PETITE ENCYCLOPÉDIE
LAROUSSE

لور شيميري

المناخ

فسيفساء المناخات ■ الغلاف الجوي يتحرك ■ الإشراق والحرارة ■ المياه في الغلاف الجوي

■ المناخات الملائمة للحياة ■ المناخات المتطرفة ■ المناخات المحلية

كتاب العربية
150

الثقافة العلمية للجميع
(ثقافتك)

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

الثقافة
العلمية
للجميع
(ثقافتك)

150

© المجلة العربية، ١٤٣٦هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

شيميري، لور

المناخ. / لور شيميري؛ زينب منعم. - الرياض، ١٤٣٦هـ

١٢٨ ص ؛ ١٤ × ١٩ سم (اصدارات المجلة العربية ١٥٠)

ردمك : **٩-٠٥-٨١٦٨-٦٠٣-٩٧٨**

١- المناخ ٢- الأرصاد الجوية ٣- الطقس أ. منعم، زينب (مترجم)

ب. العنوان ج. السلسلة

ديوي ٥٥١,٦ **١٤٣٥/٨٩٠٨**

رقم الإيداع: **١٤٣٥/٨٩٠٨**

ردمك: **٩-٠٥-٨١٦٨-٦٠٣-٩٧٨**

الطبعة الأولى 1435هـ 2014م

جميع حقوق الطبع محفوظة، غير مسموح بطبع أي جزء من أجزاء هذا الكتاب، أو اختزانه في أي نظام لاختزان المعلومات واسترجاعها، أو نقله على أي هيئة أو بأي وسيلة، سواء كانت إلكترونية أو شرائط ممغنطة أو ميكانيكية، أو استنساخاً، أو تسجيلاً، أو غيرها إلا في حالات الاقتباس المحدودة بغرض الدراسة مع وجوب ذكر المصدر.

رئيس التحرير: **د. عبد الله نعمان الحاج**

لمراسلة المجلة على الإنترنت:

info@arabicmagazine.com www.arabicmagazine.com

الرياض: طريق صلاح الدين الأيوبي (الستين) شارع المنفلوطي

تليفون: 4778990 1-966فاكس: 4766464 -1-966. ص.ب: 5973 الرياض 11432

هذا الكتاب من إصدار: **Larousse**

Petit atlas des Climats

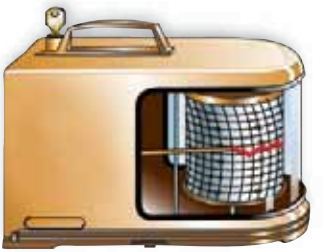
Copyrights ©2009 All rights reserved.

تأليف: Laure Chémery

رسم الخرائط: Légendes Cartographie / Nadine Martres

لـور شيميري

المنـــاخ



ترجمة: زينب منعم

المحتويات

المقدمة

فسيفساء المناخات 9

النطاقات المناخية 10
مناخات العالم 12
الاستقرار والتغيّر 14
الانحرافات المناخية 16
وصف، تحليل، توقع 18
تطبيقات علم المناخ 20
علم متغيّر 22

الغلاف الجوي يتحرك 25

البنية العامودية للغلاف الجوي 26
الدورة الأرصادية 28
الدورة الجوية العامة 30
المرتفعات الجوية والمنخفضات الجوية 32
الرياح 34
الأعاصير والزوابع 36
التفاعلات بين المحيطات والغلاف الجوي 38

الإشراق والحرارة 41

الإشراق والإشعاعات 42
الإشعاع الشمسي 44
الشمس والأرض 46
ميزان الطاقة 48
حرارة الجو 50
الدورات الحرارية 52
الدفيئة 54

المياه في الغلاف الجوي 57

توزع المتساقطات في العالم 58
المتساقطات السنوية 60
مقياس الرطوبة 62
الدورة المائية 64

التلبد والغيوم 66
تشكل المتساقطات 68
المطر أو الرذاذ، الثلج... 70
العواصف 72

المناخات المناسبة للحياة 75

المناخات المعتدلة، مناخات متوسطة؟ 76
المناخات الملائمة للحياة 78
المناخ المعتدل المحيطي 80
المناخ القاري 82
المناخ شبه المداري 84
المناخ الاستوائي 86
المناخ المداري 88
المناخ الموسمي 90

المناخات المتطرفة 93

العوامل التي تحد المناخ 94
المناخات المتطرفة 96
المناخ القطبي 98
المناخ الجاف البارد 100
المناخ الجاف الحار 102

المناخات المحلية 105

التربة، النباتات والمياه القارية 106
المناخات المحلية: جزيرة المارتينيك 108
المناخ الجبلي 110
المناخات الساحلية والجزرية 112
المناخات المدنية 114

وجهات نظر ونقاشات

تحليل التغير المناخي 116
توقع التغير المناخي 118
معجم المصطلحات 120
فهرس 124

مقدمة

يؤثر المناخ في الحياة على سطح الأرض بشقيها النباتي والحيواني، كما يؤثر على المدى الطويل على شكل التضاريس الأرضية. فالبرد والدفء والمطر والجفاف والهواء، عوامل تحدد نمط حياة الإنسان بكل أشكالها، أكان في ما يتعلق بغذائه أو مسكنه وتنقلاته أو باختيار ملابسه.

وعلى ما يبدو، فإن المجتمعات الحديثة لا تعير الأهمية المطلوبة للتغيرات المناخية، بل تسعى إلى تطوير بعض التقنيات التي تساعدها على التحرر من تأثيرات المناخ. ولكن، مع كل حدث مناخي غريب، غالباً ما نندهش حين نلاحظ أن بيئتنا المباشرة تتأثّر بشدة بتقلبات السماء.

