $20 - 50\%$.

٣ - الجفاف المعتدل : وذلك عندما يكون النقص في الاتاج $> 20\%$.

٤-٥- طرق مكافحة الجفاف :

١ - يمكن مكافحة الجفاف أو التقليل من تأثيره وذلك عن طريق الاهتمام بالطرق التالية :

١ - تأمين مصادر الري قبل التفكير بأي مشروع زراعي أو الزراعة في مناطق متoscلة الأمطار أو كثيرة الأمطار.

- ٢ - الاهتمام بزراعة الأصناف الزراعية المقاومة للجفاف وأهم تلك الأصناف الجيليات كالشعير والقمح .
- ٣ - التسليمي العضوي والكيسيائي للأراضي الزراعية حيث يزيد من قوة تحمل النباتات للجفاف .
- ٤ - التخلص من الأعشاب الضارة والحشائش التي تنافس المحاصيل الزراعية الرئيسة على رطوبة التربة .
- ٥ - الاهتمام بإنشاء مصدات الرياح لأنها تختلف من خطر الرياح الشديد كما تتراكم الثلوج عليها والتي ستذوب فيما بعد وترفع رطوبة التربة .
- ٦ - تحديد عمق الحراثة عند تهيئة الأرض للزراعة والتي يجب أن تكون عبقة في فصل الشتاء من أجل حزن أكبر كمية من مياه الأمطار داخل التربة . بينما يجب أن يكون عمق الحراثة في فصل الصيف سطحياً متماً من فقدان رطوبة التربة بتأثير أشعة الشمس في عملية التبخر .

٤-٢-٦- الجفاف والتربة الزراعية :

تعد رطوبة التربة من أهم العوامل التي تؤثر في نمو النبات وانتظام ذلك النمو . . . فعندما تتوافق الرطوبة المناسبة في مجال انتشار المجموع الجذري للنبات فهذا يعني نمواً منتظمًا وجيداً للنبات وعندما تقل نسبة الرطوبة في التربة أو تجف فإن النبات سوف يتأثر ويضرر وتميل أوراقه للاصفار وبالناتي يحصل الذبول ويموت النبات .

- السعة الحقلية :

هي أقصى ما يمكن أن تحمله التربة من الماء بعد صرف الماء الحر الزائد .

- نقطة الذبول :

هي النقطة الحدية التي إذا انخفضت رطوبة التربة إليها فإن النبات يموت ذبولاً .

- الرطوبة المنتجة :

وهي الفرق بين السعة الحقلية ونقطة الذبول وهي الرطوبة الفعلية الحقيقة التي يستفيد منها النبات .

- تقدير الرطوبة المنتجة :

تقدر الرطوبة المنتجة في عدة أنواع من الأراضي الزراعية وفق المعادلة التالية :

$$W = 0.1 \alpha h (V - K)$$

حيث :

W = احتياطي الرطوبة المنتجة بالملمترات .

α = الوزن الحجمي للترابة غ/سم³ .

h = سمكية الترابة بالستيمترات .

V = رطوبة الترابة كنسبة مئوية .

K = معامل الذبول كنسبة مئوية .

وقد قدرت الرطوبة المنتجة في عدة أنواع من الأراضي على عمق (٢٠ - ٤٠) سم وفق الجدول رقم - ١٨ -

جدول رقم - ١٨ - قيم الرطوبة المنتجة ونوع الترابة

الرطوبة المنتجة	نوع الترابة
٣٥ - ٤٠ سم	١ - التربة الطينية الثقيلة
٣٠ - ٣٥ سم	٢ - التربة الطينية الخفيفة
٢٥ - ٣٠ سم	٣ - التربة الرملية

وعموماً نستطيع القول إن الحد الأقل للأول ل معظم المحاصيل الزراعية كسمة حقلية هو ٧٠٪، وعندما تصل قيمة الرطوبة المتبعة في التربة الزراعية إلى ١٩٪ تبدأ فتره الجفاف .

والخلاصة في هذا المجال أنه بمقارنة احتياطي الرطوبة المتبعة في الترب الزراعية يمكن معرفة كفاية عنصر الماء لمزروعات الربيع والصيف .

٤-٢- الفيضانات وزيادة المياه :

إن زيادة كمية المطر على الحد الطبيعي أو العد المطلوب أضف إلى ذلك زيادة المطر المتجهي ومن ثم ذوبان تلك الثلوج بعد فتره سوف تؤدي إلى :

- ١ - غرق المحاصيل الزراعية .
- ٢ - تشكل السيول الشتوية والربيعية .
- ٣ - حدوث الانجراف المائي أي جرف التربة من المنحدرات .
- ٤ - ملء الفراغات الهوائية في التربة وهذا يؤثر في تنفس الجذور .
- ٥ - انتفاخ حبات الطلع ومن ثم انفجارها وتمدد إفرازات المياسم .
- ٦ - زيادة الرطوبة النسبية في الجو .
- ٧ - اختناق جذور النباتات المزروعة .
- ٨ - تأخير عمليات الخدمة وعرقلتها .
- ٩ - ارتفاع مستوى الماء الأرضي وبصورة يشكل فيها خطراً على الأشجار والمزروعات .
- ١٠ - صعوبة الجني أو الجمع أو القطف للمحاصيل المختلفة .
- ١١ - توفير الوسط الملائم لنسر الأمراض وتكاثر الحشرات والأمراض الفطرية .

ومما سبق يلاحظ أن انبعاثات تشكل خطراً حقيقياً ليس على المشاريع الزراعية فحسب وإنما على كل نشاطات الحياة .

٤-٤- حريق التربة :

يسبب حريق التربة من عدة عوامل أهمها التوازن الميكانيكية والتي يسببها الرعيان مثلاً ، أو الأهمال فتتقل الحرائق من المحسول أو بقائه إلى التربة الزراعية فتقلها وتؤثر في إنتاجها القادم .

وقد قامت أبحاث ودراسات حول تأثير الصواعق وبعض الظواهر الجوية في الأراضي الزراعية والتي قد تسبب في حرائق تؤدي لخسائر كبيرة .

وقد تؤدي هذه الحوادث لحرائق القلعان والحاصلات الزراعية الناتجة ، ومن الأسباب التي تساعد على حدوث هذه الحرائق ارتفاع درجة الحرارة صيفاً في جو المزرعة وكذلك وجود الرياح الجافة التي تساعد في انتشارها .

٤-٥- الملوحة :

تنتج الملوحة من ارتفاع مستوى الماء في التربة وبالتالي ارتفاع الحرارة ، مما يؤدي لتبخّر الماء وتزher الأملاح على سطح التربة وطالما أن هناك ملوحة تزher بالأراضي الزراعية فمن العبث التفكير بالزراعة الحسنة ما لم يسعى إلى التخلص من الملوحة ، علينا أن درجة الملوحة تتأثر أيضاً بالرياح ، علينا بأن الرياح الجافة تزيد من تبخّر هذه المياه ومن تزher الأملاح البيضاء على سطح التربة .

٤-٦- الرياح :

يمكن أن نعرف الرياح بأنها عبارة عن الحركة الأفقية للهواء ما بين مكائن مختلفين بالضغط الجوي والحرارة التي تؤثر في توزيع هذا الضغط .

٤-٦-١- منشأ الرياح :

من الملاحظ أن الهواء الجوي الملائم للأرض عندما يسخن يتمدد ويرتفع

للاعلى في الجو مشكلة تيارات صاعدة أو ما يسمى بتيارات الحمل وعندما يبرد هذا الهواء فان كثافته سوف تزداد وبالتالي فانه سوف يهبط نحو الأرض مشكلة تيارات هابطة .

وهذا الهواء البارد يعود فيسترن من جديد فيتسدد وتقل كثافته وذلك بتأثير الاشعاع والتشعع الحراري . فيرتفع للاعلى ويعيد المرة من جديد ، فتكرار تلك العملية ولمدة مرات يؤدي الى تشكيل ما يسمى بحركة الهواء وذلك بعلاقة سطح الأرض من المنطقة الباردة الى الحارة ، بينما إذا ارتفعنا الى الأعلى في الجو تتجه هذه الدورة الهوائية من المنطقة الحارة الى الباردة .

إن هذه الدورة الهوائية الخاصة هي ما يطلق عليها الرياح .

٦-٢-٨ - القوى التي تحكم بالرياح :

تؤثر في الرياح عدة قوى تسبب حركتها وتحاذب محصلتها لتأخذ مسارها الموازي لخطوط الضغط وهذه القوى هي :

١ - قوة اختلاف الضغط :

إن اختلاف الضغط ما بين منطقتين مختلفتين في درجة الحرارة يتولد عنه قوة تتجه من الضغط المرتفع الى الضغط المنخفض مولدة الحركة الأولية للرياح والتي تنسحب طرداً مع هذه القوة .

٢ - الجاذبية الأرضية :

إن قوة اختلاف الضغط تتعادل بركبتها الأساسية بالجاذبية الأرضية وتبقى الحركة الأساسية للهواء معروفة إلا إذا حدث عدم توازن بين القوتين المتعادلين ، وبذلك تشكل تيارات الأساسية الصاعدة والنازلة .

٣ - دوران الأرض وقوة الانحراف أو قوة كوريولوس : Coriolis

- ينجم عن سرعة دوران الأرض تأثير في الرياح في مختلف مناطق الأرض المتأثرة بهذا الدوران .

وقد نلاحظ بأن سرعة دوران أي نقطة فوق سطح الأرض في خط الاستواء تكون أكبر من سرعة دوران أي نقطة أخرى فوق سطح الأرض والتي تكون متناظرة في اتجاهها نحو القطبين .

وبما أن دوران الأرض يكون من الغرب إلى الشرق لذلك فإن الرياح الناتجة عن قوة اختلاف الضغط تحرف عن مسارها نوعاً ما نحو اليمين في نصف الكره الشمالي ، ونحو اليسار في نصف الكره الجنوبي بتأثير قوة الانحراف أو ما يسمى قوة كوريولوس .

وتتناسب هذه القوة مع سرعة الرياح ومع خطوط العرض وتكون على أشدتها في القطبين ومعدومة في خط الاستواء .

٤ - القوة الطاردة المركزية :

تتجذب الرياح مع حركة الأرض الدورانية نحو مركز الأرض بتأثير القوة الجاذبة التي تسبب في جعل الرياح موازية للخطوط الإيفوارية المتردية ، وتكون القوة الطاردة المركزية كرد فعل للقدرة الجاذبة الأرضية .

٥ - قوة الاحتكاك :

وهي عبارة عن القوة الناتجة عن تأثير احتكاك الرياح بسطح الأرض وتحت تأثير هذه القوة تقل سرعة الرياح .

٦-٧-٨ - قياس الرياح :

يمكن التعرف على الرياح من الآثار والظواهر التي تحدثها بصورة عديدة

ومختلفة إذ قد تكون بسيطة أو خفيفة أو متوسطة أو شديدة وقد تكون كالنسيم . وتنوقف قوة الرياح المسية لهذه الطواهر على درجة انحدار الضغط ودرجة اختلافه فإذا ما كان الانحدار حاداً وجدنا زيادة في سرعة الرياح وقوتها وهذا ما نستطيع استنتاجه من مخلبات الضغط فبقدر ما تكون هذه الخطوط متقاربة تكون الرياح قوية والعكس صحيح .

- وعموماً يجب مراعاة ما يليه للتعرف على الرياح :

- ١ - الفترة التي تهب فيها الرياح .
- ٢ - المدة التي يستمر فيها هبوب هذه الرياح .
- ٣ - الجهة التي تصدر منها هذه الرياح .
- ٤ - سرعة الرياح ومدى ترددتها .

٤- أضرار الرياح :

إن الأضرار التي تسببها الرياح على النباتات والمزروعات على نوعين :

١ - الأضرار الميكانيكية :

تؤدي إلى تكسير الأغصان واقتلاع النباتات وحتى الأشجار ذاتها فيما إذا كانت قوية . وقد تجف بعض الأغصان والأوراق نتيجة لتأثير التيارات البحرية الشاطئية أو لتأثير الرياح المحملة بالأترية والغبار . وقد تؤثر الرياح أيضاً في التربة الزراعية فتحدث فيها ما يسمى بانحراف التربة . وتسبب في تجمع الكثبان الرملية والأترية المعلقة في الهواء في مناطق محددة .

٢ - الأضرار الفيزيولوجية :

وتكون هذه الأضرار على أشدتها إذا ما كانت النباتات بحاجة إلى الري فتؤدي هذه الأضرار إلى الذبول ; وأما الرياح الجافة فأضرارها كبيرة جداً فمنها الرياح الجافة الشديدة جداً - الرياح شديدة الجفاف - الرياح العتدلة - الرياح العادية .

وأما الرياح الباردة فتتوقف على الكتلة الهوائية الواردة ومدة دوامها مما يؤدي إلى الصقيع الأسود مع الانخفاض الشديد بدرجات الحرارة (-١٥° م - ٢٠° م)، هذا من حيث أضرار الرياح، ولكن يجب أن تذكر أن هناك بعض التواحي الإيجابية للرياح من حيث أهميتها في مجال التلقيح في النباتات الزراعية والأشجار المثمرة .

كما قد تستغل الرياح في إدارة الطولجين الهوائية في الآبار للحصول على المياه واستعمالها في ري المحاصيل الزراعية والأشجار المثمرة .

التطبيق العملي :

- ١ - حدد أنواع الصقيع بحسب موسم حدوثه .
- ٢ - ما الفرق بين النباتات المزروعة الصينية والشتوية من حيث تحملها للصقيع .
- ٣ - كيف يمكن التقليل من تأثير الصقيع في الأشجار المشمرة في موسم الازهار .
- ٤ - ما هي نسبة الأراضي المروية لمساحة العامة للفقر ، وما هو تأثير الجفاف في الزراعات البعلية .
- ٥ - كيف يمكن التقليل من أثر الفيضانات المدمرة .
- ٦ - يلجأ بعض المزارعين لعرق بقايا المحاصيل ، ما هي أخطار العريق على التربة .
- ٧ - بين دور مصدات الرياح في تخفيف آثارها الضارة .
- ٨ - ما هي تأثيرات الرياح في المحاصيل والبساتين .
- ٩ - ما هي فوائد الزراعة المحمية في دفيئات مكيفة .

الجلسة العملية التاسعة

٩ - المناخ : Le climat

يعرف المناخ بأنه حالة الطقس السائدة المستمرة فوق منطقة جغرافية معينة ، ويُعبر عن المناخ عادة بمتوسطات ظواهره المعروفة مثل : متوسطات درجات الحرارة، ومتوسطات قيم الضغط ، ومجموع قيم المطر والحرارة المترادفة وغيرها ، كما تستعمل في الدراسات المناخية القيم المتطرفة الدنيا منها أو العظمى لسرعة الرياح ، أو الحرارة ، أو كميات المطر المطرد النادرة ، أو القياسية ، ومدى انحرافها عن المتوسطات .

يتأثر المناخ كما في حال الطقس تماماً ، بدرجات العرض ، والارتفاع عن مستوى البحر ، واتجاه الرياح السائدة ، والقرب والبعد عن المسطحات المائية ، لذلك يوصف المناخ على أنه :

الطقس العام السائد فوق منطقة جغرافية متجانسة ، ويبدو من المستحيل وضع أو اعتماد تصنيف واحد بسيط للمناخ يعطي أرجاء الكوكبة الأرضية كافة ،

ومن العناصر المناخية الأكثر استعمالاً في تحديد المناخ : درجات الحرارة وكميات المطرول ، لذلك تعتمد معظم التصنيفات على درجات الحرارة المتوسطة التي يمكن تقسيم العالم على أساسها إلى المناخات التالية :

Climats torrides

١ - مناخات حارة :

Climats tempérés

٢ - مناخات معتدلة :

Climats froids

٣ - مناخات باردة :

كما يمكن حساب كميات المطرول بتقسيم الأرض إلى المناخات المميزة التالية :

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| Climats super - humides | ١ - مناخات شديدة الرطوبة : |
| Climats humides | ٢ - مناخات رطبة : |
| Climats sub - humides | ٣ - مناخات تحت رطبة : |
| Climats semi - arides | ٤ - مناخات نصف جافة : |
| Climats arides | ٥ - مناخات جافة : |
| Climats désertiques | ٦ - مناخات صحراوية : |

وتكون كميات الأمطار أكثر واقعية وعملية في التعبير عن المناخ في المناطق الحارة والمعتدلة ، بينما يمكن الاعتماد على الحرارة بصورة خاصة في المناطق الباردة والقطبية ، وتبعد أهمية هذه التسميات واضحة لأنها تتطابق مع الغطاء النباتي الطبيعي : *La végétation*

٩- المطبات المناخية : *Les données climatologiques*

تكتسب المطبات المناخية أهمية خاصة في الزراعة والصناعة ، والسياحة والسكن ، والمواصلات وغيرها من النشاطات البشرية ، كما أن الإنسان العادي يتأثر بالمناخ السائد في منطقة إقامته أو عمله ، كذلك فإن السفر والطيران ، والتزهات والصيد ، والمعارك العريقة لابد أن تخطط وتتفقذ حسب مطبات المناخ والطقس ، للاستفادة من الرياح السائدة ، والسماء الصافية ، واتقاء شر العواصف والثلوج .

وتتضمن الدرamas المناخية وضع خرائط مناخية *Cartes climatiques* تفصيلية تحتوي على قيم متوسطة ، وتقدم صورة كاملة عن : الحرارة والرطوبة ، والمطرول والضغط ، والإشعاع والصقيع ، وغيرها .