في هذا الإطار، نلاحظ ازدياد الشعور بالقلق في نفوس الناس أمام ما يشهدونه من تقلبات مناخية حادة، في وقت يحذر العلماء في كافة أنحاء العالم، الرأي العام والمسؤولين السياسيين من خطر التغير المناخي العالمي الناتج عن النشاطات البشرية المسؤولة عن التغيير الحاصل في تركيبة الغلاف الجوي، ما يؤدي إلى احتباس حراري سيترك آثاراً جمة على مختلف عناصر المناخ.

من هنا تحولت معرفة المناخ وفهمه إلى مسألة ضرورية وهامة.

يمكن التعاطي مع المناخ خلال فترات زمنية مختلفة (يوم، فصل، عام، ألفية) أو ذات صلة بالمساحة (المناخ الكلي الذي يختص بقارةٍ بأكملها أو المناخ المحلي الذي يختص بشارع أو بنبتة معينة).

تساهم عدة عوامل في تشكيلً المناخ من حولنا، منها الغلاف الجوي وحركاته، وأشعة الشمس التي نستمد منها الطاقة والحرارة، فيما المياه تشكل أصل الحياة. وتتولى محطات القياس وأقمار المراقبة الاصطناعية جمع البيانات التي تُستعمل لتوقع الأحوال الجوية بغية فهم المناخات الماضية والحاضرة والمستقبلية بشكل أفضل.

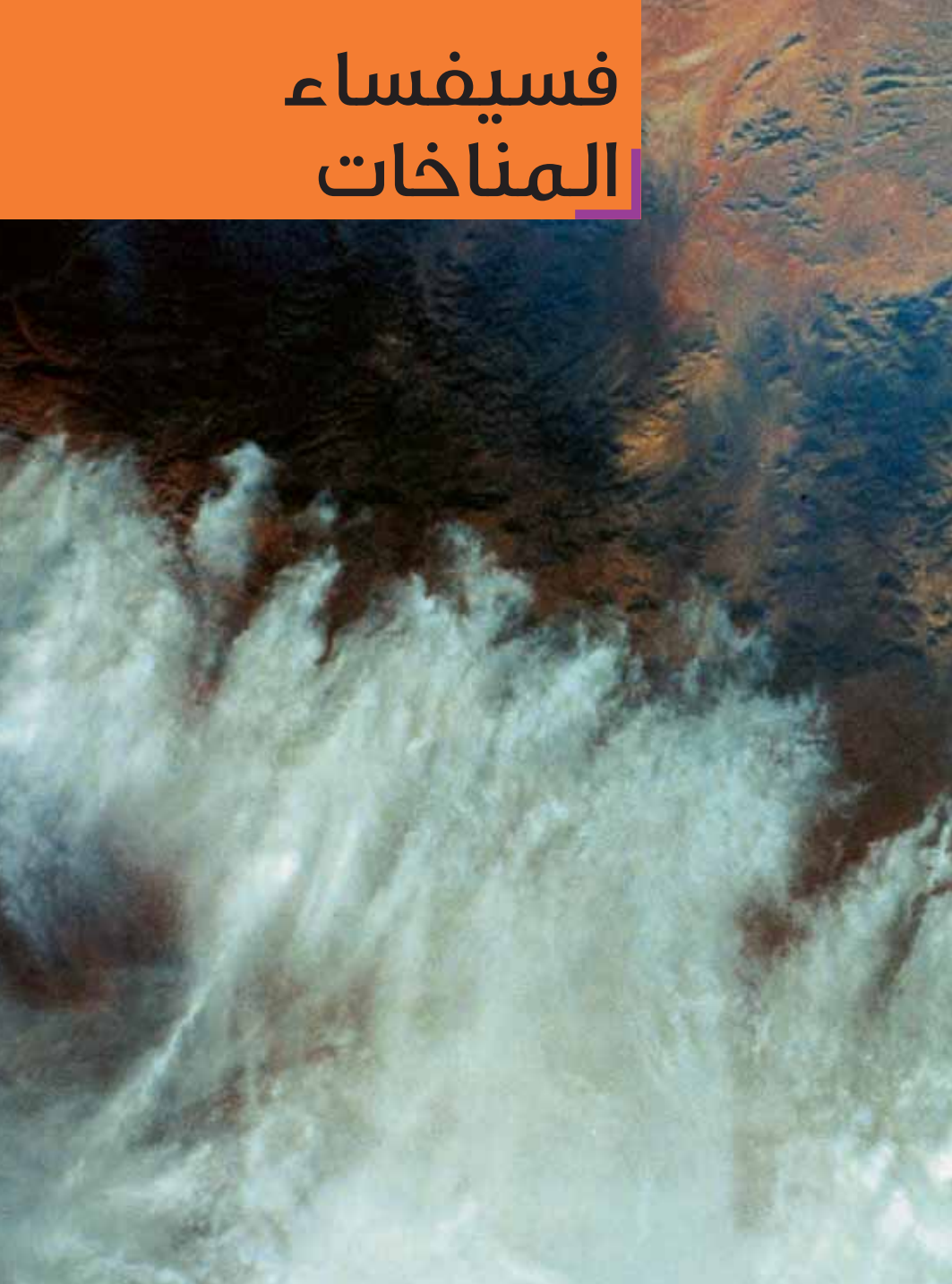
تتلخص مهمة علماء الأرصاد الجوية وعلماء المناخ في الوصف والمعرفة والتوقع، ويُعد تطبيق هذه المعارف أمراً أساسياً لمجتمعاتنا.

التقط المكوك كولومبيا في العام 1991 مجموعة السحب الركامية التي تراكمت فوق المحيط الهادئ، حيث تظهر بعضها على شكل سندان على ارتفاعات عالية تصل إلى أكثر من 15 كلم، مصحوبة بتحركات قوية وتشكلات رعدية.