٩-١- الحرارة المتوسطة : *La température moyenne*

تعد قيم الحرارة المتوسطة العنصر المناخي الاحصائي : *La statistique climatologique*

الأكثر شيوعاً واستعمالاً في الخرائط المناخية ، وتمثل متوسطات درجات الحرارة على الخرائط المناخية الثانية :

١ - خريطة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة المتوسطة :

T. moyenne annuelle

٢ - خريطة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة الدنيا :

Moyenne annuelle des T. minimales

٣ - خريطة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة العظمى :

Moyenne annuelle des T. maximales

٤ - خريطة الحرارة المتوسطة للأشهر الحارة :

T. moyenne des mois chauds

٥ - خريطة الحرارة المتوسطة للأشهر الباردة :

T. moyenne des mois froids

هذا بالإضافة إلى خرائط مناخية أخرى تبين باقي المعطيات لذكر منها :

٦ - خريطة متوسط كميات المطر السنوية :

Moyenne des précipitation annuelles

Secheresse

٧ - خريطة الجفاف :

يمكن رسم خرائط تبين النسبة المئوية للسنوات التي تقل فيها كميات المطر عن : ١٠٠ أو ٢٠٠ أو ٣٠٠ مم ، والتي يمكن عدّها سنوات جافة .

٨ - خريطة الإشعاع الشمسي الشتوي :

وتبين العدد المتوسط لساعات ظهور الشمس يومياً خلال الشتاء : كانون أول - كانون ثاني - شباط .

٩ - خريطة عدد أيام الصحو :

No de jours de ciel claire

ويظهر عليها متوسط عدد الأيام الصافية بدون غيوم في السنة .

١٠ - خريطة الرطوبة النسبية المتوسطة : Humidité relative

١ - خريطة عدد الأيام الملائمة : No de jours d'enneigement

١٢ - خريطة عدد أيام الصقيع : No de jours de gelée

١٣ - خريطة فترة النمو البستاني النشيط : Période de végétation active

١٤ - خريطة موعد آخر صقيع ربيعي : Dates des derniers gelées

٢-٩ - المناخات المحلية : Les microclimats

يمكن أن يؤدي تأثير بعض العوامل الجغرافية والطوبغرافية ، والحيوية والأنسنية في المناخ العام إلى خلق مناخات محلية دقيقة ، ومن أمثلة المناخات المحلية : مناخ البحيرة ومناخ الغابة ومناخ الوادي ٠٠٠

تؤثر البحيرات الداخلية في درجات الحرارة وتلطف الجو ، ويكون المناخ تحت تأثيرها مختلفاً عن المناخ العام السائد ، حتى إن الاختلاف يبدو واضحاً بين ضفتى البحيرة الواحدة - الجدول رقم - ١٩ -

الجدول رقم - ١٩ -

يبين بعض مزايا المناخ المحلي للبحيرات وأثر العوادم هبوب الرياح
عوامل المناخ الشهير الصفة المفرضة الصفة الحقيقة

الحرارة المتوسطة أعلى	أعلى	أخفض	كانون ثاني
الحرارة المتوسطة أعلى	أعلى	أعلى	آب
المطرول أكثر	أقل	أقل	شباط
المطرول أكثر	أقل	أقل	آب
الثلوج أكثر	أقل	أقل	شتاء
الثلوج أكثر	أقل	أقل	شتاء
سرعة الرياح أعلى	أقل	أقل	شتاء

يشكل الغطاء النباتي مناخات محلية مميزة ، حسب كثافته وتركيبها ، وذلك نتيجة اختلاف استعمالات المياه وسرعة الرياح خلاله ، والجدول رقم - ٢٠ - يبين تباينات المناخ المحلي بين القبابات الكثيفة والحقول المفتوحة الواسعة .

جدول رقم - ٢٠ -

خصائص المناخ المحلي للقبابات الكثيفة والحقول الواسعة

القبابات	الحقول
حرارتها أعلى شتاءً	حرارتها أعلى صيفاً
سرعة الرياح مرتفعة	سرعة الرياح مرتفعة
الرطوبة النسبية أعلى	الرطوبة النسبية أخفض
المخزون المائي مرتفع	المخزون المائي منخفض

كذلك تلعب طبغرافية المكان دوراً هاماً في تحديد شروط المناخ المحلي الدقيق في كل من الوديان والهضاب المجاورة ، جدول رقم - ٢١ -

جدول رقم - ٢١ -

ميزات المناخ المحلي في الهضاب والوديان المجاورة

الهضبة	القررة	الوادي	عوامل المناخ
مرتفعة	منخفضة	نهراء	الحرارة الدنيا
أقل	أكبر	النهارى والستوى	التباعين الحراري
أقل حدوثاً	أكثراً	ليلاً	الصقيع
شديدة	ضعيفة	ليلاً	سرعة الرياح
قليل	كثيرة	صباحاً	الضباب

وتشكل المجتمعات السكانية الكثيفة عاملًا معدلاً لمناخ يساهم في إيجاد

مناخ محلّي مميّز للمدن والمناطق الصناعية ، وذلك بالمقارنة مع الأرياف والقرى الصغيرة التي يكون تأثيرها محدوداً في المناخ العام ، جدول رقم - ٢٢ -

جدول رقم - ٢٢ -

صفات المناخ المحلي للمدن مقارنة مع الأرياف

مناخ الأرياف	مناخ المدن
سماء صافية	ضباب ودخان مختلط دائم
حرارة اخفض	حرارة أعلى
سرعة الرياح أصلٍ	سرعة الرياح أقل
إشعاع الشمس أشد	إشعاع الشمس أقل

٤-٩- هل يتغير المناخ :

يبدو أن المناخ كان أكثر حرارة على سطح الأرض في العصور الجيولوجية القديمة، حيث وصل امتداد المناخ الاستوائي حتى خط عرض 30° وشمالاً وجنوباً، بما أدى في تلك العصور إلى ذوبان الثلوج المتراكمة كافية في الدائرة القطبيةتين.

ويعود تاريخ ظهور الثلاجات ومناطق الجليد الدائم إلى أقل من ١٪ الأخير من تاريخ الكوكبة الأرضية الطويل ، وقد كانت مناطق الجليد الدائم تتسع وتتحسّر حسب التفاوت الحراري أو ارتفاعها على سطح الأرض ، وكان آخر امتداد للجليد قد سجل منذ نحو مليون سنة ، وترافق مع ظهور الإنسان ، وتتابع حوادث جيولوجية عنيفة أدت إلى اختفاء عدد من الأنواع الحية وإنقراضها ، وكان آخر تراجع كبير للجليد منذ نحو $30 - 40$ ألف سنة .

وقد شهدت كذلك عصور التاريخ المكتوب مثل هذه الدورات ، ومن أمثلتها سيادة المناخ البارد في القرن السابع الميلادي ، والمناخ الحار في القرن العادي عشر

والثاني عشر الميلاديين . وتتضارب الآراء حالياً حول هذه الظاهرة ، إذ يكتفي أذن بعض الحرارة بمعدل درجة مئوية واحدة حتى تذوب الثلوج الدائمة كافية ، ويزول مناخ الجليد الدائم ، وهذا سيؤدي إلى رفع مستوى الماء في المحيطات والبحار كافة المتصلة بما لا يقل عن ٥٠ م ، ويرى بعض الباحثين أن الثلوج تقدم في كندا وألاسكا ، بينما يرى آخرون أن السواحل الشرقية للقارتين الأميركيتين تزداد سخونة ، والصحراء تزداد اتساعاً في أواسط إفريقيا .

ونظراً لعدم توافر معلومات دقيقة عن المناخ في الماضي ، وأن المعلومات العالية لا تغطي أكثر من ٥٠ - ١٠٠ سنة ، وهي فترة زمنية قصيرة إذا ما قيست بعمر الأرض والأنسان ، لهذا كله فلا يمكن الجزم بشكل قاطع إذا كان المناخ على سطح الأرض متغيراً أم ثابتاً .





الجلسة العملية العاشرة

١٠ - المناخات الصحراوية : Les climats désertiques

تمتاز المناطق الجافة بتدورة سقوط الأمطار فيها ، وعدم انتظام توزعها على فصول السنة ، وزيادة نسبة التبخر بتأثير الحرارة العالية ، وانخفاض نسبة الرطوبة ، مما يجعل الميزان المائي في عجز دائم ، ويكون المناخ الجاف هو المميز للمناطق الصحراوية ، ويرداد هذا المناخ حدة وجفافاً يجعل الحياة النباتية معدومة ، والحياة الحيوانية نادرة في الصحراء الحقيقة *Le désert parfait* ، والتي ينعدم فيها الهطول تماماً .

لكن معظم صحارى العالم لا تخلو من الحياة ، بسبب بعض الهطول العاصفي الذي تتلقاه ، والذي يؤدي إلى ظهور غطاء نباتي مؤقت يكفي لرعي القطعان وإنعاش الحياة البرية ، وينعدم جريان السيول والوديان في الصحراء القاحلة ، بينما يكون الجريان داخلياً على شكل أنهار وسيول محلية تصب في بحيرات داخلية وتغذى المياه الجوفية .

يبدو من المتعذر رسم الحدود الفاصلة للمناطق الجافة ، لأن الأمر لا يتعلق فقط بكميات الهطول السنوية ، بل إن التأثير الأساسي يعود للتوزع الفصلي للأمطار، وقد أخترنا تصنيفي دومارتون وامبرجه وتعديلاتهما في تقسيم العالم إلى مناطق مناخية رئيسة .

وضع دومارتون *De Martonne Indice d'Aridité* على شكل معادلة بسيطة تبين نسبة كمية الهطول السنوي مقدرة بـ $\text{مليметр} / \text{درجات حرارة}$ المتوسطة السنوية محسوبة بالدرجة المئوية ($^{\circ}\text{م}$) :

$$IA = \frac{P \text{ mm}}{\frac{T}{C^\circ} + 10}$$

وقد قسم العالم على أساس دليل القارية إلى عدة مناطق نباتية يسود في كل منها مناخ مميز، الجدول رقم - ٢٣ -

جدول رقم - ٢٤ -

تصنيف دومارتون للمناطق النباتية والمناخ السائد في العالم

المناخ السائد	النطاق النباتي	قيم دليل القارية
Très aride	جاف جداً	أقل من ٥
Aride	جاف	٥ - ١٠
Semi - aride	نصف جاف	١٠ - ٢٠
Sub - humide	تحت رطب	٢٠ - ٣٠
Humide	رطب	٣٠ - ٤٠
Très humide	رطب جداً	أكثر من ٤٠

تشكل المناطق التي تسود فيها المناخات الصحراوية والجافة ونصف الجافة جزءاً كبيراً من اليابسة يصل إلى نحو ٣٠٪ تتوزع على القارات الخمس على النحو التالي :

- ١ - في أمريكا الشمالية : جنوب كاليفورنيا وشمال المكسيك ، وسلسلة الجبال الصخرية .
- ٢ - في إفريقيا : الصحراء الكبرى وجزء كبير من مصر والسودان ، وصحراء كالاهاري في جنوب إفريقيا .
- ٣ - في آسيا : جزء من الشرق الأوسط والأدنى ، وشبه الجزيرة العربية ، وصحراء سيناء والأجزاء المنخفضة من بلاد الهندوس في شبه جزيرة الهند .

٤ - في آسيا الوسطى : جمهوريات آسيا الوسطى في الاتحاد السوفيتي ، وصحراء تركستان الصينية ، وهضبة التبت ، وجزء من منغوليا .

٥ - في أميركا الجنوبية : شريط صحراوي طوبل وضيق مائل بمحاذاة سلسلة جبال الأنديز ، ابتداءً من البيرو ومروراً بصحراء باتاغونيا وحتى شمال شرق البرازيل .

٦ - في أستراليا : تشكل الصحراء ثلاثي القارة الاسترالية ، ماعدا الشريط الساحلي وجزء من شرق أستراليا .

ويسكن تقسيم المناطق الصحراوية إلى عدة أقسام حسب المناخ السائد وهي :

١-١- الصحراء الحارة (التقليدية) : *Le désert classique*

وهي تمتد على جانبي المدارين ، ويسود فيها الارتفاع الجوي تحت المداري ، ومن أمثلتها : الصحراء الكبرى ، صحراء مصر والسودان ، الجزيرة العربية ، وصحراء كالاهاري ، وتمتاز هذه الصحاري بالصفات التالية :

١ - الحرارة العالية والجفاف نتيجة توافر الفرروق الجوية المستقرة واستمرارها : *Subsidence atmosphérique*

٢ - شدة الإشعاع : *Insolation* التي يمكن أن تصل إلى ٩٠٪ من الحد الأقصى النظري ، أي يعدل ٣٥٠٠ - ٤٠٠٠ ساعة سنوياً ، مع غياب شبه كامل للغيوم .

٣ - ارتفاع متوسط درجات الحرارة (بين ٢٥ و ٣٠ °م) ، مع وجود تباين حراري يومي شديد ، واختلافات فصلية واضحة .

٤ - انخفاض الرطوبة النسبية بشكل دائم خاصة بعيداً عن المسطحات المائية ، مما يزيد من التباين الحراري .

٥ - درجات الحرارة الفصوى قد تتعدي $+50^{\circ}\text{C}$ نهاراً في الصيف ، والانخفاض درجات الحرارة الدنيا التي قد تصل إلى (-1°C درجة منوية) ليلاً في الشتاء .

٦ - تكون الرياح متوسطة الشدة عامة ، ولا يمكن أن تكون سبباً في تشكيل الكثبان الرملية الهائلة التي يعود معظمها إلى العصور الجيولوجية الغابرة ، وتنشط الرياح ، وتزداد شدة على حدود الصحراء وفي مناطق الاضطراب الجوي .

٧ - تكون شدة التبخر كبيرة دائماً في المناطق الصحراوية الحارة ، وتقدر بنحو 4000 mm من الماء سنوياً في منطقة أسوان على سبيل المثال .

٨ - الأمطار نادرة وغير منتظمة المطول ، قد تسقط على شكل عواصف رعدية ، وقد تتبعها قبل وصولها إلى الأرض ، فلا يستقر في الصحراء الحقيقة مثلاً أكثر من 5 mm مطر سنوياً بال المتوسط .

٩ - عدد أيام المطول قليلة $1 - 30$ يوماً في السنة ، وكميات المطول لا تزيد على 50 mm سنوياً .

١٠ - تمتاز المناطق الفربية من المدارين بموالات صيفية استوائية ، كما في جنوب الصحراء الكبرى .

١١ - تسيطر القارية Continentalité على المناخ كلما زاد البعد عن البحار والمعيطلات .

١٢- الصحراء الساحلية المدارية وشبه المدارية
: Les déserts côtiers tropicaux et subtropicaux

يرتبط وجود هذه الصحراء بسيطرة تيارات المياه المحيطة الباردة التي تهب

على طول السواحل الغربية ، وتشمل هذه التيارات من المحيطات الباردة الشمالية والجنوبية القريبة من القطبين ، ومن المياه الباردة التي تصعد من أعماق المحيطات ، ويظهر تأثير هذه المحيطات واضحاً في السهول الساحلية الضيقة التي تليها كثافة جبلية عالية متصلة .

يؤدي تبريد كتل الهواء بملائمة المياه الباردة إلى ارتفاعها فوق الهواء الساخن ، وتبقى حالتها مستقرة بحيث يكون المطر معدوماً أو نادراً ، وتشكل ظروف مناخية ذات قاربة شديدة قد تستمر سنوات عديدة أحياناً ، كما في شمال الشيلي وسواحل البيرو ، حيث يبلغ متوسط كميات المطرول في (لימה) العاصمة ٣٦ مم ، ويحدث أن تتعرض مثل هذه الصحاري لسنوات استثنائية شديدة المطرول ، حيث هطل في لIMA عام ١٩٥٢ ، ١٥٠٠ مم مطرأً .

يكون الهواء متبينا بالرطوبة في الصحاري الساحلية بعكس الصحاري القارية خاصة في فصل الصيف ، ويكون الندى وفيها أحياناً ، بحيث تنبت بعض الأعشاب القصيرة حتى بدون هطول أمطار مثل سواحل كاليفورنيا وموريتانيا ، وسواحل غرب أفريقيا ، كما تكون درجات الحرارة ثابتاً وقليلة التباين اليومي ، مع بعض الاختلافات الفصلية الواضحة .

٤-٢- الصحاري المحمية : *Les déserts d'abri*

تكون هذه الصحاري محصورة بين سلاسل جبلية بعيداً عن تأثير التيارات الهوائية الرطبة ، ومن أمثلتها : هضبة التيبت ، والارتفاعات الإيرانية الأفغانية ، والهضاب التي تلي جبال الأنديز ، هذا وتختلف درجات الحرارة وكميات المطرول في هذه الصحاري حسب الارتفاع وخط العرض ، وبعد عن البحار ومدى تأثير التيارات الهوائية العاجفة أو الرطبة .

٤-٣- الصحاري القارية ذات الشتاء البارد :

: *Les déserts continentaux à hiver froid*

تقع ضمن المناطق المعتدلة والباردة ، وهي بعيدة دائماً عن المحيطات ، تكون

محمية عادة بحيث لا تصل إليها التيارات الغربية أو الاضطراب الجوي إلا وقد تلاشت فاعليتها ، وتنهي على شكل عواصف رملية ، ففي صحاري آسيا الوسطى يستمر تأثير الضغط المرتفع الشتوي بشكل أقل شدة وأقل استقراراً من سيرها ، وفي الصيف قد يصل تأثير بقایا التيارات الهوائية البحرية الاستوائية التي تعبر هذه المناطق حتى صحراء تركستان *

يكون النظام الحراري فيها مشابهاً للمناطق القارية المجاورة ، بل أشد قارية ، حيث تمتاز بشتاء بارد أو شديد البرودة ، ولكنه طويل مع تباين شديد في الحرارة اليومية قد يفوق التباين اليومي في الصحاري الحارة *



الجلسة العملية الحادية عشرة

١١ - المناخات خارج المدارية Les climats extratropicaux

وهي تمتاز بتباين درجات الحرارة وفترة الاضاءة وبيانات فصلية ، ويومية واضحة وتشمل المناخات التالية :

- ١ - مناخات العروض العليا •
- ٢ - المناخات المعتدلة •
- ٣ - المناخ المتوسطي •

١١-١- مناخات العروض العليا Les climats des hautes latitudes

تشكل المناخات القطبية وتحت القطبية القسم الأكبر من المناخات الباردة على سطح الأرض بالإضافة إلى مناخات أعلى الجبال ، ونبين فيما يلي أهم مواصفات هذه المناخات :

١١-١-١- حدود المناخات القطبية وتحت القطبية :

Les limites des climats polaires et sub - polaires

يلو من الصعبرسم حدود واضحة لهذه المناخات خاصة في نصف الكرة الشمالي ، ويمكن الاعتماد على المعطيات المتأخرة التالية لبيان هذه الحدود :

١ - متوسط درجات الحرارة السنوية والجليد الدائم :

تدل متوسطات درجات الحرارة السنوية على الميزان الحراري ومدى فقد

الحرارة أو اكتسابها ، ويمكن قياس هذه المتوسطات فوق سطح الأرض : حرارة الهواء ، أو عند سطح الأرض وحتى في الأعماق : حرارة التربة .

يطلق اسم منطقة الجليد الدائم Permafrost على المنطقة التي تغطيها طبقات من الثلوج والجليد باستمرار ، وتدل على تدني درجات الحرارة ، بحيث لا يزيد المتوسط السنوي عن -5°C على الأقل وحتى -8°C حسب آخر تقديرات ، كما في شمال كندا وسiberia ، وبين مسار رسم خط الحرارة -8°C الحدود الفعلية لانتشار الجليد الدائم .

٢ - غياب الصيف وحدود انتشار الأشجار :

: L'absence de l'été et la limite de l'arbre

يتمأخذ درجات الحرارة السائدة صيفاً والتركيز عليها لأنها تحديد إمكان انتشار النباتات المعاصرة والأشجار خاصة ، وكذلك تحديد عدد الأيام التي لا يحدث فيها صقيع والتي تقدر بحوالي ٦٠ يوماً/سنة في المناطق القطبية و ٩٠ يوماً/سنة في المناطق تحت القطبية .

٣ - الحرارة المتوسطة لشهر الأقل بروادة

: Température moyenne du mois le moins froid

يبدو أن رسم الخط الحراري $+10^{\circ}\text{C}$ للحرارة المتوسطة المذكورة يتطابق مع ما سبق ويعطي دلالة أكيدة على الحدود المناخية . (اقرر تصنيف كوبن) ، ويتوافق إلى حد كبير مع خط انتشار الأشجار على حدود مناطق غابات التundra . ويقع هذا الخط شمال خط العرض 70°N شمالاً فوق المناطق القارية ، وجنوباً فوق المحيطات في نصف الكرة الشمالي . بينما يقترب من خط العرض 50°N جنوباً في نصف الكرة الجنوبي .

١١-٢- البرد أو الصقيع : Le froid ou le gel

يؤدي استمرار انخفاض الحرارة إلى تكون المناخ الباردة التي تعد غير مناسبة لحياة الإنسان ونشائه ، وخاصة في المناطق التي تهب عليها رياح شديدة ، وتتناقص درجات الحرارة عادة ، كلما ازدادت درجات العرض باتجاه القطبين ، وكلما ارتفعنا فوق سطح البحر في المناطق الجبلية ، ويختلف مدى تأثير البرد حسب :

- ١ - شدة البرد : L'intensité du froid . ومدى انخفاض الحرارة ،
- ٢ - استمرار البرد : La persistance du froid . وبخصوص كما يلي :

 - فترات تسجيل الحرارة المنخفضة - ١٠ - ٢٠ - ٣٠ - ٤٠ و مدة استمرار كل فترة .
 - تجميد مياه الأنهار والبحيرات والمحيطات وطول فترة التجمد ،
 - طول فترة الجليد : ويعبر عنها بعد الأيام التي تبقى فيها درجات الحرارة تحت الصفر .

- ٣ - التباينات اليومية والفصلية لدرجات الحرارة .
- ٤ - الفصول الأربع و مدة كل فصل وأثره في الحياة .

١١-٣- الرياح والتغيرات الجوية

: Les vents et les circulations atmosphériques

يسكن أن تميز الرياح في المناخ القطبي وتحت القطبى بالميزات التالية :

- السرعة المتوسطة السنوية : تكون سرعة الرياح عادة أكثر من ٥ م / ثانية في معظم المناطق ، عدا بعض المناطق ذات الرياح الخفيفة والهدامة ، ويسكن هبوب بعض الرياح القوية بسرعة ١٠ - ٢٠ م / ثانية ، وخاصة في المناطق المحاذية للسواحل ، ومن الجدير بالذكر أن أسرع رياح على وجه الكوكبة الأرضية قد سجلت في هذه

المناطق ، وبلغت سرعتها ٨٧ م / ثاً أي نحو ٣٢٠ كم / ساعة ، وتكون الرياح السطحية نشطة باستمرار عامة ، وتسجل محطات الرصد عدد الأيام التي تهب فيها الرياح .

٤-١-١١ - الهطولات : Les précipitations

من الصعب جداً قياس المطرول في المناطق القطبية ، لأنه ينزل على شكل ثلوج تذروها الرياح ، ويمكن تقدير سماكة المطرولات حسب طبقات الجليد والثلج المتالية التي تفاصس ببساطة خاصة .

ويمكن القول ، بصورة عامة إن المطرول في المناطق القطبية قليل جداً ولا يتعدى ٢٥٠ مم سنوياً ، وذلك بسبب التبخر القليل في ظروف البرودة ، وانخفاض قدرة الهواء على حمل بخار الماء ، مما يقلل من قيم الرطوبة المطلقة : L'humidité absolue حيث تقدر قيمتها بجزء واحد من عشرة آلاف جزء من قيمتها عند خط الاستواء .

هذا ويمكن أن يكون المطرول شديداً في بعض المناطق ليصل إلى ١٠ أو ٢٠ ضعف المتوسط العام ، حيث يصل إلى ١٠٠٠ مم أو أكثر تهطل خلال فترة طويلة من العام ، وخاصة على السواحل فوق المرتفعات ، وتكون المناطق الأكثر برودة هي الأكثر جنفاً عادة ، فلا تتعدي كميات المطرول السنوي ١٠٠ — ١٥٠ مم فوق المحيطات المتجمدة أو القارات التي تسود فوقها مرتفعات جوية دائمة .

إن معظم المطرولات تكون ثلجية وتصل إلى ١٠٠٪ من المطرول العام (معامل سقوط الثلوج = ١) ، إلا أنها تكون مختلفة : أمطاراً + ثلوجاً ، ثلوجاً + بردًا .

- الغطاء الثلجي Le manteau neigeux

تراكم الثلوج وتبقى متجمدة في الدائرين القطبيين ، وقد تذوب شيئاً في المناطق شبه القطبية وخاصة فوق المحيطات ، حيث يذوب معظمها في مياه المحيط ، رغم أن السماكة السنوية تزيد على ١٥٠ م ويستمر الغطاء الثلجي لفترات

أكبر فوق اليابسة خارج الدائرة القطبية ، ويتحول الى جليد دائم :
. Des neiges persistants

١١-٥- أنواع المناخات : Les types des climats

يمكن تمييز الأنواع التالية من المناخات القطبية وتحت القطبية :

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Climat sub - polaire oceanique | ١ - مناخ تحت قطبي محيطي : |
| Climat polaire oceanique | ٢ - مناخ قطبي محيطي : |
| Climat arctique continental | ٣ - مناخ قطبي قاري : |
| Climat polaire contrasté | ٤ - مناخ قطبي شديد القاربة : |
| Climat de centre d'inlandsis | ٥ - مناخ المرتفعات الداخلية : |

١١-٦- المناخات المعتدلة : Les climats tempérés

تسير هذه المناخات على المناطق المعتدلة من العالم ، ويسكن تقسيمها الى :

١١-٦-١- المناخات البحريّة (المحيطية الحقيقية)

: Les climats maritimes (Oceaniques vrais)

- تمتد هذه المناخات على طول السواحل الغربية للقارات بين خطى عرض ٣٥° و ٦٥° في نصف الكرة الأرضية ، وتميز هذه المناخات بالصفات المشتركة التالية :
- قلة التباين وكوفن المدى ضيقاً بين القيم القصوى والداليا لعناصر المناخ .
 - عدم استقرار الطقس ، وتغيره باستمرار كل ٢ - ٣ أيام غالباً .
 - هب الرياح غالباً بقوة ، وتصل سرعتها الى ٥٠ - ٨٠ كم / ساعة .
 - تكون الرطوبة النسبية مرتفعة عادة .

— يلاحظ التباين الكبير في كميات المطرول ، والتي تتأثر بالتضاريس و مدى قريها من الساحل ، وفيما يلي بعض القيم لكميات الأمطار المسجلة في هذه المناخات :

النرويج ٢٠٠٠ مم / سنة جنوب الشيلي ٤٥٠٠ مم / سنة
جنوب آلاسكا ٣٠٠٠ مم / سنة نيوزيلاندا ٦٢٠٠ مم / سنة

- طول موسم الأمطار وندرة الأشهر الجافة .
- عدم انتظام السطوع الشمسي ، وتناقصه مع زيادة الغيوم وكثافة المطرول .
- كثافة الضباب وكثرة حدوثه ، لكنه لا يستمر لفترات طويلة .
- قلة التباينات الحرارية الفصلية .
- ضعف التباينات الحرارية اليومية .
- قلة حدوث الصقيع .
- ندرة هطول الثلوج على السواحل .

١١-٢-٢-٢- المناخات المحيطية الهمائية : *Les marges oceaniques*

تشكل مرحلة انتقالية بين المناخات المحيطية والقارية ، وتمتاز بالصفات المشتركة التالية :

- ١ — تغير تدريجي للنظام الحراري : بحيث يزداد التباين نتيجة ارتفاع حرارة الصيف وزيادة برودة الشتاء .
- ٢ — ازدياد حدوث الصقيع وبخاصة الصقيع الأشعاعي .
- ٣ — تغير نظام المطرول : نتيجة تناقص المطرول وبخاصة خلال الشتاء .

١١-٢-٢-٣- المناخات المعتدلة القارية : *Les climats tempérés continentaux*

وتشمل مساحات كبيرة من القارات وبخاصة في نصف الكرة الشمالي وتضم :

- جزءاً كبيراً من أميركا الشمالية : كندا والولايات المتحدة الأميركية .

— أوروبا الشرقية •

— القسم الأكبر من سيبيريا •

وتمتد بين خطى عرض 35° و 50° شمالاً •

وتميز هذه المناخات بالصفات التالية :

— قساوة فصل الشتاء : إذ تصل درجة الحرارة الدنيا إلى -40° م وأحياناً إلى -70° م نتيجة قلة الرطوبة ، في أكثر المناطق بروادة على سطح الأرض : سيبيريا وألاسكا •

— قلة الهطول شتاءً ، ويسمى الشتاء الجاف : L'hiver sec

— حدوث عواصف ثلجية شديدة : Les tempêtes de neige

— غياب فصل الربيع أو قصره •

— طول فصل الصيف وارتفاع حرارته إلى أكثر من $+20^{\circ}\text{ م}$ ، وهطول بعض الأمطار فيه •

— قصر موسم نمو النباتات لفترة ٤—٦ أشهر عاماً •

ويتميز ضمن هذه المناخات الأقسام التالية :

Climat continental de steppe — مناخ قاري سهبي :

Climat continental froid — مناخ قاري بارد :

١١-٢-٤- المناخات الجبلية المعتدلة

: Les climats de montagne tempérés

تمتاز المناخات الجبلية في المناطق المعتدلة بما يلي :

١- انخفاض الحرارة مع الارتفاع عن سطح البحر •

- ٤ - تغير النظام الحراري •
- ٥ - تزايد كثيّات المطرول مع الارتفاع •
- ٦ - سقوط الثلوج والبرد بعد ارتفاع معين •
- ٧ - تغير التيارات الهوائية الغربية التي تصل إلى الجبال في المناخ بمناصره كافية ، وبخاصّة المطرول بأنواعه ، تتلقى السفوح المعرضة للرياح Aux vents كثيّات من المطرول أكبر بكثير من الكثيّات التي تهطل على السفوح المعيّنة . *Sous le vent*
- ٨ - يكون المطرول في بعض المناطق الجبلية التي تتأثر بالمناخات المحيطة صيفياً ، بينما يكون شتوياً في الجبال المتوسطية •
- ٩ - رغم تزايد كثيّات المطرول مع الارتفاع عامة ، فإنّ هذا التزايد يقف عند حد معين ، بل تتناقص كثيّات المطرول من جديد في الارتفاعات التي تتجاوز ٣٠٠٠ م ٤٠٠٠ •

- ١٠ - تختلف سماكة الثلوج المتراكمة في المناطق الجبلية من مكان لآخر ، ومن فصل لآخر ، وتتراوح هذه السماكة بين عدة سنتيمترات و ١٠ أمتار سنوياً ، وهي تشكّل بين ١٠ و ٦٠٪ من مجمل المطرولات ، وذلك حسب الارتفاع •

هذا ويحدد المطرول الشمالي بالصفات التالية :

- كمية الثلوج الماطل •
- عدد أيام المطرول الشمالي •
- مدة استمرار الغطاء الشمالي •
- الحدود السفلية للثلج •

- الحدود العليا للثلوج •
- مواعيد ذوبان الثلوج •
- مناطق الثلوج الدائم •

يكون هبوب الرياح قوية عاصفة في الجبال ، وخاصة في حال الاضطراب الجوي ، ومرور العبريات الهوائية ، ويشاهد تأثيرها في القمم العالية حيث تسوء الأشجار وتقرم النباتات ؛ أما في الوديان وأواسط الجبال ف تكون الرياح أقل شدة وتخربياً ، وبخاصة على السفوح المحمية •

ويهب نسيم العجل في التلال والهضاب قليلة الارتفاع ، ونسيم الوادي في المنخفضات •

١١-٣- المناخ المتوسطي : Les climats méditerranéens

تمثل هذه المناخات حالة انتقالية بين مناخات المناطق المعتدلة ، ومناخات المناطق المدارية ، وهي صورة عن المناخات تحت المدارية في الصيف ، وتسود فوق مساحات متفرقة من العالم بين خطى العرض 30° و 45° على شكل أشرطة ضيقة كما في وسط الشيلي ، ومقاطعة الكلب في جنوب أفريقيا ، وجنوب غرب استراليا ، ومقاطعة آوينيلدا في ولاية كاليفورنيا الأمريكية •

واظهر صورة المناخ المتوسطي أكثر وضوحاً في حوض البحر الأبيض المتوسط ، جنوب أوروبا وغرب آسيا وشمال أفريقيا ، ويتد هذا المناخ ليصل الى حدود الصحراء الكبرى عند خط عرض 15° شمالاً جنوب المغرب ، وحتى أواسط فرنسا وبعض الدول الأوروبية شماليًّاً وذلك في غياب السلسل العجيبة الشاهقة التي تحد من امتداده ، وفي هذه الحالة ينحصر المناخ المتوسطي على الشريط الساحلي الملواري للجبال فقط •

ولا يمكن أن يكون المناخ المتوسطي من النوع المحيطي أو البحري ، لكنه مناخ متقلب يكتسب حيناً صفات المناخ الرطب المحيطي ، وأحياناً صفات المناخ القاري

الجاف ، ويعد امتداداً طبيعياً لأحد المناخين المذكورين أعلاه حسب مدى سيادة كل من عنصري الجفاف أو الرطوبة .

١١-٣-١- عناصر المناخ : Les facteurs du climat

وتشخص بما يلي :

- ييدو التناوب النصلي واضحًا وبسيطاً في المناطق المتوسطية التي تخضع لتأثير المربعات الجوية تحت المدارية التي تعطي عادةً ، وحسب درجة العرض طقساً شديداً للحرارة والجفاف، في الداخل ومتبدلاً على السواحل في فصل الصيف .
- أما في فصل الشتاء فتقع المنطقة تحت تأثير الرياح الهوائية الغربية ، التي تنشط نتيجة تراجع المربعات الجوية نحو الجنوب ، وينتزع عن ذلك طقس رطب وبارد .
- تتفق التضاريس والسلالس الجبلية عائقاً طبيعياً أمام تقدم الهواء البارد ، والرطب القادم من المحيط الأطلسي ، وينحصر تأثيره في المناطق الغربية .
- تتأثر المنطقة بالجهات القطبية الباردة التي تحول إلى مراكز ضغط منخفض عند ملامستها لمياه البحر الدافئة ، وتشكل أكثر من ٥٠% منخفضاً جوياً سنوياً فوق البحر الأبيض المتوسط معظمها ذات منشأ محلي ، وهي تؤدي إلى اضطراب الطقس .
- هناك مراكز محددة يتراوح فيها تشكيل المنخفضات مثل : خليج جنوة ، وبحر الادرياتيك طوال العام ، بينما تكون في فصل الشتاء فقط فوق الساحل الشرقي لل المتوسط وحول جزيرة قبرص وجنوب غرب تركيا .
- تتلاشى أكثر هذه المنخفضات فوق البحر أو بجواره ، ويصل نصفها فقط شتاء إلى منطقة العزيرية بين دجلة والفرات ، وقد يمتد تأثير بعضها حتى إيران وأفغانستان .