عمد علماء الأرصاد الجوية وعلماء المناخ إلى وضع تصنيفات مناخية استناداً إلى التطبيقات (علم المناخ الزراعي، علم المناخ الحيوي) أو الأهداف المنتظرة، وذلك بهدف تعريف المناخ وإعطاء نسبية للمعايير (الهواء، الحرارة، الضغط) التي غالباً ما تكون مجردة، ولاستنتاج حالة المناخ في مكان محدد من خلال عناصر عديدة. توضح هذه التصنيفات التي تميّز بين نحو عشرين نوعاً من المناخ، على نحو غير نهائي، التنوع الكبير: غالباً ما تطغى الحالات المتوسطة على التنوعات المناخية الشديدة والحالات الشاذة والكوارث.

تُعتمد الصور التي تُلتقط عبر الأقمار الاصطناعية في مراقبة بعض الظواهر كالأعاصير، المنخفضات أو التشكلات السديمية (في الصورة: على شواطئ جنوب أفريقيا)

فسيفساء المناخات



النطاقات المناخية

بين مناخ سطح ورقة شجرة ومناخ بلاد أو قارة معينة، بين مناخ القرون الوسطى والعصر الوسيط، تبدو الفروقات كبيرة وهامة.

من الكوكب إلى الحقل

غالباً ما نتحدث عن أربعة نطاقات مكانية، عند مناقشة المناخ؛ نطاقات يتداخل أحدها في الآخر ويعتمد الأصغر بينها على الأكبر. في البداية، عندما نتطرق إلى المناخ الاستوائي أو المناخ المعتدل، نعني بهما المناخ الكبير العالمي الذي يشمل مناطق جغرافية شاسعة تمتد على أكثر من عشرات ملايين الكيلومترات المربعة، بمعنى آخر على مدى قارة أو محيط أو دولة كبيرة أو حتى كوكب بأكمله. على صعيد هذا النطاق المناخي، لا تحتكر الدورة المناخية العامةَ والعوامل الفلكية الدَور الرئيسي بشكلٍ كامل، بل تترك المجال مفتوحاً أمام العوامل الجغرافية الكبرى (المحيط، سلسلة الجبال، مثلاً) لتفعل فعلها.

ثانياً، إذا أولينا مناخ الواجهة الأطلسية للقارة الأوروبية أو شبه الجزيرة الأيْبيريّة، مثلاً، الاهتمام، فإننا بذلك نحصر تَفكيرنا في المناخ الإقليمي الذي يشمل مناطق أصغر تتراوح مساحتها بين بضعة آلاف وبضع عشرات الآلاف من الكيلومترات المربعة. تحدد التضاريس الجغرافية (البحيرات، الجبال والسواحل...) المناخ الإقليمي. في هذا النطاق المناخي، تؤدي تحركات الغلاف الجوي والمزايا الجغرافية (بحيرات، بحر، نباتات...) دوراً رئيسياً.

ثالثاً، يغطي المناخ المحلي مناطق تمتد مساحتها بين كيلومترٍ واحد أو عشرات الكيلومترات، ليشمل بالتالي وادياً أو ضفة نهر أو مدينة أو غابة. تؤثر التضاريس وطبيعة التربَة بشكل كبير في هذا النطاق المناخي: تحدد ظواهر كَالنسائم، والتي ليست ذي مغزى في النطاقات العليا.

رابعاً، وأخيراً، يغطي المناخ الصغير مناطق تتراوح مساحتها بين بضعة سنتيمترات وبضع عشرات الأمتار ليشمل سهلاً أو شارعاً، بحيث أن الخشونة والظلال والتضاريس التي تعيق الهواء هي من يؤدي دوراً أساسياً في هذا النطاق المناخي.

تصوّر سبعة أقمار اصطناعية تقع عند خطّ الاستواء محوراً حول كوكبنا موازياً للخريطة الاستوائية وبسرعة الأرض الزاوية عينها. وإذ تتميز هذه الأقمار بثباتها بالنسبة إلى الأرض، فهي تقدّم صوراً تتيح دراسة أجزاء واسعة منها.

طوال نهار صيفي، يتطلب حقل حبوب عدة أطنان من الماء لكلّ هكتار. يهتم عالم المناخ بالشروط المناخية التي تحكم حقلاً من القمح أو حتى تلك التي تحكم سطح الأوراق.

علاوةً على ذلك، يتراجع المناخ استناداً إلى عدد من النطاقات الزمنية. أما على النطاق الجيولوجي، فيُصار إلى دراسة المناخات القديمة التي تعود إلى فترة تتراوح بين مئات وملايين السنين. يتعلق النطاق التاريخي بالفترة التي توثقها أرشيفات متوافرة.

ما بين السنة أو المليون سنة

استناداً إلى هذه المستندات (نصوص أو خرائط)، يمكن أن نتوصل إلى إعادة وضع تاريخ متكامل نسبياً. تعتمد دراسة المناخات الحالية على قياسات الأرصاد الجوية المتوافرة التي يعود أقدمها إلى أكثر من 150 عاماً. وغالباً ما نحدد المناخات المرجعية على نطاق يصل إلى 30 عاماً وندرس التقلب على المدى القصير.