— نادراً ما يمتد الهواء البارد الرطب بجهوب المتوسط باتجاه بلاد المغرب العربي ، ويحدث ذلك شتاء فقط ، وهذا ما يفسر التناقص السريع لكميات المطر كلما ابتعدنا عن البحر ، وتزايد طول فصل الصيف .

— ينبع عن تشكيل المنخفضات وتحركها ، هبوب رياح محلية في حوض البحر الأبيض المتوسط تأخذ أسماء محلية عديدة حسب المنطقة وهي :

— السيركو Sirocco في المغرب .

— ترامونتان Tramontane في جبال البرانس .

— ميسترال Mistral في فرنسا .

— خاسين Khamasine في مصر .

— يكون فصل الصيف أكثر استقراراً وثباتاً ، ونادراً ما تهب رياح باردة تكثر على السواحل الشمالية الغربية ، ومنطقة البحر الأسود .

١١-٣-٢- ميزات المناخ المتوسطي : Caractéristiques du climat

أهم ميزات هذا المناخ ما يلي :

١- إن أهم صفة مناخية عامة تميز المناخ المتوسطي هي كميات المطر أقلية التي نادراً ما تتعدي ١٠٠٠ مم سنوياً ، وتناقصها باقتنام كلما ابتعدنا عن السواحل باتجاه المدار أو نحو داخل القارات ، نتيجة تناقص فاعلية الاضطراب الجوي ، وتلعب العواجز الطبوغرافية دوراً فاعلاً في هذا التناقص ، رغم أن بعض هذه العواجز يكون سبباً في سقوط كميات من المطر تكون المتوسط : فتبلغ ٢٠٠٠ مم في جبال الريف والمرا肯ش ، وجبال الأطلس ، وتتفق بعض الوديان في جبال الألب ٥٠٠٠ مم في السنة ، وقد تصل كميات المطر إلى حد أقصى يبلغ ٨٠٠٠ مم / سنة .

٢ - تسقط معظم الأمطار في الموسم الارطب ، ويكون المطر شتوياً في أكثر الأحيان ، نتيجة تأثير الجبهات الباردة القادمة باتجاه البحر الأبيض المتوسط ، وتصل نسبة هذا المطر حتى ٥٠ - ٧٠٪ من مجموع المطر السنوي ، ويطول موسم المطر ليشمل أجزاء من الخريف والربيع ، كما يكون المطر العاصف محتملاً على الشواطئ الشمالية عادة .

٣ - يمتاز المناخ المتوسطي بفصل الصيف الحار والعاجف الذي يقل أو يندر فيه سقوط الأمطار ، والذي يمتد من أواسط الربيع أو أوائله حتى منتصف الخريف ، ولهذا لا يزيد عدد أيام الأمطار : *sous de pluie* على ٤٠ - ١٠٠ يوم في معظم المناطق ذات المناخ المتوسطي .

٤ - قد تهطل كميات من الأمطار تزيد على ٤٠٠ - ٥٠٠ مم خلال يوم واحد في المناطق الفرنسية والإيطالية بصورة استثنائية ، لكن هطول ٢٠٠ - ٣٠٠ مم / يوم ممكن في مناطق أخرى عديدة .

٥ - تكون مدة سطوع الشمس طويلة ، فهي تزيد على ٢٥٠٠ ساعة ، وقد تصل إلى ٣٠٠٠ ساعة / سنة ، كما تتعدي ذلك في المناطق قليلة المطر .

٦ - يمتاز النظام الحراري : *Le régime thermique* بالتبالغ الشديد بين الشتاء المعتدل البارد أو شديد البرودة ، والصيف الحار العاجف ، إذ يزيد متوسط درجات الحرارة للأشهر بروادة على + ١٠° م في معظم المناطق ما عدا السواحل الشمالية التي تكون حرارتها أقل .

٧ - يزيد عدد أيام الصقيع *Jours de gel* على ٣٠ - ٤٠ يوماً / سنة في جنوب أوروبا ، ويقل عن ١٥ - ٣٠ يوماً / سنة في باقي المناطق ، وتهب على المنطقة رياح شمالية باردة تؤدي إلى انخفاض الحرارة إلى تحت الصفر حتى في المناطق المحاذية للصحراء بعيداً عن السواحل الدافئة .

٨ - يكون الصيف حاراً عاملاً ، وتزيد درجات الحرارة العظمى على + ٤٠° م

ويتسع التبادل الحراري كلما ابتعدنا عن السواحل ، وهذا يسبب زيادة كميات التبخر السنوي على ٥٠٠ - ١٠٠٠ مم .

- ٩ - اختلاف سرعة هبوب الرياح واتجاهها من منطقة لأخرى .
- ١٠ - يستمر موسم نمو النباتات لفترات طويلة تبلغ ٨ - ٩ أشهر / سنة ، ويتوقف عادة بسبب الجفاف في جنوب المتوسط وشرقه وبسبب الصقيع في شماله .

٣-٣-٣- العجَالِيَّةُ المَتوسِطِيَّةُ : Les montagnes méditerranéennes

يظهر تنوع مدهش في المناخ السائد فوق العجَالِيَّةِ بحوض البحر الأبيض المتوسط ، ويمكن تمييز الحالات التالية :

- العجَالِيَّةُ الْقُرْيَيَّةُ من المناطق ذات المناخ المحيطي - تكون شديدة الرطوبة مع أمطار صيفية .
- العجَالِيَّةُ الْقُرْيَيَّةُ من المناطق ذات المناخ الصحراوي - تكون جافة صيفاً مع أمطار وثلاج شتوية .
- العجَالِيَّةُ الْأُورُوَيَّةُ : تكون ذات مناخ بارد وهطولات غزيرة وشتاء طويل .

٣-٣-٤- القَسَامُ الْمَنَاجِيُّونُ : climat tempéré

هناك تباينات كبيرة في المعطيات المناخية المتوسطية تؤثر في النباتات الطبيعية والمحاصيل المزروعة ، والنشاطات الحيوانية والانسانية كافة ، نذكر منها :

- كميات ال�طول : التي تتراوح بين ٢٠ مم أو أقل وحتى أكثر من ٢٠٠٠ مم في السنة .
- عدد أيام الصقيع : التي تتراوح بين ٥ و ٢٠ يوم في السنة .
- درجات الحرارة الدنيا لأبرد شهر : التي تتراوح بين +٥ و -٢٠ م° .
- كمية التبخر من المكن E.T.P : التي تتراوح بين ١٠٠٠ و ١٨٠٠ مم سنوية .

١ - يقسم المناخ المتوسطي حسب المطولات (P_n) إلى الأقسام التالية :

كمية المطر السنوي	اسم المناخ (متوسطي)
< 1100 مم	١ - فوق رطب
1100 - 800 مم	٢ - رطب
800 - 600 مم	٣ - تحت رطب
600 - 400 مم	٤ - نصف جاف
400 - 300 مم	٥ - جاف أعلى
300 - 200 مم	٦ - جاف متوسط
200 - 100 مم	٧ - جاف أدنى
100 - 50 مم	٨ - صحراوي أعلى
50 - 20 مم	٩ - صحراوي أدنى
> 50 مم	١٠ - صحراوي حقيقي (غير متوسطي)

٢ - يقسم المناخ المتوسطي حسب درجات الحرارة الدنيا M وطول فترة الصقيع إلى الأقسام التالية :

قيمة M	طول فترة الصيف السنوي	ميزه المناخ المتوسطي
$M < +$	بدون صيف في العراء نـ يـ وـ مـ	١ - ذو شتاء حار جداً
$+ \leq M \leq +7$	بدون صيف تحت المقطاء نـ يـ وـ مـ	٢ - ذو شتاء حار
$+7 \leq M \leq +10$	١ - ١٠ أيام/سنة	٣ - ذو شتاء لطيف
$+10 \leq M \leq +14$	١٠ - ٢٠ يوماً/سنة	٤ - ذو شتاء معتدل
$+14 \leq M \leq +20$	(١+) - (٤٠) يوماً/سنة	٥ - ذو شتاء مائل للبرودة
$+20 \leq M \leq +24$	(٤٠) - (٦٠) يوماً/سنة	٦ - ذو شتاء بارد
$+24 \leq M \leq +30$	(٦٠) - (٩٠) يوماً/سنة	٧ - ذو شتاء شديد البرودة
$+30 < M$	< ١٢٠ يوماً/سنة	٨ - أعلى الجبال

وبناء على هذه التقسيمات يمكن رسم مناطق مناخية متماثلة :
 ضمن مخطط بياني تمثل على محور السينات فيه قيم Zones homoclimatiques
 M وعلى محور العينات قيم P ، وتوضع عليه المطبات المناخية المدروسة .



جامعة دمشق
Damascus University

ال五一ـة العـلـمـيـة الثـانـيـة عـشـر

١٢ - المناخات بين المدارية *Les climats intertropicaux*

تسـيـطـرـ المناـخـاتـ بيـنـ المـدارـيـةـ وـتحـتـ المـدارـيـةـ عـلـىـ منـاطـقـ شـاسـعـةـ مـنـ سـطـحـ الـأـرـضـ ،ـ حتـىـ إـذـ اـسـتـبـعـدـاـ الـمـانـاطـقـ الـتـيـ خـتـارـ بـالـنـاخـ الصـحـراـويـ ،ـ فـهـيـ تـغـطـيـ أمـيرـكـاـ الـوـسـطـيـ وـجـزـرـ الـأـتـيلـ ،ـ وـالـجزـءـ الـأـكـبـرـ مـنـ أمـيرـكـاـ الـجـنـوـيـةـ وـافـرـيـقيـاـ ،ـ كـمـاـ تـمـتدـ عـلـىـ مـعـلـمـ مـنـاطـقـ شـبـهـ الـقـارـةـ الـهـنـدـيـةـ وـجنـوبـ شـرـقـ آـسـيـاـ ،ـ وـعـلـىـ جـزـءـ كـبـيرـ دـنـ اـسـتـرـالـياـ ،ـ وـتـضـمـ هـذـهـ الـمـنـاطـقـ بـعـضـ الـدـوـلـ الـأـكـثـرـ مـسـكـنـاـ فـيـ الـعـالـمـ .ـ

تـمـتـازـ هـذـهـ الـمـنـاخـاتـ بـدـرـجـاتـ الـحرـارـةـ الـمـرـفـعـةـ الـتـيـ تـسـودـ خـلـالـ مـعـظـمـ أـشـهـرـ الـسـنـةـ ،ـ إذـ تـرـيدـ درـجـةـ الـحرـارـةـ الـمـتـوـسـطـةـ لـلـشـهـرـ الـأـبـرـدـ عـلـىـ $+18^{\circ}\text{M}$ ـ ،ـ وـبـلـاحـظـ التـبـانـ الـيـوـمـيـ بـشـكـلـ أـوـضـعـ مـنـ التـبـانـ الـفـصـلـيـ أـوـ الـسـنـوـيـ الـذـيـ يـمـتـازـ بـاتـنـاظـ حـسـرـارـيـ :ـ *Homogénéité thermique*ـ .ـ وـيـكـونـ الـمـطـولـ مـسـتـمـرـاـ وـغـزـيرـاـ بـحـيثـ يـهـطلـ ١٠٠٠٠ـ ١١٠٠٠ـ مـمـ فـيـ جـزـرـ هـاـوـيـ سـنـوـيـاـ ،ـ وـيـتـنـاقـصـ بـسـرـعـةـ لـيـصـبـحـ نـادـراـ أـوـشـبـهـ مـدـدـومـ فـيـ الـمـنـاطـقـ الـصـحـراـويـةـ الـمـجاـوـرـةـ .ـ

أـمـاـ أـهـمـ السـيـاسـاتـ الرـئـيـسـةـ لـهـذـهـ الـمـنـاخـاتـ فـتـلـخـصـ بـالـآـتـيـ :

١٢-١ـ دورـةـ الـرـيـاحـ الـعـامـةـ *La circulation générale*

كـانـتـ هـذـهـ الـمـنـاخـاتـ شـبـهـ خـالـيـةـ مـنـ الـمـحـطـاتـ الـمـنـاخـيـةـ فـيـ الـماـضـيـ ،ـ وـكـانـتـ الـمـعـلـومـاتـ عـنـ الطـقـسـ وـالـنـاخـ تـرـدـ مـنـ بـعـضـ الـمـحـطـاتـ السـاحـلـيـةـ أـوـ مـنـ بـعـضـ السـفـنـ الـتـيـ تـجـوبـ الـبـحـارـ الـمـدارـيـةـ خـلـالـ الـقـرـنـ التـاسـعـ عـشـرـ وـالـنـصـفـ الـأـلـوـلـ مـنـ الـقـرـنـ الـعـشـرـينـ .ـ وـقـدـ مـكـنـ تـطـوـرـ الـأـرـصادـ الـجـوـيـةـ فـيـ التـصـفـ الـثـانـيـ مـنـ هـذـاـ الـقـرـنـ مـنـ رـسـمـ صـورـةـ أـكـثـرـ

دقة وواقعية لهذه النتائج ، ويتمكن تشخيص حركة الرياح في المناطق الاستوائية والمدارية على النحو التالي :

- ١ - تنشأ رياح الصابات (الأليزية) عن وجود منطقة ضغط مرتفع تحت مدارية و منطقة ضغط منخفض استوائية بصورة شبه دائمة .
- ٢ - يتركز حزام الضغط المرتفع تحت المداري بين خطى عرض 20° و 40° شمالاً وجنوباً ، ولكنه يختلف من حيث الشدة والاستمرارية ، فهو يكاد ينعدم فوق القارات ، ويلغى حده الأعظمي فوق الجزء الشرقي من المحيطات .
- ٣ - ينبع عن هذا الاختلاف في قيم الضغط المرتفع تباين في شدة الرياح واتجاهها .
- ٤ - ثبت أن تيارات رياح الأليزية قليلة السماكة بحيث يكون حدتها الأعلى عبارة عن طبقة من الهواء الساخن ، ولذلك تتشكل الغيوم الركامية تحت هذا الحد .
- ٥ - تنشأ رياح الأليزية فوق المحيطات وتبلغ أشدتها عند السواحل الشرقية للمحيطين الأطلسي والمادي .
- ٦ - تخضع هذه الرياح لبيانات فصيلة في النتائج تحت المدارية ، وقد يصل تأثيرها إلى المناطق الاستوائية .
- ٧ - تتناقص شدتها كلما اقتربت من خط الاستواء لتلاشى في منطقة السكون الاستوائي .
- ٨ - تمتاز حركة الرياح في النتائج تحت المدارية بكونها شرقية المنشأ تهب باتجاه الغرب ، وبخاصة فيطبقات المنخفضة والمتوسطة من الغلاف الجوي .

٢-١٢ - آلية الهمطر : Les mécanismes pluviométriques

يمتاز الطقس بنائه ونظامه اليومي المستمر على النحو التالي :

- تكون السماء صافية عند الصباح ، وينبدأ تشكل الغيوم قبيل الظهر .

- تكتاف غيوم العمل : *Les nuages convectifs* عند الظهر .
- تنتج عن هذه الغيوم هطولات متفرقة ومتقطعة عادة في معظم المناطق .
- قد تتعرض بعض المناطق لأمطار غزيرة تمطر على مساحات واسعة ، ولا تخضع مثل هذه الأمطار للنظام المبين أعلاه .

ويتصف المطرول ببعض الصفات التي تميزه عن المطرول في المناطق المعتدلة وهي :

- ١ - قلة توافر هطول الأمطار الناتجة عن العجفات ، لأن مثل هذه العجفات نادرة المرور فوق هذه المناطق ، وفي حال وصول بعض العجفات القطبية الباردة تكون ضعيفة ، وتلاشى بسرعة ، وقد تحدث هطولات متباينة في الشتاء خاصة في غرب العصيات .

٢ - يؤدي تباعد التيارات الهوائية أو تقاربها :

الى تبدل سرعة الرياح واتجاهها، رغم أن حرارة هذه الرياح ورطوبتها تقياين ثابتتين تقريباً ، وبصورة عامة فان التباعد في المجال الأفقي يؤدي الى استقرار الطقس واستمرار فترة العصاف *Subsidence et sécheresse* بينما يسبب التقارب والتلاقي تشكل غيوم العمل ، والطقس العاصف المطر .

٣ - لابد لحدوث الأمطار من وجود كتل هوائية ضخمة ، حارة ورطبة متجانسة تزيد سماكتها على عدة آلاف من الأمتار ، تكون ذات منشاً استوائياً عادة ، وتلتقى مع رياح الأليزية ، ويتجدد المطرول الشديد بسبب التضاريس : *Effet orographique* والمطرول الخفيف بقابها .