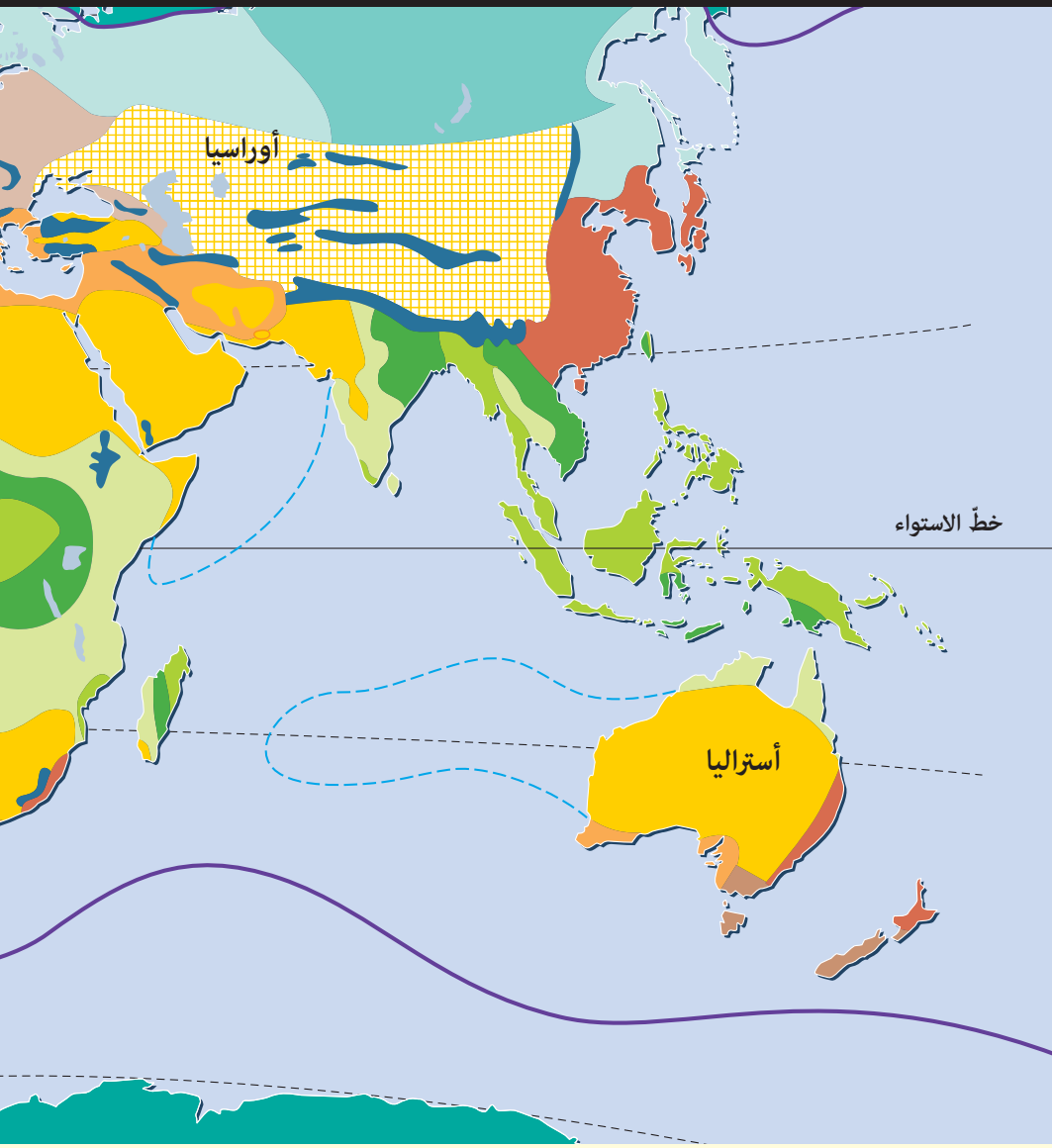
إعادة تصوّر المناخات

غالباً ما يُصار إلى استعمال وسائل مختلفة لدراسة المناخ. فيما يتعلق بالفترات القديمة جداً، يتيح التحليل الجيولوجي أو الترسبي، القاري أو المحيطي، إعادة تصّور كثافة التآكل، مستوى البحار، ومزايا النباتات في فترة معينة. أما في ما يتعلق بالفترات الأحدث، فنعمد إلى دراسة التربة والجليد والرسوبيات، خصوصاً ما تحويه المسوحات الجليدية من غبار، وغبار الطلع أو فقاقيع الهواء. أما الفترات الحديثة جداً، القريبة من الفترة التي نعيشها حالياً، يتم الاعتماد فيها على الترسبات المرجانية وحلقات الأشجار للحصول على إشارات عن الشروط المحيطة: حرارة مياه البحر، مقياس المطر وحرارة الهواء. وتتوافر مستندات تكشف تفاصيل عن فترات لا تزيد على 5 آلاف عام، في حين تتوافر مقاييس مساعدة تكشف تفاصيل عن فترة لا تزيد عن قرنٍ أو قرنين كأبعد حدّ.