٤-٥- الاعاصير الاستوائية : *Les cyclones tropicaux*

وهي أعاصير هائلة ذات منشاً استوائياً أصبحت معروفة جيداً وغداً من الممكن رصدها اعتباراً من المنشآت ، ورسم خطوط مسيرها ، وبيان شدة الدمار الممكن أن

تحلله وراءها ، وتسمى الأعاصير أسماء علم مؤثرة حسب التسلسل المجنائي ، وذلك حتى يمكن الإنذار بحدوثها واتخاذ الإجراءات الكفيلة باتقاء سرها ، وهي لا تنصيب المناطق بين المدارية كافة ، ويتمكن تشخيص أهم ميزاتها بما يلي :

- ١ - تتشكل فوق البحار والمحيطات فقط ولهذا فهي تحتاج العبر والسوائل ، وتنافض آثارها كلما تعمقت فوق اليابسة .
- ٢ - لا تصل آثارها إلى مناطق العروض العليا حيث يسود الضغط المرتفع ، ولا تمر من مناطق الضغط المنخفض بين خط عرض 8° شمالاً و 5° جنوباً إلا نادراً .
- ٣ - يحصر أثرها فوق مناطق رياح الأليزية فقط ، وتتبع الاتجاه الرئيسي لهذه الرياح .
- ٤ - تتشكل فوق المحيطات كافة ، ويسداً تشكلها فوق المياه الحارة التي تتعدى حرارة سطحها $+ 26^{\circ}$ م ، وتنافض شدتها مع انخفاض الحرارة .
- ٥ - أهم مناطق التشكيل : المحيط الهندي - البحر التكاري - أواسط المحيط الهادي .
- ٦ - يزداد تأثيرها في السواحل الشرقية للقارات بشكل خاص .
- ٧ - ذات ظهور فصلي فهي تظهر فقط في نهاية الصيف وبداية الخريف أي نهاية الفصل الحار .
- ٨ - تبدأ على شكل عواصف استوائية ، وتترافق مع رياح شديدة .
- ٩ - يتكون من $5 - 20$ إعصاراً في كل منطقة سنواً .
- ١٠ - تتم مراقبة الأعاصير ورصدها وتبعها لتخفيض آثارها المدمرة .

٤-١٢ - أقسام المناخات بين المدارية :

تقسم المناخات بين المدارية إلى الأقسام التالية :

٤-١- المناخ الاستوائية وتحت الاستوائية :

: Les climats équatoriaux et subéquatoriaux

يبدو من الصعب رسم العدود الفاصلة بين هذين القسمين خاصة وأنهما يسيطران على مناطق جغرافية متشابهة ذات غطاء نباتي مميز (الغابات الاستوائية) تشمل : حوض الأمازون - غويانا - ساحل كولومبيا - جزر أواسط المحيط الهادئ - غينيا الجديدة - سيلان - حوض الكونغو - الغابون - الكاميرون - خليج غينيا - ومرتفعات إفريقيا الشرقية ، تشكل هذه المناطق شريطاً ضيقاً على جانبي خط الاستواء وبخاصة شماليه ، يسود فيها مناخ مستقر يمتاز بالصفات التالية:

١ - الضغط : يكون الضغط منخفضاً عادة بشكل مستمر دون تباينات كبيرة، مما يؤدي إلى سكون شبه تام ، وتكون الرياح ضعيفة ونادرة ، ويلاحظ نسيم البر والبحر الذي يجعل مناخ السواحل ألطى من الداخل .

٢ - النظام الحراري : تكون درجات الحرارة المتوسطة ثابتة تقريباً طوال العام ، إذ تتراوح بين 26° و 27° م سواء على السواحل أو في الداخل ، ويكون التباين الفصلي ضيقاً ولا يزيد الفرق بين درجات الحرارة الدنيا والمطوى المتوسطة على 3° م ، ونادراً ما ترتفع الحرارة على 37° م ، وقد يصل المدى الحراري إلى 10° م في الأيام الصافية ، بينما لا يتجاوز 5° م في الأيام الغائمة .

يعود هذا التناوب الحراري إلى انتظام السطوع الشمسي طوال العام ، ويعزى التباين اليومي إلى سرعة اشباع الهواء بخار الماء وتشكل الغيوم يومياً ، وتتراوح مدة السطوع الشمسي بين 1000 - 2000 ساعة سنوية أي $\frac{1}{3}$ إلى $\frac{1}{2}$ مدة السطوع النظري المسكن الذي قد يصل إلى 4000 ساعة / سنوية .

٣ - المطرول : يكون الهطول غيراً دائماً ، على شكل رحفات قوية عاصفة غالباً ، وتزيد كميته على 1500 - 2000 م سنوياً في معظم المناطق ، وقد يصل إلى 250 يوماً / سنة في حوض الأمازون ، ونادراً ما يتعدى 300 يوم / سنة في المناطق

ذات الهطول شبه المستمر ، ويلاحظ وجود فصل جفاف قصير يترافق مع تراجع
الهواء الاستوائي باتجاه المدار *

١٢-٤- المناخ المدارية : *Les climats tropicaux*

يمتاز المناخ المداري بفصل صيف ممطر ورطب وفصل شتاء جاف ، وهو
يسطير على مساحات واسعة حول المدارين تجدها المناخات الصحراوية من جهة
والمناخات الاستوائية من جهة أخرى ، ويصل طول فصل الجفاف إلى ثلاثة أشهر أو
أكثر ، ويتوزع الهطول على فترة ٣ - ٦ أشهر على الأقل *

تسود الغابات المتفrقة المفتوحة *La forêt claire* والساخانا الشجيرية
في هذه المناطق * *La savanne arboree*

يشمل هذا المناخ ما تبقى من المساحات بين المدارين ما عدا السواحل ، ويسكن
تحديد الخط الفاصل بينه وبين المناخات الصحراوية الجافة بخط الأمطار ٢٥٠ مم ،
أو بوجود شهرين مطهرين على الأقل في المناخ المدارية صيفاً ، وهذا يتطابق مع
حدود زراعة الذرة البيضاء *Sorgho* عند خط العرض ١٦° تقريباً *

وهكذا نجد أن هذه المناخات تمتاز بالبساطة والاستقرارية حيث يكون الشتاء
جافاً تماماً والصيف ممطرًا رطبة ، وتتناقص كميات الهطول وطول موسم الأمطار
والرطوبة كلما اتجهنا نحو الصحراء ، هذا مع تزايد ارتفاع درجات الحرارة ، ويسكن
تميز الأقسام التالية ضمن المناخ المداري (أفريقيا واستراليا خاصة) :

- ١ - مناخات مدارية لصف رطبة (سودانية - غينية) *
- ٢ - مناخات مدارية جافة (ساحلية - سودانية) *
- ٣ - مناخات مدارية تحت صحراوية (ساحلية - صحراوية) *

٤-٣- مناخات الصابئات (رياح الألبيزية) : Les climats d'alizé

تسود المناخات المدارية على الأجزاء الغربية من القارات القريبة من المحيطات فقط ، أما الجزر والأجزاء الشرقية من اليابسة فتسيطر عليها تيارات رياح الألبيز المستمرة ، التي تكون مشبعة ببخار الماء نتيجة مرورها فوق مياه المحيطات لمسافات طويلة .

تمتاز تيارات الألبيزية بأنها ثابتة السرعة تهب قرب سطح الأرض وحتى ارتفاعات قليلة ، لا تلبث أن تصعد إلى الأعلى عند مصادفتها حاجزاً طبغرافياً ، كما تتأثر هذه التيارات بالاضطرابات المحلية التي تحصل خلال فصل الصيف ، ويمكن أن تتأثر أيضاً بجهات باردة من أصل قطبي في نصف الكرة الجنوبي .

يكون المطرول في هذه المناخات شعياً فوق المحيطات ، ولكنكه يتزايد فوق الجزر والقارات خاصة بوجود التضاريس وحتى الهضاب ، حيث تسقط على السفوح المعرضة للرياح كميات من الأمطار أكثر بكثير من الكميات التي تلقاها السفوح المحدية حيث تصبح الرياح فوقها حارة وجافة .

وقد سجلت أكبر كميات من المطرول وصلت إلى ١٢٠٠٠ مم سنوياً على السواحل والسفوح المعرضة مقابل ٥٠٠ مم فقط على السفوح المحدية في جزر هاواي Hawaii مع أن المسافة بين هذه السفوح لا تزيد على عدة كيلومترات فقط ، كما سجلت محطات الأرصاد في جزيرة تاهيتي Tahiti :

٣٥٠٠ مم مطراً هطلت خلال ٢٠٠ يوم على السفوح المعرضة مقابل ١٤١٠ مم مطراً هطلت خلال ١٢٠ يوماً على السفوح المحدية .

ورغم الفروق الواضحة في كميات المطرول يلاحظ أن درجات الحرارة تبقى متقاربة ضمن هذه المناخات ، ويقدر المتوسط السنوي للحرارة المتوسطة بـ 25°C - 2° إلى 4° م .

أما التوزع الفصلي للهطول فيظهر بعض الشذوذ، حيث يتراافق الهطول الشديد مع فصل الشتاء ، ومع هذا يبقى فصل الصيف كثير الهطول ، بل قد يزيد طول موسم الأمطار في الصيف عليه في الشتاء .

تخضع هذه المناخات لتأثير المنخفضات المدارية ، والمرتفعات الجوية ، ويلاعب نسيم البحر ونسيم البر دوراً رئيسياً في توزع الهطول وبداياته ، ونظراً لقرب صفات هذه المناخات من المناخات الاستوائية فإنه من الصعب رسم الحدود الفاصلة بينها ، ويمكن تمييزها بعدم انتظام الهطول ، وسقوطه على شكل رحات مستمرة لفترة طويلة ، وسيادة الهطول الليلي في أكثر الأحيان .

٤-٤-٤- مناخات الجبال : Les climats de montagne

تأثير الجبال بالمناخات التي تسود حولها في المناطق بين المدارية مع بعض الاختلاف في النظام الحراري ، ونذكر على سبيل المثال جبال الأنديز الاستوائية *Les andes équatoriales* . التي يسود على سفحها المناخ السيطر نفسه على سهول الأمازون ، ويلاحظ تزايد كميات الهطول حتى ارتفاع معين ، ثم تعود الأمطار والرطوبة للتناقص ، حيث تقل كمية الأمطار عن ٥٠٠ مم في جبال البيرو وبوليفيا على ارتفاع ٤٠٠٠ م . كما تلاحظ الظاهرة نفسها في جبال كينيا حيث يهطل أكثر من ٢٠٠٠ مم على السفوح المعرضة للرياح على ارتفاع ٢٥٠٠ م ، ويتناقص الهطول تدريجياً ليصل إلى ٧٥٠ مم على ارتفاع ٥٦٠٠ م ، وفي جبال كلمنجارو يهطل ١٨٠٠ مم عند ارتفاع ٣٠٠٠ م ولا يسقط سوى ٢٠٠ مم فقط عند ارتفاع ٤٠٠٠ مم ويندر هطول الأمطار عند القمة على ارتفاع ٥٩٠٠ م .

. وسيطر على هذه الجبال نظام حراري أكثر انتظاماً منه في السهول ، إذ تكون التباينات الفصلية قليلة جداً ، ويلاحظ فروق واضحة بين درجات الحرارة المسجلة على الارتفاع نفسه بين جبل وآخر ، ويمكن أن تصل هذه الفروق إلى ٥ - ١٠ ° م ، وتزداد التباينات الحرارية مع الارتفاع عاملاً .

والمناخات الموسمية الآسيوية et la mousson asiatique

يسطير على السواحل الشرقية للقارات المناخات العامة ، وتنظر آثار المناخات المدارية بوضوح ، بينما تغيب المناخات الصحراوية أو المتوسطية ، ولهذا تendum المناخات التي تمتاز بصيف حار ورطب ، ويعود ذلك لغير المربعات الجوية تحت المدارية أو لضفافها .

تتأثر هذه الواجهات صيفاً بالجهات الاستوائية التي تدفعها جهات مدارية رطبة قد تصل إلى خط العرض °٤° شمالاً حاملة معها الرطوبة والحرارة العالية ، أما في الشتاء فتدفع الجهات القطبية الباردة باتجاه المداريين ، وتسمى شتاءً قاسياً وتلجمياً أحياناً ، مما يؤدي إلى التباين الواضح في درجات الحرارة .

ومن الأمثلة على هذه المناخات ذكر مناخات السواحل الجنوبيّة الشرقية لقاراء آسيا ، التي تمتاز بالصفات المناخية التالية :

١ - تهب الرياح شتاءً بانتظام من اليابسة باتجاه البحر حاملة معها الجفاف والبرودة ، وتسمى الرياح الموسمية الشتوية : La mousson d'hiver .

٢ - تهب الرياح خلال فصل الصيف من المحيطات باتجاه القارة الآسيوية ، حاملة معها الحرارة والرطوبة العالية ، وتسمى الرياح الموسمية الصيفية La mousson d'été ، والتي غالباً ما تصل إلى أعمق القارة .

ويسكن تسمى الرياح الموسمية الثالثة :

- الرياح الموسمية اليابانية : La mousson japonaise

وهي رياح جافة وباردة بسبب تأثيرها بالمرتفع الجوي السiberiy شتاءً ، ويمتد تأثيرها ليشمل الشرق الأقصى السوفييتي وشمال الصين ، ومشورياً وحتى اليابان ،

أما في الصيف فيغلب تأثير المنخفض الجوي تحت المداري الذي يتشكل فوق المحيط الهادئ على الرياح اليابانية التي تفعلي الصين واليابان ، وتسقط معظم المطولات في هذا الفصل ، وهكذا يسود المناخ العليل ذو الشتاء البارد والعاجف ذو الصيف الرطب والمسط .

- الرياح الموسمية للهند الصينية : La mousson indochinoise

تؤثر هذه الرياح في جنوب الصين وبشبة قارة الهند الصينية ، تسيطر عليها في الشتاء الرياح الباردة والجهات السiberية القارية ، ويتناقض تأثيرها كلما اتجهت نحو الجنوب بحيث لا يتدنى خط العرض 20° شمال خط الاستواء ، هذا وينتزع عنها هطولات شتوية متباينة ، مع تباينات حرارية تختلف حسب بروادة الجهة وشدة تأثيرها .

أما في جنوب خط العرض 20° فتسود الرياح الشمالية التي تزيد من قوتها المنخفضات الجوية الأسترالية ، والتي تسبب تسخين هذه الرياح ، وتمتاز هذه المناطق بشتاء جاف وحار كما في لاوس وكمبوديا ، وتايلاند ، ويكون الصيف صاحياً حاراً ورطباً ، وقد تهطل بعض الأمطار أحياناً بفعل الأضطرابات الجوية المحلية ذات التضاريس ، أو القادمة من الشرق أو من المناطق المدارية .

- الرياح الموسمية الهندية : La mousson indienne

وهي مختلفة تماماً عن سابقتها بسبب سلسلة جبال الهيمالايا التي تقف حاجزاً قوياً أمام وصول الجهات الهوائية السiberية ، وقد تصل إلى الهند بقایا الرياح القطبية الضعيفة والعاجفة التي تهب من الغرب والشمال الغربي ، تتشكل المنخفضات الجوية فوق الهيمالايا بسبب التيار النافذ الذي يمر جنوب هذه الجبال ، والذي يكون مصحوباً بهطولات خفيفة .

وتسود فوق القسم الباقى من شبه القارة الهندية رياح شرقية إلى شمالية

شرقية خفيفة تشبه رياح الأليزية الشمالية ، أما في أقصى الجنوب فيكون المناخ
مدارياً جافاً .

يكون الشتاء صاحباً وجافاً ، وترتفع الحرارة تدريجياً في الربيع ، وتصل نهايتها
العظمى في شهر أيار ، كما في باقي المناخات المدارية الجافة ، وتؤثر الرياح الموسمية
بشدة في الهند ، ولا يهطل الأمطار إلا نتيجة تأثير التضاريس أو الاضطراب الجوي
القادم من خليج البنغال أو الخليج العربي .