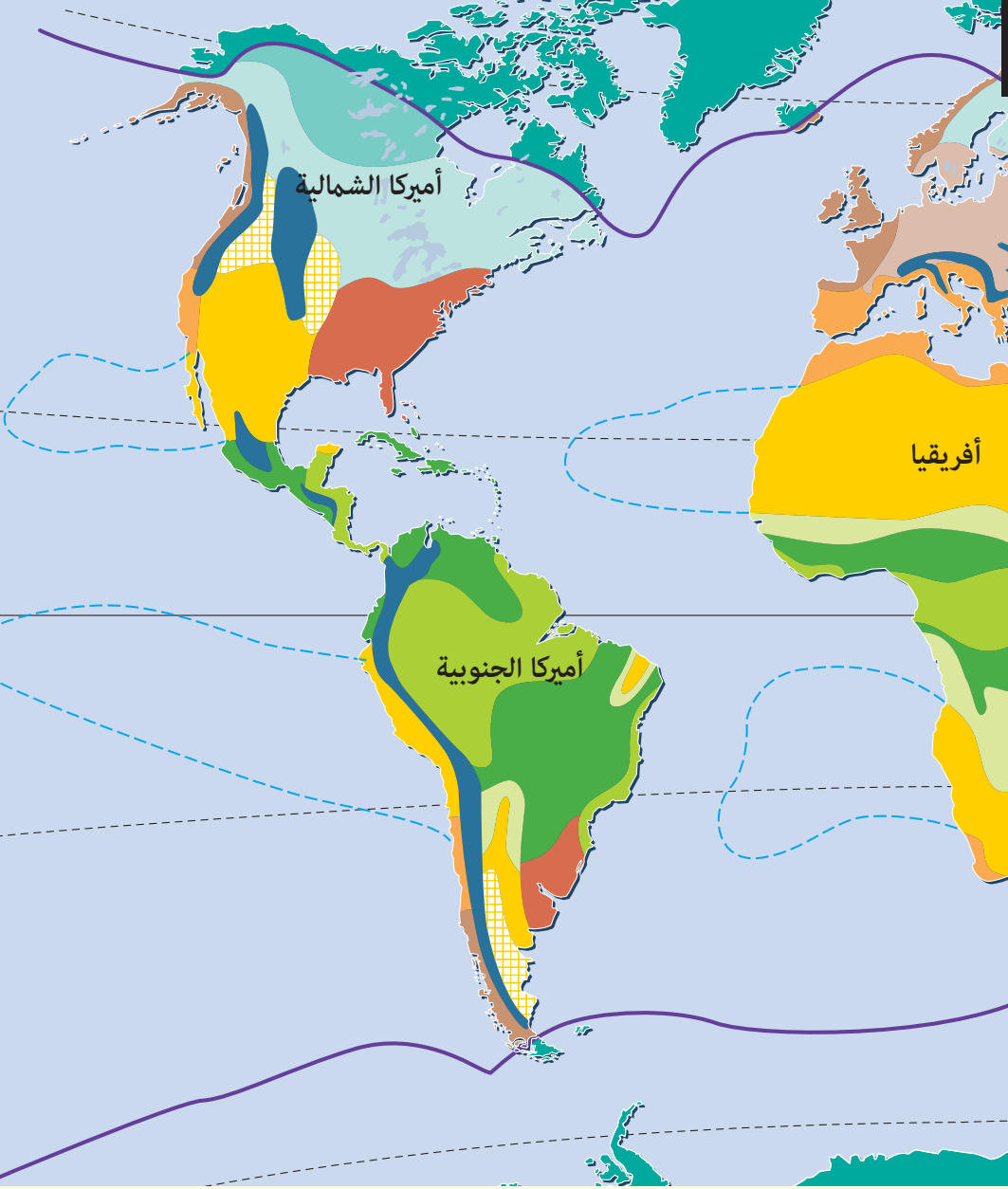
الخريطة (الصفحات التالية)

لتصنيف المناخ، لا بدّ من الحصول على عدد من المقاييس والمراقبات. تستند بعض التصنيفات إلى وسائل تجريبية (مراقبة النباتات أو مقاييس الأحوال الجوية)، في حين أن بعضها الآخر الذي يُعرف باسم التصنيفات الوراثية يرتكز على الدورة الجوية أو تحليل كتل الهواء. تنتمي هذه الخريطة إلى الفئة الأولى من التصنيف

مناخات العالم



- مناخ الجبل
- مناخ قطبي
- مناخ معتدل بارد قاري جداً
- مناخ معتدل بارد قاري
- مناخ معتدل محيطي انتقالي
- مناخ شبه استوائي صيني
- مناطق بحرية قليلة الأمطار (أقل من 500 ملم)



منخ شبه استوائي متوسطي
منخ جاف
منخ استوائي مائل إلى الجفاف
منخ استوائي مائل إلى الرطوبة

0 2000 كم
المقاس عند خط الاستواء

حدود درجات الحرارة المتوسطة التي لا تزيد على 10 درجات مئوية في خلال أشهر الحرّ الشديد

الاستقرار والتغيّر

أحوال المناخ لا تعرف الاستقرار، وقد شهدت الأرض ومناطقها الجغرافية المتعددة أجواء مختلفة على صعيد الأزمان الجيولوجية أو حتى التاريخية.

تعود هذه اللوحة إلى العام 1608 وتبين الصقيع الذي عرفته أوروبا منذ 1550. تقدّم اللوحات والنقوشات مصدراً مهماً يستمد منه مؤرخو المناخ المعلومات ليتمكنوا بالتالي من إعادة تصوّر الظروف المناخية الماضية.

التطور والاختلافات

لتعريف المناخ، يحاول العلماء تحديد قيم مرجعية على فترات زمنية طويلة. إلا أن تطور هذه القيم أو الاختلافات القائمة بينها تبدو بذات الأهمية. توصف هذه التطورات غالباً استناداً إلى ضخامتها، مدتها، تواترها وشكلها (عشوائية، دورية) بالنسبة إلى المناخ المرجعي المحدد. من وجهة نظر تخطيطية، يمكن أنْ نميّز بين نوعين من المتغيِّرات: المتغيرات التي نجحنا في تحديد شروطها، ثم الحالات الشاذة التي تبدو عشوائية والتي لا نملك أي معطيات حولها على فترةٍ طويلة من الزمن، أو

المناخات في أوروبا

لاحظنا مرحلتي صقيع في أوروبا في الحقبة التاريخية، بحسب المستندات الخطية التي وصلتنا: خلال المرحلة الرومانية، بين العام صفر والعام 400 قبل الميلاد، وبعد العصور الوسطى بين عامي 1550 و1850 . فخلال هذا العصر الجليدي القصير الذي تميّز بشتاء طويل وقاسٍ وبصيف منعش ورطب، نتوقع أن الحرارة كانت أقل بدرجة أو درَجتين عمّا هي عليه حالياً. منذ العام 1850، نلاحظ ميلاً إلى الاحترار، إلا أننا لا نعرف مدى ارتباط هذا الميل بالنشاط البشري. ويبدو هذا التطور واضحاً للعين المجردة مع تراجع الجليد على سفوح جبال الألب بمقدار بضعة كيلومترات منذ بداية القرن التاسع عشر.

تمثل هذه الصور تمدد الكتلة الجليدية القطبية الشمالية حالياً (الصورة من جهة اليمين) ومنذ 18 ألف عام (الصورة إلى اليسار) أثناء الفترة الجليدية الأخيرة: كان الجليد يغطي أجزاء كبيرة من أوراسيا وأمريكا. في المقابل، لم يكن الجليد أو حتى الماء قد اقترب من بعض المناطق الشمالية كمضيق بيرينغ بين آسيا وأمريكا: نتيجة لامتداد الكتل الجليدية، كان مستوى البحر أكثر انخفاضاً.

أي أدوات نظرية من شأنها أن تساعدنا في فهم أسبابها.

النزعات والتقلّبات

النزعات هي تغيرات في الأزمان لا تطرح أي عامل دوري. يجري الحديث حالياً عن نزعة مناخ الكوكب إلى الاحترار. يُبيّن تحليل النزعات صعوبة اختيار الفترة المرجع، وتالياً طالما أننا لم نفهم عملية التجلّد، يمكننا أن نصف مرحلة البرودة بالنزعة. أما التقلّبات فهي تغيرات متكررة ومتعاقبة تمتاز بطابع دوري، إلا أنه يصعب تحديد فترتها الزمنية (وظاهرة النينيو خير مثال على ذلك).

الدورات والتحوّلات

الدورات هي تطورات مناخية دورية نوعاً ما، لا تلبث أن تعود إلى أول عهدها. تشكل الفصول دورات وكذلك الليل والنهار. من ناحية أخرى، يصعب كشف بعض الدورات الكبيرة مثل الدورات الجليدية التي تتطور على مرّ آلاف السنين. ومن الأسباب الكامنة وراء الدورات المناخية نذكر تغيّر كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض. ولهذا فإن بعض الدورات المناخية تبدو معروفة جداً، حيث بلغت كمية الطاقة التي أرسلتها الشمس منذ 4.5 ملايين عام 25 % أقل مما هي حالياً.
من جهتها، تمرّ الأرض بمراحل تغير طويلة جداً تطال محيطها أو دورتها، الأمر الذي يغيّر من حجب أشعة الشمس. إلى ذلك، يمكن أن يتغير المناخ حين يتغيّر تكوين الغلاف الجوي أو طبيعة التربة، الأمر الذي يحصل تحت تأثير عددٍ من العمليات: البركانية، الحيوية، البشرية...

معجم

النينيو: ظاهرة محيطية تتميز باحترار مياه وسط المحيط الهادئ وشرقه بشكل غير عادي لا سيماً على طول سواحل البيرو.

العصر الجليدي: حقبة جيولوجية تتميز بامتداد الكتل الجليدية حتى خطوط العرض القريبة من خط الاستواء، والكتل الجليدية الجبلية في اتجاه الوديان.

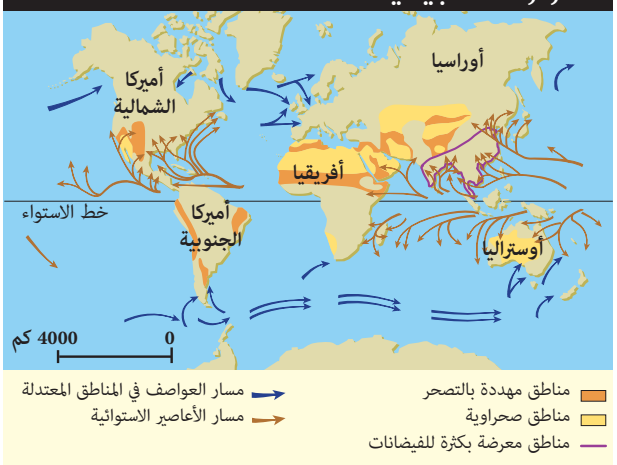
الانحرافات المناخية

فيضانات، جفاف، أعاصير أو عواصف... تشهد الأرض كلّ عام انحرافاً مناخياً، بشكل مباشر أو غير مباشر، يؤثر في آلاف لا بل ملايين البشر ويقلب المنطقةً برمتها رأساً على عقب.

كوارث مناخية

كثيرة هي الفروقات المناخية، إلا أن بعضها، كالظواهر المناخية غير العادية، يترك أثراً كبيراً. وما يجمع بين هذه الأزمات العشوائية (غير المتوقعة) ، أكانت قصيرة أو طويلة الأمد، محلية أو عالمية، هو أنه يصعب فهمها وتضع الإنسان ومحيطه في ظروف عصيبة جداً. ويشير تكرار هذه الأزمات أو الظواهر المناخية غير الاعتيادية إلى تغير مناخي، بمعنى آخر تغير المناخ المرجع على المدى الطويل. إلا أن تشخيص التغيير يستلزم رصد تراجع زمني كافٍ.

الكوارث الطبيعية



قصعة الغبار

في الثلاثينيات، شهدت سهول الحبوب في وسط الولايات المتحدة وجنوبها ظاهرة مناخية تُعرف باسم قصعة الغبار. بعد إساءة استعمال الأرض (زراعة مكثفة، كميات مضاعفة من الماشية، وإلغاء المراحات)، باتت التربة عاريةً في بعض الأماكن، وتراجعت نسبة التبخر وبالتالي معدل الأمطار. هبّت رياح عاتية اقتلعت التربة الجافة وعرّت الصخور الأم، فلم يعد بإمكان الإنسان الزراعة مجدداً. يذكر جون شتاينبيك في روايته التي تحمل عنوان عناقيد الغضب (Les Raisins de la Colère) في العام 1939 تفاصيل النزوح الذي نتج من هذه الظاهرة المناخية.

ظواهر تضرّ بالإنسان وبمحيطه

هي الظواهر غير العادية التي تُلحق بالانسان وبيئته ونشاطاته الحياتية ضرراً بالغاً، وتحمل خصائص الكارثة المناخية.