هذا ويمكن إيجاز أهم خصائص مناخات الرياح الموسمية التي تسسيطر على
جنوب شرق آسيا بما يلي :

- ١ - التباين الشديد بين فصلي الشتاء والربيع .
- ٢ - الرياح الموسمية الصيفية ذات المنشأ المداري .
- ٣ - لا تسبب هذه الرياح هطولات غزيرة بسبب ضعف فاعليتها .
- ٤ - يهطل الأمطار بتأثير الجهات أو الاضطراب القادم من الشرق أو الغرب .
- ٥ - تباين فاعلية هذه الأمطار من سنة لأخرى بشكل كبير .
- ٦ - تكون كميات الأمطار مختلفة من مكان لآخر ومن عام لآخر .
- ٧ - تختلف مدة هبوب الرياح الموسمية من مكان لآخر ، وتتراوح بين ٤ - ٨
أشهر / سنوياً .
- ٨ - قلة الهطولات الشتوية وعدم انتظامها ، وارتباطها بالاضطراب الجوي ،
ما عدا اليابان .
- ٩ - انحسار الأمطار الشتوية تماماً كما في الهند وبيرونا وتابلاند ومعظم
الصين .
- ١٠ التباين الشديد في درجات الحرارة : واختلاف المدى الحراري بين
منطقة وأخرى ، ونورد بعض الأمثلة على هذا الاختلاف :

البلد او المدينة	الحرارة الدنيا	الحرارة المثلثي
------------------	----------------	-----------------

البساطان	٣٠٪	٢٤٦ + م
نيودلهي	٣٥٪	٢٤٧ + م
هونكونغ	٣٩٪	٢٤٨ + م
سنغافوري	٤١٪	٢٤٩ + م
هيروشيمما	٤٨٪	٢٤٨ + م

أهم العطيات المناخية المسجلة لمحطات مختارة في القطر العربي السوري
في الفترة الواقعة بين ١٩٥٥ - ١٩٧٥

((عن المرجع المناخي الزراعي للجمهورية العربية السورية))
(المديرية العامة للأرصاد الجوية)

الملسلل اليومي للحشرة العقلوي فوكسوا (٥)

المحضيات	الماء	الجلود	البزور	الثربان	النيلار	نيسان	أذار	شباط	مارس	آيار	يونيو	تموز	آغسطس	سبتمبر	أكتوبر	تشرين ١	تشرين ٢	تشرين ٣
كرب	8.3	9.9	13.4	17.3	21.3	24.5	26.0	26.9	25.7	22.4	16.7	10.8	18.6	22.5	24.0	21.0	17.0	11.0
مدخلة	6.7	7.7	10.7	15.0	19.3	22.6	24.1	25.2	23.5	19.9	14.4	9.2	16.5	20.5	22.0	18.0	13.0	8.0
قدموس	8.0	9.2	12.0	16.1	20.3	23.4	25.1	25.8	24.3	21.2	15.7	10.6	17.6	21.5	23.0	19.5	14.5	9.5
عصياف	9.3	11.3	15.1	19.7	24.8	28.5	29.8	31.0	29.3	25.4	17.9	10.9	21.1	25.0	27.0	23.0	18.0	12.0
صافيتا	13.0	14.1	17.1	20.8	24.6	27.8	28.9	29.9	29.1	26.3	20.8	14.9	22.3	26.0	27.5	23.5	19.5	14.5
جسر الشفاعة	12.1	14.6	18.5	23.0	28.6	31.6	33.3	33.9	32.2	28.1	20.5	13.2	24.1	27.5	29.0	25.0	21.0	15.0
المينا البيضا	15.3	16.6	18.7	21.7	24.5	27.8	29.8	31.0	29.6	26.9	22.2	17.1	23.4	26.5	28.0	24.0	20.0	16.0
طرطوس	15.9	16.5	18.7	22.0	25.1	27.7	29.2	30.1	29.4	27.2	22.8	17.7	23.5	26.0	27.5	23.5	19.5	15.5
الرسان	9.0	10.4	13.9	18.6	23.9	28.7	31.2	32.0	30.6	25.5	18.1	11.8	21.1	24.5	26.0	22.5	18.5	12.5
القنيطرة	9.4	10.9	13.8	18.0	23.2	27.3	28.1	29.1	26.8	24.2	17.9	12.2	20.1	23.0	24.5	21.0	17.0	11.0
دمشق	10.8	12.7	16.8	22.1	28.9	35.9	40.0	39.8	35.1	28.4	19.5	12.7	25.3	28.5	30.0	26.0	20.0	14.0
حلب	9.4	12.2	16.4	21.7	27.1	31.2	32.7	33.5	31.6	26.6	18.7	11.3	22.7	25.5	27.0	23.0	19.0	13.0
الى جمجم	11.1	13.4	17.0	22.0	27.0	30.9	32.0	32.9	31.2	27.0	19.7	12.9	23.1	26.0	27.5	24.0	20.0	14.0
الطبقة	10.5	12.5	15.9	20.3	24.4	27.0	27.7	28.8	28.4	25.5	19.2	12.5	21.1	24.5	26.0	22.0	18.0	12.0

المدخل اليوني للحسرارة المنظم للسواء (٥٠)

المعدل الشهري للحرارة المئومي (°)

المحافظات	بيانات درجات الحرارة											
	أبريل	مايو	يونيو	تموز	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس
الإسكندرية	24.2	22.9	21.5	20.4	19.7	18.7	17.8	16.8	15.8	14.5	13.2	12.9
القاهرة	23.8	22.5	21.2	20.1	19.0	18.0	17.3	16.3	15.3	14.6	13.5	12.9
الجيزة	23.5	22.2	21.0	20.0	18.9	17.9	17.0	16.0	15.0	14.3	13.2	12.5
المنيا	23.2	21.9	20.6	19.5	18.4	17.4	16.5	15.5	14.5	13.8	12.7	12.0
الإسكندرية	22.8	21.5	20.2	19.1	18.0	17.0	16.1	15.1	14.1	13.4	12.3	11.8
القاهرة	22.5	21.2	20.0	18.9	17.8	16.8	15.9	14.9	13.9	13.2	12.1	11.5
الجيزة	22.2	20.9	19.6	18.5	17.4	16.4	15.5	14.5	13.5	12.8	11.7	11.0
المنيا	21.8	20.5	19.2	18.1	17.0	16.0	15.1	14.1	13.1	12.4	11.3	10.7
الإسكندرية	21.5	20.2	18.9	17.8	16.7	15.7	14.8	13.8	12.8	12.1	11.0	10.4
القاهرة	21.2	19.9	18.6	17.5	16.4	15.4	14.5	13.5	12.5	11.8	10.7	10.1
الجيزة	20.8	19.5	18.2	17.1	16.0	15.0	14.1	13.1	12.1	11.4	10.3	9.7
المنيا	20.5	19.2	17.9	16.8	15.7	14.7	13.8	12.8	11.8	11.1	10.0	9.4
الإسكندرية	20.2	18.9	17.6	16.5	15.4	14.4	13.5	12.5	11.5	10.8	9.7	9.1
القاهرة	20.0	18.7	17.4	16.3	15.2	14.2	13.3	12.3	11.3	10.6	9.5	8.9
الجيزة	19.7	18.4	17.1	16.0	14.9	13.9	12.9	11.9	10.9	10.2	9.1	8.5
المنيا	19.4	18.1	16.8	15.7	14.6	13.6	12.6	11.6	10.6	9.9	8.8	8.2
الإسكندرية	19.1	17.8	16.5	15.4	14.3	13.3	12.3	11.3	10.3	9.6	8.5	7.9
القاهرة	18.9	17.6	16.3	15.2	14.1	13.1	12.1	11.1	10.1	9.4	8.3	7.7
الجيزة	18.6	17.3	16.0	14.9	13.8	12.8	11.8	10.8	9.8	9.1	8.0	7.4
المنيا	18.3	17.0	15.7	14.6	13.5	12.5	11.5	10.5	9.5	8.8	7.7	7.1
الإسكندرية	18.0	16.7	15.4	14.3	13.2	12.2	11.2	10.2	9.2	8.5	7.4	6.8
القاهرة	17.8	16.5	15.2	14.1	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.3	7.2	6.6
الجيزة	17.5	16.2	14.9	13.8	12.7	11.7	10.7	9.7	8.7	7.9	6.8	6.2
المنيا	17.2	15.9	14.6	13.5	12.4	11.4	10.4	9.4	8.4	7.6	6.5	5.9
الإسكندرية	17.0	15.7	14.4	13.3	12.2	11.2	10.2	9.2	8.2	7.4	6.3	5.7
القاهرة	16.8	15.5	14.2	13.1	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	7.2	6.1	5.5
الجيزة	16.5	15.2	13.9	12.8	11.7	10.7	9.7	8.7	7.7	6.9	5.8	5.2
المنيا	16.2	14.9	13.6	12.5	11.4	10.4	9.4	8.4	7.4	6.6	5.5	4.9
الإسكندرية	16.0	14.7	13.4	12.3	11.2	10.2	9.2	8.2	7.2	6.4	5.3	4.7
القاهرة	15.8	14.5	13.2	12.1	11.0	10.0	9.0	8.0	7.0	6.2	5.1	4.5
الجيزة	15.5	14.2	12.9	11.8	10.7	9.7	8.7	7.7	6.7	5.9	4.8	4.2
المنيا	15.2	13.9	12.6	11.5	10.4	9.4	8.4	7.4	6.4	5.6	4.5	3.9
الإسكندرية	15.0	13.7	12.4	11.3	10.2	9.2	8.2	7.2	6.2	5.4	4.3	3.7
القاهرة	14.8	13.5	12.2	11.1	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.2	4.1	3.5
الجيزة	14.5	13.2	11.9	10.8	9.7	8.7	7.7	6.7	5.7	4.9	3.8	3.2
المنيا	14.2	12.9	11.6	10.5	9.4	8.4	7.4	6.4	5.4	4.6	3.5	2.9
الإسكندرية	14.0	12.7	11.4	10.3	9.2	8.2	7.2	6.2	5.2	4.4	3.3	2.7
القاهرة	13.8	12.5	11.2	10.1	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.2	3.1	2.5
الجيزة	13.5	12.2	10.9	9.8	8.7	7.7	6.7	5.7	4.7	3.9	2.8	2.2
المنيا	13.2	11.9	10.6	9.5	8.4	7.4	6.4	5.4	4.4	3.6	2.5	1.9
الإسكندرية	13.0	11.7	10.4	9.3	8.2	7.2	6.2	5.2	4.2	3.4	2.3	1.7
القاهرة	12.8	11.5	10.2	9.1	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.2	2.1	1.5
الجيزة	12.5	11.2	9.9	8.8	7.7	6.7	5.7	4.7	3.7	2.9	1.8	1.2
المنيا	12.2	11.0	9.7	8.6	7.5	6.5	5.5	4.5	3.5	2.7	1.6	1.0
الإسكندرية	12.0	10.8	9.5	8.4	7.3	6.3	5.3	4.3	3.3	2.5	1.4	0.8
القاهرة	11.8	10.6	9.3	8.2	7.1	6.1	5.1	4.1	3.1	2.3	1.2	0.6
الجيزة	11.5	10.3	9.0	7.9	6.8	5.8	4.8	3.8	2.8	2.0	0.9	0.3
المنيا	11.2	10.0	8.7	7.6	6.5	5.5	4.5	3.5	2.5	1.7	0.6	0.0

المعدل اليسومي للسراة الصغرى (۳)

العنوان	المقدمة	بيان											
صلالة	1.3	1.7	4.0	7.5	10.8	14.0	16.0	16.5	14.5	12.5	7.8	3.7	9.2
لادوس	3.3	3.4	6.2	9.7	13.0	15.6	17.4	17.9	16.8	14.0	10.1	5.9	11.1
صافيتا	7.1	7.4	9.7	12.8	15.8	18.9	20.8	21.4	20.2	17.5	13.7	8.9	14.5
جسر الشفاف	4.0	4.4	7.7	10.2	14.6	19.4	23.1	23.1	18.6	12.8	7.3	4.7	12.5
طرطوس	8.7	9.0	10.6	13.0	15.7	19.2	21.9	22.5	20.5	17.1	13.7	10.2	15.2
الزبداني	0.3	0.6	3.7	6.0	9.1	13.5	15.7	16.0	12.4	8.4	4.2	11.0	17.6
البيضاء	2.7	2.8	4.6	7.7	11.1	15.2	16.7	17.2	15.3	12.7	8.4	4.7	9.9
المنصورة	2.5	3.4	6.2	10.1	14.6	19.6	22.8	22.7	19.0	14.5	8.7	4.1	12.4
دلب	3.0	3.9	7.1	10.8	15.1	19.7	21.7	22.1	19.7	14.9	9.1	4.7	12.7
عجمان	2.3	3.1	5.6	9.2	12.7	16.4	19.0	19.4	16.6	13.8	8.8	3.5	10.5
قطيبة	2.7	3.4	6.1	9.6	13.1	17.4	19.9	20.2	17.3	12.9	7.7	4.0	11.2
حداب	1.7	2.7	5.3	9.0	13.2	17.9	20.6	20.4	17.0	12.2	6.7	3.3	10.8
حسناة	2.9	3.9	6.4	9.8	13.9	18.1	20.4	20.5	17.7	13.3	7.7	4.3	11.6
دور العروض	2.1	3.7	7.1	12.0	16.9	21.9	24.9	24.5	20.0	13.8	7.4	3.2	13.1
أبيكال	2.0	3.4	6.9	11.5	16.1	20.6	23.2	22.8	18.4	13.4	7.2	3.0	12.4

المعدل الشهري للتجارة الصناعي المطلقة السنوية

البيانات	المعدل الشهري للتجارة الصناعي المطلقة السنوية												
	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفember	ديسمبر	
متناهية	-4.3	-3.5	-1.1	1.7	5.9	9.4	12.7	13.9	10.9	7.2	2.1	-1.6	-6.3
متناهية	-0.9	-0.7	2.4	6.1	10.7	14.5	18.6	18.9	14.8	14.8	10.2	0.4	-3.0
جسر الشغور	-1.7	-1.0	1.0	5.0	8.5	13.2	18.8	17.1	11.9	6.5	0.3	-1.3	-3.7
الحسن	3.2	3.6	4.9	8.4	11.8	15.1	18.3	18.8	16.1	12.7	8.1	4.9	1.3
طرطوس	3.3	3.9	6.1	7.9	11.2	14.9	18.4	19.3	16.7	12.8	8.4	5.2	1.9
البنadir	-2.8	-2.5	0.5	4.1	8.5	13.9	17.4	17.9	14.1	8.2	2.2	-0.9	-4.4
إدلب	-1.7	-0.9	1.8	5.9	9.7	15.2	18.8	19.8	15.7	9.1	3.3	-0.3	-3.2
المرج	-4.8	-4.9	-2.5	1.0	4.9	9.8	12.8	13.3	9.9	5.5	0.7	-3.0	-7.2
حلب	-7.4	-8.0	-4.7	-3.2	-0.7	2.7	12.3	12.5	0.6	-1.6	-5.2	-6.8	-10.2
حلب	-4.2	-3.2	-1.3	3.5	7.8	13.3	16.9	16.9	12.3	6.1	0.0	-3.2	-5.8
حلب	-2.5	-1.7	0.7	4.8	9.1	13.7	17.1	17.1	13.4	7.7	1.3	-1.8	-4.0
الإسكندرية	-6.6	-5.9	-4.7	-1.3	2.8	6.7	9.2	9.8	6.6	2.9	-1.9	-5.0	-8.3
دمشق	-2.6	-1.7	-0.3	2.5	6.0	10.8	12.4	13.1	11.0	7.2	2.1	-1.2	-4.0
دير الزور	-2.7	-2.1	1.0	6.4	11.5	17.0	21.1	20.5	14.9	7.4	0.2	-2.8	-4.7
دمascus	-3.1	-2.1	1.6	6.0	10.3	15.4	18.1	18.4	14.8	7.8	0.7	-2.2	-4.5

المعدل الشهري والسنوي لكمية المطرول (م³)

المحافظات	الإيجار	نیسان	ابسدر	جدران	تجويف	أبريل	يونيو	سبتمبر	أكتوبر	يناير	فبراير	مارس	июнь	июнь	июнь	июнь	июнь	июнь
المنطقة	239	199	205	126	59	23	6	27	28	69	109	289	1358					
المنيا	283	211	187	98	44	6	1	1	10	47	88	258	1234					
مسياف																		
ساقا	210	171	145	101	25	33,0	2	0	26	74	115	220	1092					
جيزة الشهد	140	107	94	52	24	7	0	1	8	45	58	163	699					
القاهرة	167	136	116	58	27	5	1	2	11	66	94	204	887					
طرطوس	174	127	108	60	19	12	1	1	12	56	101	194	865					
الإسكندرية	163	105	98	67	20	2	1	1	12	57	90	198	813					
المنيا	120	90	94	47	17	1	0	0	1	17	53	97	483					
بور سعيد	110	80	71	40	14	0	0	0	1	19	87	180	794					
الإسكندرية	191	141	110	33	31	1	0	0	1	17	46	101	566					
المنيا	106	79	88	80	45	8	0	0	1	17	46	101	566					
المنيا	80	63	61	54	37	0	0	0	0	13	26	61	395					
المنيا	90	62	69	65	43	1	0	0	0	17	31	68	446					
المنيا	83	69	64	42	25	2	0	1	2	21	39	94	442					
المنيا	63	49	45	35	20	3	0	1	2	18	26	72	334					

٢٣٦

١٧٤

١٧٤

١٧٤

تلاسخ — المصطلح الشهري والسنوي لجمعية المطرول (مم)

أكبر كمية مطلوب يومية (مم)