وبالتالي، فإن تعرّض المحيط الطبيعي لمنطقة مأهولة لجفاف شديد لا يُعتبر كارثةً مناخية. ومع ندرة المناطق الخالية من البشر أو النشاطات، وسرعة

تأثر المناطق غير المأهولة، يمكن الاعتبار أن عدد الكوارث المناخية يشهد ارتفاعاً ملحوظاً، دون أن يعني هذا بالضرورة زيادة الظواهر المناخية غير الاعتيادية من حيث الشدة أو الضخامة. إن وسائل التوقع أو الوقاية، إضافة إلى خطط النجاة، قد تحول دون تحوّل الظواهر المناخية إلى كارثة. وقد بدأت الدول الغنية المعرضة للأخطار الاهتمام مجدداً بإقامة مشاريع تحضيرية بهذا الخصوص بعد أن أهملتها على مدى عدة عقود، في الوقت الذي لم تعد هذه المخاطر مقبولة كما في السابق. أما في البلدان الفقيرة، فإن نسبة التعرض لخطر الكوارث أكبر نتيجة لحالة التخلف السائدة فيها.

غولفبور، ميسيسيبي، بعد إعصار كاترينا في العام 2005. في الدول الغنية، تتخطى الأضرار الاقتصادية الناتجة من الكوارث الطبيعية النسب الضخمة: إذ تراوحت الأضرار الناجمة عن إعصار كاترينا بين 12 و24 مليار دولار، من دون أن ننسى الخسائر البشرية (أكثر من 1000 حالة وفاة ومئات آلاف المهجّرين).

ازدياد الأمطار، والرياح، والحرارة أو انخفاضها

قد تسبب الأمطار الغزيرة فيضانات تؤدي إلى كوارث بشرية وأضرار اقتصادية كبيرة. وهو ما يمكن أن يسببه أيضاً الثلج الكثيف خاصة على القطاع الزراعي. ومن مظاهر العوامل الطبيعية غير الاعتيادية ذات الصلة بالأمطار، نذكر الجفاف الذي يُلحق أيضاً الضرر بالإنسان و/أو الاقتصاد. إلا أن نتائج آثار الجفاف تظهر إلى العيان أسرع من نتائج الفيضانات.

تترك الرياح العاتية، التي تتمظهر بالعواصف أو الأعاصير أو الزوابع، آثاراً هائلة؛ فطالما أن توقع هذه الظواهر ممكن، يمكننا أن نحمي الحياة من خلال وضع إرشادات للحماية. وبالتالي، فإن الضرر المادي والاقتصادي هو الذي يهيمن نتيجة هذه الظواهر.

أما في ما يتعلق بارتفاع درجات الحرارة أو انخفاضها بشكل مفرط، فإن ضررها بصحة الإنسان والحياة بشكل عام، غالباً ما يكون أقل من ذلك الذي ينتج من الأمطار أو الهواء.

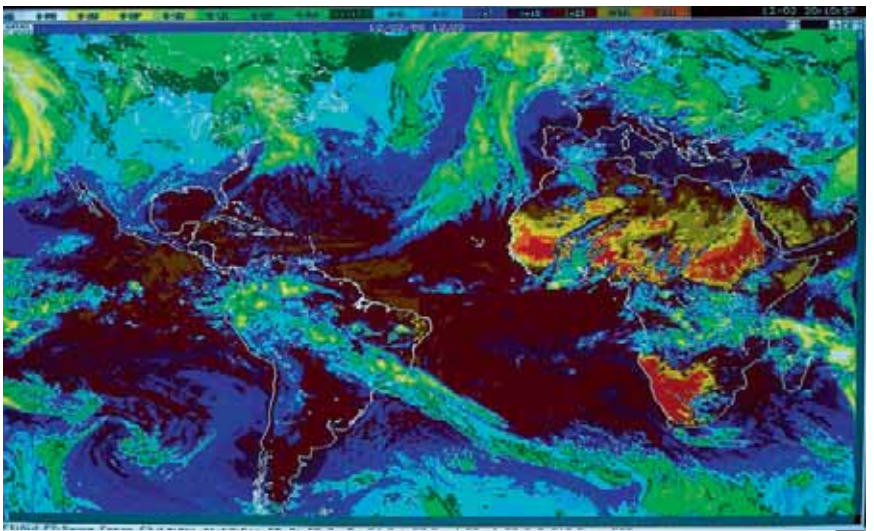
تبدو بعض الأحوال الجوية التي تدخل ضمن التغير المناخي (في الصورة: جفاف في مصب نهر لوار) سيئة جداً. حتى وإن كانت الخسائر البشرية محدودة، إلا أن نسبة حساسية الإنسان على الصعيد الاجتماعي والنفسي والاقتصادي والتقني باتت أكبر.

وصف، تحليل، توقع

يتفحص العاملون في محطات القياس والمشرفون على الأقمار الاصطناعية الغلاف الجوي المحيط بالأرض بشكلٍ دائم، ويقدّمون بيانات تُستعمل لتوقع الأحوال الجوية ووصف المناخات.

مقاييس تعتمد على التربة

تعتمد دراسة المناخ على معطيات (مراقبات أو مقاييس) يشرف عليها القيّمون على شبكة محطات الأرصاد الجوية. تقيس المحطات الرئيسية التي يبلغ عددها تسعة آلاف محطة كحد أدنى، مرتين على الأقل، معايير الغلاف الجوي الأساسية، أي الحرارة والمتساقطات والضغطَ الجوي والرطوبة واتجاه الرياح وقوتها وأشعة الشمس. فضلاً عن ذلك، يتم الاعتماد على مجموعة من المراقبات النوعية كالرعد ونوع الغيوم وامتداد الغطاء الثلجي أو السحبي والجليد.... فيما تتوافر محطات آلية موصولة بحاسوب عبر الهاتف أو القمر الاصطناعي، تقدم مقاييس لأماكن يصعب الوصول إليها كالجبال والصحاري والمحيطات. وتُعتبر المقاييس في المحيطات ضعيفة نوعاً ما: يقدّم ما يقارب أربعة آلاف من البواخر التجارية والبواخر المتخصصة ومحطات آلية متمركزة على عوامات ثابتة أو متنقلة، بيانات على نحو دوري.