المحطات	نوع	نسبة	نوع	نسبة	نوع	نسبة	نوع	نسبة	نوع	نسبة	نوع	نسبة
			أجلول	تشرين ١	تشرين ٢	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل
دربابيس	63.0	49.0	38.6	70.2	45.0	1.5	0.0	0.0	0.0	40.0	48.0	35.5
فاشنل	49.8	46.0	44.8	46.0	88.3	3.8	6.5	T	1.6	42.7	35.7	36.9
آدب	48.3	64.3	26.6	61.0	45.3	17.1	0.0	20.6	33.4	74.3	53.5	56.1
سرة النسمان	47.2	47.2	30.0	46.5	56.0	40.0	0.0	0.0	11.0	25.0	50.5	40.3
حصى	45.0	49.1	40.5	50.9	33.6	8.0	10.6	0.0	22.0	29.0	51.0	55.5
آبلس	33.0	33.5	44.5	42.0	28.0	21.0	4.0	1.8	28.0	32.0	35.1	34.0
آلد	59.1	34.2	45.8	47.1	63.5	2.5	T	0.0	9.7	28.5	27.8	48.5
حلب	34.8	27.3	79.3	34.2	31.2	7.2	1.2	2.1	14.2	44.0	32.4	33.3
أرفة	37.8	45.2	58.9	29.3	38.0	15.3	T	T	27.7	53.4	14.2	26.6
حصى	38.0	48.1	33.0	76.2	20.3	10.7	T	2.5	16.8	28.9	45.3	36.8
المسلوبة	37.5	37.7	28.2	53.7	29.5	11.0	0.0	T	31.9	31.4	37.5	42.9
البيك	32.0	22.3	16.4	19.3	19.1	3.3	0.0	0.0	7.0	21.9	29.9	38.7
دمشق	44.2	37.0	26.2	28.3	18.9	T	0.6	0.0	5.0	12.2	41.4	41.7
درع الدور	32.6	23.1	59.2	38.3	15.4	3.4	0.0	T	2.5	28.7	16.3	41.3
درع	31.3	29.0	48.9	45.2	20.9	0.5	0.0	0.0	2.0	17.6	25.8	34.2

المعدل الشهري والسنوي لعدد أيام الاعتقال < بـ ١٠ (م)

المحافظات	أبريل		مايو		يونيو		تموز		آب		سبتمبر		
	سالون	آذار	شباط	آذار	نيسان	يارب	حزيران	تموز	آب	آذار	نيسان	آذار	
الدقهلية	12.4	10.3	9.4	5.8	2.1	0.4	0.1	0.2	1.1	4.5	6.5	11.5	64.3
الجيزة	13.1	11.4	10.7	7.3	2.7	0.4	0.3	0.3	1.7	4.9	7.1	12.7	72.6
الإسكندرية	9.2	8.5	7.7	6.5	3.2	0.4	0.1	0.1	0.6	2.9	4.1	8.4	51.4
الإسكندرية	10.6	9.3	8.4	6.6	3.0	0.6	0.0	0.1	0.6	3.6	4.9	11.0	58.7
الإسكندرية	9.5	8.1	7.2	5.0	2.2	0.1	0.0	0.1	0.4	2.7	4.3	9.2	48.8
الإسكندرية	9.8	8.8	7.7	5.4	2.7	0.2	0.1	0.0	0.5	3.2	5.2	9.7	53.3
الإسكندرية	7.0	4.9	4.1	2.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	3.6	5.7	30.8
الإسكندرية	9.3	7.6	7.4	4.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.2	2.3	3.9	7.5	44.0
الإسكندرية	6.5	5.9	5.5	5.4	2.1	0.2	0.0	0.0	0.2	2.5	3.2	5.6	37.1
الإسكندرية	5.1	3.9	3.8	4.0	1.8	0.1	0.0	0.0	0.1	1.2	2.3	4.2	26.5
الإسكندرية	4.6	3.8	2.8	3.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	2.3	3.9	23.7
الإسكندرية	4.4	3.0	3.4	2.9	1.6	0.1	0.0	0.0	0.1	1.2	1.5	3.6	21.8
الإسكندرية	3.9	7.3	8.4	8.9	3.8	0.6	0.1	0.0	0.1	3.0	4.3	8.6	54.0
الإسكندرية	7.3	6.1	6.5	7.3	3.1	0.2	0.0	0.0	0.1	2.2	3.2	6.2	42.2
الإسكندرية	7.6	6.6	8.1	9.4	4.4	0.3	0.0	0.0	0.3	2.1	4.8	8.6	52.2

المعدل الشهري والسنوي لعدد الأيام التي فيها الظروف التسبية > ٣٠٪

النقطات	متوسط كثافة ١ شرط ١												
	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	
صلوة	1.6	1.7	5.6	7.0	7.9	5.3	2.1	5.0	7.7	6.0	2.4	54.4	
ليل نيسان	3.5	3.6	9.9	13.6	23.3	29.3	31.0	30.9	28.1	22.1	9.1	3.0	207.4
حليب	2.1	2.1	6.9	11.1	17.6	25.2	22.7	24.1	22.7	17.3	6.9	2.1	160.8
حمسة	0.8	2.1	6.9	13.1	23.3	26.3	28.1	27.6	26.0	19.3	7.1	1.9	182.5
دبس	0.2	1.0	4.1	6.7	10.1	11.2	6.7	7.1	9.9	11.0	4.7	0.7	73.2
دبس دل	3.4	4.8	13.1	18.4	21.7	26.8	29.9	28.9	24.3	16.9	7.7	3.5	199.4
دمسق	3.1	5.9	15.5	21.4	27.7	29.5	30.8	30.7	28.9	22.4	9.7	2.8	228.4
دسيطرة	1.1	1.3	4.1	8.4	15.2	18.3	11.5	12.0	11.9	16.2	8.2	1.5	109.7
درارة	2.1	5.6	13.6	18.7	26.8	29.9	30.1	29.8	26.5	20.9	9.1	2.7	215.2
درارة	3.5	6.9	18.9	23.2	26.7	29.9	31.0	31.0	29.8	24.1	14.3	5.2	244.5
درارة	4.6	9.8	24.9	24.9	28.8	30.0	31.0	31.0	29.8	25.2	14.2	5.1	259.3
عمر	3.4	6.1	18.3	23.1	28.3	29.8	31.0	31.0	29.6	22.2	10.5	3.3	236.6
جبل انتبل	4.9	9.6	19.9	24.4	29.3	29.9	31.0	31.0	29.4	24.9	12.4	3.6	253.3
جبل انتبل	4.3	5.3	10.1	9.4	20.4	28.3	31.0	30.9	29.6	24.2	11.3	4.1	208.9
الد	2.2	4.1	12.2	13.9	25.7	29.8	31.0	30.9	28.7	23.8	10.2	2.7	215.2

**المدل الشهري (ملم/يوم) للبخار المكن
Ex**
**والمسدل الشهري للبخار النسج المكن
ET**

		المدل الشهري للبخار المكن Ex		المدل الشهري للبخار النسج المكن ET			
		تسان	آبار	تسان	آبار	تسان	آبار
		البطان	البطان	البطان	البطان	البطان	البطان
سبب	Ea	1.06	1.94	3.40	5.11	6.93	9.24
ET		0.82	1.56	2.81	4.36	5.95	8.06
ET/Ea		0.77	0.80	0.83	0.85	0.86	0.87
سبب	Ea	1.02	1.91	3.25	4.83	6.60	8.40
ET		0.76	1.61	2.67	4.12	5.65	7.29
ET/Ea		0.75	0.84	0.82	0.85	0.86	0.87
سبب	Ea	1.44	2.54	3.95	5.65	7.07	8.54
ET		1.14	2.23	3.33	4.99	6.05	7.46
ET/Ea		0.79	0.88	0.84	0.88	0.86	0.87
سبب	Ea	1.22	2.15	3.81	5.71	7.42	9.42
ET		0.95	1.81	3.35	5.02	6.55	8.58
ET/Ea		0.78	0.84	0.88	0.88	0.91	0.91
سبب	Ea	1.32	2.17	3.38	4.90	6.58	8.32
ET		1.07	1.87	2.89	4.22	5.74	7.38
ET/Ea		0.81	0.86	0.85	0.86	0.87	0.89

المعدل اليومي لسرعة الرياح (متر / ثانية)

المحطات	شمال			جنوب			غرب			شرق			
	النيل												
صافيتا	5.7	5.6	4.9	4.2	2.8	2.9	3.1	2.7	2.3	2.7	4.1	5.2	3.9
تل ابيض	2.3	2.5	2.8	2.8	2.6	3.5	3.6	3.0	2.3	1.7	1.5	2.0	2.5
حرب	3.5	3.7	3.9	4.2	4.3	5.7	6.7	6.0	4.2	2.8	2.4	3.2	4.2
حمسة	2.5	2.9	3.2	3.5	3.3	4.1	4.5	3.8	2.7	2.0	1.7	2.1	3.0
قطندة	3.0	3.4	4.5	5.7	6.3	8.7	11.7	10.2	6.1	3.1	1.8	2.3	5.6
السبك	4.2	4.4	4.6	4.3	3.8	3.8	3.4	3.1	2.8	3.1	3.4	4.2	3.7
دشمنق	2.7	3.2	3.9	4.2	4.0	4.6	4.9	4.2	3.0	2.5	2.1	2.3	3.5
الطباطبارة	5.5	6.0	6.7	6.4	6.1	6.8	8.1	7.1	6.1	4.9	4.4	5.4	6.1
قوص	4.3	3.9	4.4	4.2	3.5	3.0	3.7	3.1	2.4	3.2	4.4	5.2	3.8
دمياط	2.7	3.1	3.8	4.5	4.8	5.9	7.0	6.3	4.8	3.4	2.5	2.4	4.3
أبو قير	3.0	3.4	4.0	3.9	3.8	4.9	5.7	4.6	3.1	2.7	2.4	2.9	3.7
المرج	2.5	2.8	3.4	3.6	3.6	4.9	5.6	4.6	3.1	2.2	1.8	2.3	3.4
دمياط	2.8	3.2	3.8	4.0	4.1	5.3	5.7	4.7	3.4	2.6	2.2	2.7	4.5
الحسينية	2.7	2.9	3.2	2.7	2.8	4.3	4.0	3.2	2.7	2.4	1.9	2.5	2.9
القاهرة	4.3	4.4	4.2	3.8	3.8	4.0	3.8	3.1	2.9	3.2	3.2	4.0	3.7

سیمینگری مکانیکی (مجله)

المعدل الشهري والسنوي للمدد أيام الفياب

المحطات	نيلان	أذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	سبتمبر	أيلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	كانون ٢	متوسط
														٢
صلواتا	0.7	0.8	1.1	0.5	0.2	0.1	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.7	5.6	
حليب	6.2	2.0	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.3	6.4	18.7		
حمة	7.1	3.5	1.3	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	2.4	.78	22.9		
النبيك	9.1	5.9	5.1	4.3	4.3	1.4	0.6	0.9	3.1	3.1	3.9	6.0	47.7	
دمشق	2.4	1.8	0.9	0.7	0.3	0.1	0.1	0.8	0.5	0.4	0.2	3.3	11.5	-
جبل المتن	2.4	1.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.4	6.0	-
تدمر	2.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	2.4	6.0	-
إربد	4.7	1.7	1.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	1.9	6.1	16.1		
درعا	4.2	1.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	4.2	10.9		
أوكران	3.1	1.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	2.4	7.7		
الحسكة	3.6	1.7	0.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	4.2	12.7	
المائة	1.9	0.9	0.6	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.7	6.1	

المدخل الشهري والسنوي لعدد أيام البشر

السنوي									
الموسم									
الخطيب									
الطباطسا	الذروان	البدر	الليل	النهار	النisan	الجول	الشمس	الليل	الذروان
صافيتا	0.6	0.9	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
حلب	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1
حماة	0.1	0.1	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
البن	0.1	0.1	0.3	0.4	0.0	0.1	0.0	0.3	0.1
دمشق	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
جبل المند	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
دمشق	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
درعا	0.3	0.2	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1
ديرالزور	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
ابو كمال	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
الحسكة	0.1	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
الرقة	0.1	0.4	0.7	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0

المراجع العلمية العربية

- ١ - ده أهدلي ، نوي ، ١٩٧٤ علم المناخ والأرصاد الجوية - جامعة دمشق - كلية الزراعة .
- ٢ - ده بله ، عدنان حسن ، ١٩٨٢ علم المناخ والأرصاد الزراعي - جامعة تشرين - كلية الزراعة .
- ٣ - ده عزام ، حسن - ده أبو زخم عبد الله ، ١٩٨٢ المناخ والأرصاد الجوية ، جامعة دمشق - كلية الزراعة .
- ٤ - المديرية العامة للأرصاد الجوية - ١٩٧٧ - الأطلس المناخي لسوريا - وزارة الدفاع .
- ٥ - المنظمة العربية للتنمية الزراعية - ١٩٧٦ - دراسة المناخ الزراعي للوطن العربي - الخرطوم - ١٩٨٦
- ٦ - ده موسى ، على - ١٩٨٦ - المناخ والأرصاد الجوية - جامعة دمشق - كلية الآداب .
- ٧ - ده محمد محمود بدر الدين - ١٩٨٥ - أساس علم الأرصاد الجوية - جامعة القاهرة - كلية الزراعة .

المراجع العلمية الأجنبية

- 1 — BARRY, R. G. 1968, *Atmosphère, weat her and climat*, Methrien, London.
- 2 — BLONDEL, J. 1979, *Biogéographie et Ecologie*, Masson, Paris.
- 3 — BUDYKO, M., 1974, *Climat and life*, Academic press, London.
- 4 — BURNETT, R. 1975, *Météorologie*
Hachette, Paris.
- 5 — DAJOZ, R. 1985, *Precis d'Ecologie*
Durand, Paris.
- 6 — ESTIENNE, P. et GODARD 1970, *Climatologie*
A. Collin, Paris.
- 7 — RAMADE, F. 1974, *Eléments d'Ecologie appliquée*
Ed. Sciences - Paris.
- 8 — RAMADE, F. 1984, *Eléments d'Ecologie Fondamentale*
Ed. Sciences - Paris.
- 9 --- PAGNEY, P. 1976 *Les climats de la terre* -
Masson, Paris.
- 10 --- PAGNEY, P. 1985, *La climatologie*
Press, Universitaire de France.
- 11 --- PEGUY, ch. P. 1970, *Précis de climatologie*
Masson - Paris.
- 12 — TRIPLET, J. et RACH, G. 1971,
Météorologie générale.
Ecole National, Météo, Paris.

- 13 — VIAULT, A. 1965, La Météorologie
BlondeL - Paris -
- 14 — VIERS, G. 1968, Eléments de climatologie
Press - universitaire - de France.
- 15 — WORLD, METEOROLOGICAL, ORGANIZATION
GENEVE,
- 16 — HARE, 1983, Climate and Desertification UNE, P.
- 17 — FAO, G. 1987. Agricultural, Météorologie.
- 18 — SEGUIN, R. drought, Probability - Maps.
- 19 — MACK, A. R. 1986. Satclité applications to
Agrométéorology.
- 20 — LEHOUEROU, M. N. 1987. Aspects météorologique de la
Croissance Végétale dans les Déserts.

المصطلحات العلمية

(A)

Absorption	امتصاص
Accumulé	تراكمي
Actinomètre	مقاييس الاشعاع
Aerosol	غبار جوي
Agronomie	علم الزراعة
Aiguille	أبرة التسلیج
Alizée	رياح الاليري
Altos	عالية
Altocumulus	غيموم ركامية عالية
Altostratus	غيموم طبقية عالية
Altimètre	مقاييس الارتفاع
Ambiant	المحيط
Amoncelé	تراكمي
Amplitude	السعة
Animomètre	مقاييس الرياح
Anticyclone	مرتفع (فند الاعصار)
Arcenciel	قوس قزح
Aragone	غاز الارغون
Aride	قاري - جاف
Astronomie	علم الفلك
Atmosphère	شلاف جوي
Atmosphère solaire	حسو الشمس
Aurore boreale	الشفق القطبي
Avertissement	تنبؤ - اخطار

(B)

Ballon-pilot	بالون طيار
Barographe	مسجل الضغط
Baromètre	مقاييس الضغط

Baryosphère	ذلب الأرض
Batonnet	أعمدة
Biologie	علم الأحياء
Biosphère	القلاف الحيوي
Bleu	الأزرق
Bruine	الطل -

(C)

Carte	الخارطة
Cellule photoélectrique	خلية كهروضوئية
Cercle polaire	الدائرة القطبية
Change d'état	تغير حالة المادة
Circulation	حركة
Cirrus	سمحاقية
Cirro cumulus	سمحاقية ركامية
Cirro stratus	سمحاقية طبقية
Clino mètre	مقياس ارتفاع الغيوم
Climat	النماح
Coalescence	تحمّع
Condensation	تكلاف
Conduction	ناقلية
Continuité	الاستمرارية
Continentatité	قاربة
Convergence	تلاقي
Convection	الحمل
Comète	شهاب
Compressible	قابل للانضغاط
Couche	طبقة
Couronne	الأكيل
Courrant - jet	التيار النفاث
Crête	غلاف جليدي
Cryosphère	انتفؤة
Crypton	غلاف الكربون
Cumuliforme	تراكمي
Cumulus	ثيم ركامي
Cumulonimbus	ركامي مطرار

(D)

Decade	عقد
Depression	منخفض
Désert	صحراء
Désert d'abri	صحراء محدبة
Désert classique	صحراء حقيقة
Désert continental	صحراء قارية
Désert cotière	صحراء ساحلية
Donnée	معلومات
Discontinuité	الانقطاع

(E)

Echange	تبادل
Eclaire	برق
Eclaircie	انفصال
Electromagnétique	كهرومغناطيسي
Enclume	سلدان
Emetteur	جهاز بث
Epars	الغازات الضائعة
Equateur	خط الاستواء
Équilibre	توازن
Equinoxe	الاعتدال
Equinoxe d'automne	الاعتدال الخريفي
Equinoxe du printemps	الاعتدال الربيعي
Etoiles	نجوم
Evapographe	مسجل التبخر
Evaporation	تبخر
Exosphère	الجو الخارجي

(F)

Facteur	عنصر
Foudre	البرق
Froid	برد
Fractos	مففت
Fractostratus	طيفي مفتت

Front
Frontal

جبهة
جبيه

(G)

Galaxie
Galotte
Gaz carbonique
Gelée
Géologie
Givre
Glacière
Glaçogène
Goutte
Gouttelette
Granules
Grêle
Grélon
Grêlogène
Grésil

المجرة
القبة
غاز الفحم
صقير
جيولوجيا
جليد
متجمدة
مولدة الجليد
قطرة
قطيرة
جبيبة
حبة برد
جبيبة برد
مولدة البرد
حبة برد رطبة

(H)

Halo
Héliographe
Hélium
Hémisphère
Hémisphère Austral
Hémisphère Boréal
Hétérosphère
Homoclimatique
Homogénéité
Homosphère
Humidité
Humidité absolue
Humidité relative
Hydrogène
Hydrologie

الهالة
مسجل الأشعة
غاز الهليوم
نصف الكرة
نصف الكرة الجنوبي
نصف الكرة الشمالي
الطبقة الجوية المتباينة
تماثل مناخي
انتظام
الطبقة الجوية المتباينة
الرطوبة
أثر الرطوبة المطلق
الرطوبة النسبية
غاز الهيدروجين
علم الملاحة

Hydrosphère
Hydrographe
Hygrométrique
Hygroosphère
Hygroscopique

غلاف مائي
مسجل الرطوبة
رطوبية
الغلاف الرطوي
استقطاب الماء

(I - J)

Illumination
Incendie
Incompressible
Indice
Inondation
Insolation
Intensité
Iodure d'argent
Isobares
Jaune
Jupiter

فترة الإضاءة
حرائق
غير قابل للانضغاط
دليل
فيضان
الإشعاع
شدة
يود الفضة
خطوط تساري الشفط
الأصفر
المشتري

(K - L)

Khamasine
Latitude
Limnologie
Lune
Lueur
Lythosphère

رياح الخماسين
خط العرض
علم البحيرات
القمر
يصبص
الغلاف الصخري

(M)

Magnétosphère
Manleau neigeux
Mars
Masse
Maximale
Mécanique

الغلاف المغناطيسي
الغلاف الثلجي
المريخ
كتلة
المعظمى
آلبي

Mécanisme	آلية
Mercury	عطارد
Mésopause	حدود الجو الأوسط
Mésosphère	الجو الأوسط
Météoroides	النيازك
Météographie	محلل الطقس
Météorologie	علم الارصاد الجوية
Méthane	غاز البنان
Microscismographie	محلل الاهتزاز الدقيق
Microclimat	مناخ محلي
Minimale	الدنيا
Mouille	متسل
Mousson	رياح موسمية
Moyenne	المتوسطة
Mystral	رياح المسترال

(N)

Nape	طبقة
Nébulosité	صفاء الجو
Neige	ثلج
Neige carbrique	ثلج فجمي
Neige en grain	ثلج حبي
Néon	غاز النيون
Nievométrique	ثلجي
Nimbus	مطرizar
Nimbostratus	طبقي مطراري
Nuage	غيمة
Nuage nacré	غيمة متلازمة
Nuage nocturne lumineuse	غيمة ليلية مضيئة

(O)

Observation	الرصد
Oceanographie	علم المحيطات
Oeil	عين
Ondulaire	تموجي

Orbite	مدار
Orage	عاصفة
Orange	برتقالي
Orographe	تضاريس
O. M.-M.	المؤسسة العالمية للأرصاد الجوية
Ouragane	اعصار
Oxyde azotique	اوكسيد الازوت
Oxygène	الأوكسجين
Ozone	الاوزون

(P)

Particules ionisés	جزيئات متأتية
Pédologie	علم الترب
Pédosphère	الغلاف التربوي
Permafrost	الجليد الدائم
Persistante	استمرارية
Photosphère	الكرة الضوئية
Photosynthèse	تمثيل ضوئي
Phénomene	ظاهرة
Planètes	الكواكب
Planètes majeurs	الكواكب الرئيسية
Planètes mineurs	الكواكب الثانوية
Pluie	مطر
Pluie de sang	مطر الدم
Pluto	بلوتو
Pluviographe	مسجل المطر
Pluviomètre	مقاييس المطر
Pluviosité	كمية المطر
Point de rosé	نقطة الندى
Polaire	قطبي
Pommelé	ابيض رمادي
Précipitations	هطلات
Pression	الضغط
Prévision	التنبؤ
Prisme	ابرة
Psychromètre	مقاييس الرطوبة
Pyranomètre	مقاييس الاشعاع
Pyrheliomètre	مقاييس الاشعاع

(Q - R)

Quotidien	يومي
Radar	الرادار
Radiation	أشعاع
Radiosondage	رصد لاسلكي
Radon	غاز الرادون
Rafale	مطر عاصف
Rayon	أشعة
Rayon atmosphérique	أشعة جوية
Rayon cosmique	أشعة كونية
Rayon infra-rouge	أشعة تحت الحمراء
Rayon radio	موجات الراديو
Rayon terrestre	الأشعة الأرضية
Rayon ultra-violet	أشعة فوق البنفسجية
Rayon visible	الأشعة المرئية
Rayonnement	الإشعاع
Récepteur	جهاز استقبال
Retrd. thermique	تأخر حراري
Rouge	احمر

(S)

Salinité	الملوحة
Saturation	أشبع
Saturne	رجل
Sec	جاف
Secheresse	الجفاف
Soleil	الشمس
Solistice	الانقلاب
Solistice d'été	الانقلاب الصيفي
Solistice d'hiver	الانقلاب الشتوي
Stratosphère	الجر التطبقي
Stratopause	حدود الجو التطبقي
Stratum	طبقية
Stratus	طبقية
Structure	تركييب
Synoptique	أحجام
Système solaire	المجموعة الشمسية

(T)

Temps	الطقس
Température	الحرارة
Tempête	ال العاصفة
Terre	الأرض
Théodolite	تيودوليت
Thermographe	مجل الحرارة
Thermomètre	مقياس الحرارة
Thermomètre à alcool	مقياس الحرارة الكحولي
Thermomètre à mercure	مقياس الحرارة الزيتني
Thermomètre enregistreur	مجل الحرارة
Thermosphère	الغلاف الحار
Tonnère	رعد
Tornade	زوبعة
Torride	حراري
Tourbillante	دوار
Translucide	نصف شفاف
Transparent	شفاف
Tropique	مدار
Tropique du cancer	مدار السرطان
Tropique du capricorne	مدار الحمدى
Tropopause	حدود الجو المضطرب
Troposphère	الغلاف المضطرب
Tundra	التundra
Typhon	تيفون

(U - V)

Uranus	اورانوس
Vague	موجة
Variabilité	تباس
Valeur écologique	قيمة بيئية
Variation	تغير
Variation adiabatique	تغير ذاتي
Variation quotidien	تغير يومي
Variation saisonnière	تغير فصلي
Vapeur d'eau	بخار الماء
Véga	نجم الفيaka

Végétation

النباتات

Vent

ريح

Venus

الزهرة

Verglas

الجليد

Vert

أخضر

Violet

بنفسجي

(X - Z)

Xenon

غاز الريون

Zenith

السماء

Zéro

الصفر

Zéro absolue

الصفر المطلق

Zone

منطقة

Zone Crupusculaire

منطقة الغسق

فهرس الجداول

رقم الجدول	العنوان
١	بعض المعطيات المرقبة لكتل المجموعة الشمسية .
٢	تركيب الهواء الجوي الجاف النقي عند مستوى سطح البحر .
٣	وحدات قياس الإشعاع .
٤	المركبات الأساسية للأشعاع الشمسي .
٥	ألوان النصف الشمسي وأطوال موجاتها .
٦	أهم ميزات وخصائص كل من المرتفع والمنخفض الهوائي .
٧	وحدات قياس الضغط .
٨	أنواع الكتل الهوائية .
٩	أهم الفروق بين الكتل الهوائية الحارة والباردة .
١٠	نسبة بخار الماء في الهواء وقيم الرطوبة النسبية .
١١	ال العلاقة بين سرعة سقوط قطرات قطرها .
١٢	العلاقة بين قطر قطرات وارتفاع سقوطها .
١٣	نوع الهطلول وعلاقة قطر قطرات بسرعتها .
١٤	عامل التصحيف وقيم الرطوبة النسبية .
١٥	علاقة شدة الصقيع بطبيعة التضاريس .
١٦	أهمية نوعية الصقيع في مجال التسرب بالصقيع .
١٧	المناطق المناخية وقيم معامل جاوكوبه لدرجاف .
١٨	قيم الرطوبة المتنبعة ونوع التربة .
١٩	مزایا المناخ المحلي للبحيرات وأثر اتجاه هبوب الرياح .
٢٠	خصائص المناخ المحلي للغابات الكليفية والمعقول الواسعة .
٢١	ميزات المناخ المحلي في الهضاب والوديان المتجلورة .
٢٢	سمفات المناخ المحلي للمدن مقارنة مع الأرياف .
٢٣	تصنيف دولاراتن للمناطق البناءية والمناخ السائد في العالم .

فهرس المحتويات

الصفحة	الموضوع
١	١ - الأرض والغلاف الجوي :
٩	١-١- الأرض
١٠	١-٢- المجموعة الشمسية
١٣	١-٣- الشمس
١٤	١-٤- الأرض والقمر
١٥	١-٥- حركات الأرض والظواهر الجوية
١٦	١-٦- الأرض والأغلفة المحيطة بها
٢٠	١-٧- الغلاف الجوي (جو الأرض)
٢١	١-٨- تركيب الغلاف الجوي
٢٤	١-٩- بنية الغلاف الجوي
٢٦	٢ - الإشعاع والحرارة :
٣١	٢-١- الإشعاع
٣١	٢-٢- المصطلحات المستعملة في دراسة الإشعاع
٣٣	٢-٣- وحدات قياس الإشعاعات
٣٥	٢-٤- الإشعاع الشمسي
٣٨	٢-٥- التوازن الإشعاعي
٤٠	٢-٦- الإشعاع الأرضي والإشعاع الجوي
٤١	٢-٧- الحرارة

الموضوع

الصفحة

٤٢	١-٣-٤ - التبادل الحراري
٤٣	٢-٢-٢ - النظام الحراري
٤٣	٣-٣-٣ - الحرارة وحرّكات الغلاف الجوي
٤٤	٤-٤-٤ - تباين الحرارة
٤٩	٢ - الضغط الجوي والرياح :
٤٩	١-١-٣ - الضغط الجوي
٥٠	١-١-١ - الارتفاع والانخفاض الجويان
٥٢	٢-١-٣ - أثر المكان والزمان على الضغط الجوي
٥٤	٢-٢-٣ - الرياح والجيمات
٥٥	١-٢-٤ - حركة الرياح وسرعتها
٥٥	٢-٢-٣ - حركة الرياح العامة
٥٧	٣-٣-٣ - الكتلة الهوائية
٦٠	٣-٣-٤ - الجيمات والطقس
٦٧	٤ - رطوبة الهواء والتكافؤ :
٦٧	١-١-٤ - رطوبة الهواء الجوي
٦٩	٢-٤ - التكافؤ
٧٢	١-٢-٤ - التكافؤ السطحي
٧٣	٢-٢-٤ - التكافؤ المرتفع
٨١	٥ - الهطولات :
٨١	١-٥ - آلية الهطول

الموضوع

الصفحة

١٥	١-١- الرذاذ أو الطل
١٥	٢-١- المطر أو النيث
١٥	٣-١- المطول المختلط
١٥	٤-١- الشلنج
١٥	٥-١- البرد
١٥	٦-١- المواصف الجليدية
١٥	٧-٢- الإستمطار
١٥	٨-٣- المواصف
١٥	٩-١- المواصف الرعدية
١٥	٩-٢- الزوابع
١٥	٩-٣- الأعاصير أو التيفونات
٩٥	٦ - دراسة الطقس :
٩٦	٦-١- الرصد الجوي
٩٩	٦-٢- التتبؤ الجوي
١٠١	٦-٣- رصد عناصر الطقس وقياسها
١٠١	٦-٣-١- قياس الإشعاع
١٠٤	٦-٣-٢- قياس الحرارة
١٠٥	٦-٣-٣- قياس الضغط والرياح
١١٠	٦-٣-٤- قياس الرطوبة
١١١	٦-٣-٥- قياس المطولات
١١٤	٦-٣-٦- قياس اليوم

الموضوع

الصفحة

١١٧	٧ - خرائط الطقس والتباين بالطقس :
١١٧	١-٧ - خرائط الطقس
١١٨	١-١-٧ - خرائط درجات الحرارة
١١٨	٢-١-٧ - خرائط المطولات
١١٨	٣-١-٧ - خرائط تباينات الضغط
١١٩	٤-١-٧ - خرائط النظام الضمي
١١٩	٥-٢-٧ - التباين بالطقس
١٢٠	٦-١-٢-٧ - التباين الشخصي
١٢١	٧-٢-٢-٧ - التباين الرقمي
١٢١	٨-٣-٧ - ملامحات حول أحوال الطقس المتوقعة
١٢٣	٩-٤-٧ - الجهات وخرائط الطقس
١٢٤	الرموز والمصطلحات الرئيسية المستخدمة في الأرصاد الجوية
١٣٥	٨ - الفوائل النجعية المؤثرة في الزراعة :
١٣٦	١-١-٨ - الصقيع وتأثيره في الزراعة
١٣٧	١-١-٨ - الصقيع الإشعاعي
١٣٧	٢-١-٨ - الصقيع الشتوي
١٣٨	٣-١-٨ - الصقيع المختلط
١٤٠	٤-١-٨ - مكافحة الصقيع
١٤٣	٥-١-٨ - التباين عن حدوث الصقيع
١٤٨	٦-٢-٨ - الجفاف
١٤٨	٧-١-٢-٨ - أسباب الجفاف
١٤٩	٨-٢-٢-٨ - تجديد الثمرة الجافة

الموضوع

الصفحة

٣٥١	٤-٤-٤- أنواع الجفاف
٣٥١	٤-٤-٥- طرق مكافحة الجفاف
٣٥٢	٤-٤-٦- الجفاف والتربية الزراعية
٣٥٤	٤-٤-٧- التهophilات وزيادة المياه
٣٥٥	٤-٤-٨- حريق التربية
٣٥٥	٤-٤-٩- الملوحة
٣٥٥	٤-٤-١٠- الرياح
٣٥٥	٤-٤-١١- منشأ الرياح
٣٥٦	٤-٤-١٢- القوى التي تحكم بالرياح
٣٥٧	٤-٤-١٣- قياس الرياح
٣٥٨	٤-٤-١٤- أضرار الرياح

٩ - المناخ :

٣٦١	٩-١- المعطيات المناخية
٣٦٢	٩-١-١- الحرارة المتوسطة
٣٦٢	٩-١-٢- المناخات المحلية
٣٦٤	٩-١-٣- هل يتغير المناخ
٣٦٦	

١٠ - النواحي الصحراوية :

٣٦٩	١٠-١- الصحراء الحارة (التلية)
٣٧١	١٠-٢- الصحاري الساحلية المدارية وشبه المدارية
٣٧٢	١٠-٣- الصحاري المحلية
٣٧٣	١٠-٤- الصحاري القارية ذات الشتاء البارد
٣٧٣	

الوضـوع

الصفحة

١٧٥	١١ - المناخات خارج المدارية :
١٧٥	١-١-١١ - مناخات العروض العليا
١٧٥	١-١-١٢ - حدود المناخات القطبية وتحت القطبية
١٧٧	١-٢-١١ - البرد أو الصقيع
١٧٧	١-٢-٣ - الرياح والتغيرات الجوية
١٧٨	١-٤-١١ - الهطولات
١٧٩	١-٥-١١ - أنواع المناخات
١٧٩	٢-١١ - المناخات المعتدلة
١٧٩	٢-٢-١١ - المناخات البحرية (المحيطية الحقيقة)
١٨٠	٢-٢-١٢ - المناخات المحيطية الهاشمية
١٨٠	٢-٣-١١ - المناخات المعتدلة القارية
١٨١	٢-٤-١١ - المناخات الجبلية المعتدلة
١٨٣	٣-١١ - المناخات المتوسطة
١٨٤	٣-٢-١١ - عناصر المناخ
١٨٥	٣-٢-٣-١١ - ميزات المناخ المتوسطي
١٨٧	٣-٣-١١ - الجبال المتوسطية
١٨٧	٣-٤-١١ - أقسام المناخ المتوسطي
١٩١	١٢ - المناخات بين المدارية :
١٩١	١-١٢ - دورة الرياح العامة
١٩٢	٢-١٢ - آلية الهطول
١٩٣	٣-١٢ - الأعاصير الاستوائية
١٩٤	٤-١٢ - أقسام المناخات بين المدارية
١٩٥	٤-٤-١٢ - المناخات الاستوائية وتحت الاستوائية

- ١٦٤-٢- المناخات المدارية
١٦٣-٣- مناخات الصابنات (دمياح الأليزية)
١٦٤-٤- مناخات الجبال
١٦٥-٥- المناخات الموسية الآسيوية

- أهم المعينيات المناخية المسجلة لمعلات مختارة من
القطر العربي السوري
- ٢٠٣- المراجع العلمية العربية
٢١٩- المراجع العلمية الأجنبية
٢٢٠- المصادرات العلمية
٢٢٢- نهرس الجداول
٢٣٢- فهرس المحتويات
٢٣٣-