تقدّم الأقمار الاصطناعية في نفس الوقت صوراً لأشياء يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، كالغيوم، ومقاييس الأشعة ما دون الحمراء، الأقرب إلى الأشعة الحرارية من الأشعة المرئية.

ينتشر في فضاء العالم أكثر من تسعة آلاف قمر اصطناعي، يشرف على إدارتها طاقم عمل متخصص في شبكة الأرصاد الجوية العالمية (في الصورة: منصة المراقبة مونا لوا في هاواي). تُستكمل بياناتها ببيانات 130 ألف مركز مناخي يديرها غالباً طاقم عمل مؤلف من متطوّعين.

مقاييس بحسب الارتفاع

تضيف نحو تسعمئة محطة حول العالم إلى مقاييس السطح نشرات البالون – المجس الذي يقيس الحرارة، الضغط والرطوبة بحسب الارتفاع. وتكمل شبكة رادارات، وتحديداً الأقمار الاصطناعية، العملية. تتيح الرادارات مراقبة المتساقطات: تبثّ خمسة أقمار اصطناعية ثابتة بالنسبة إلى الأرض كل ثلاثين دقيقة صورة كاملة عن التلبّد، الرطوبة وحرارة الجو الأرضي. علاوةً على ذلك، لدينا أيضاً بضعة أقمار اصطناعية تتخصص في مراقبة المحيط أو النباتات.

معالجة البيانات

معجم

خط تساوي الضغط الجوي: يُطلق على سطح أو خط يساوي الضغط الجوي.

يتم بعد ذلك جمع البيانات المتوافرة ومركزتها وتحليلها. وتُعتبر التوقعات الجوية التي تعتمد أساساً على الخريطة الأرصادية كأداة، أحد الأهداف الأساسية التي من أجلها يُصار إلى تحليل هذه البيانات. وبغية رسم خطوط تساوي الضغط الجوي والجبهات، تُستعمل البيانات التي تقدمها الشبكة: بهذا الشكل يُستدل على الضغط المرتفع والمنخفض والمتساقطات. تُعدّ هذه الخرائط لتمثيل السطح وكذلك لتمثيل مستويات مختلفة من الارتفاع. يتوقع علماء الأرصاد طقس الأيام المقبلة بواسطة تحليل هذه الخرائط وتفسيرها. من جهتهم، يميل علماء المناخ إلى تحديد المناخ المرجع عند استعمال البيانات عينها.

نمذجة البيانات لتوقّع أفضل

تعالج حواسيب ضخمة البيانات المتوافرة، كما تقوم بإعداد نماذج، أي تمثيل مبسط للغلاف الجوي يستعمل قوانين الفيزياء والمراقبات الداخلية. أما الهدف بالنسبة إلى الأرصاد الجوية فهو تحديد التطور الذي يسببه ظرف معين خلال بضع ساعات أو بضعة أيام، أما علم المناخ فهو يقوم بتحديد ردة فعل الغلاف الجوي في حال تغيّر أحد المعايير (تكوين الغلاف الجوي، كمية الطاقة الشمسية، انحناء محور الأرض، على سبيل المثال) وذلك على فترات زمنية أطول.

منظمة الأرصاد الجوية العالمية

تأسست في عام 1947، مهمتها تحديد إجراءات القياس، وتنظيم الشبكة العالمية بشكل خاص. يُقسم العالم إلى خمس مناطق كبيرة (منطقة للقارات وأخرى للمحيط الهادئ) وينقل كل بلد للمنطقة التي ينتمي إليها المقاييس المتوافرة على أرضه. تنقل هذه المقاييس القارية بعد ذلك إلى القارات والبلدان المشاركة الأخرى لتُقدم هذه الأخيرة توقعاتها.

تطبيقات علم المناخ

تتحكم الأحوال الجوية بالكثير من الأنشطة البشرية، كالزراعة والتنقل والبناء والسكن وغيرها، ولهذا أولى المعنيون أهتماما كبيرا بالدراسات المناخية.

حركة النقل

لطالما ارتبطت حركة النقل والتنقل، لا سيما الملاحة، بالمناخ. رأى الإغريق القدامى في حركة الرياح الجيدة في حوض البحر المتوسط عاملاً يتناسب مع استعمال الشراع فاستفادوا منها. تبدو الظروف اليوم متشابهة ومختلفة في نفس الوقت. ففي مجال الملاحة، مثلاً، أمّن اكتشاف الرادار الحماية من بعض الظواهر الخطيرة (السحب الركامية، الأعاصير، الضباب المتجمد) والاستفادة من بعض الظواهر الأخرى. ولهذا، فإن الرحلات التي تمر فوق الأطلسي تأخذ بعين الاعتبار التيارات النفاثة القطبية المتجهة من الغرب إلى الشرق، التي تسمح لرحلة جوية من نيويورك إلى باريس أن تربح بعض الوقت وأن تخفف من استهلاك الطاقة.

معجم

علم المناخ الزراعي: تطبيق يجمع بين علم المناخ والزراعة.

علم المناخ الحيوي: فرع من فروع علم البيئة يدرس العلاقة بين الكائنات الحية والبيئة المناخية.

علم الأرصاد الجوية

ترتبط الزراعة بشكل أساسي بعناصر المناخ التي تؤثر في الحياة النباتية، كالأمطار وأشعة الشمس ودرجة الحرارة. قد يعوض ضخ المياه الجوفية أو امتصاص المياه المتوافرة في الجوّ، بشكل جزئي، النقص الحاصل في كمية الأمطار، إلى أن يتجاوز غياب الأمطار هذين المعيارين. تطور الزراعة أكثر فأكثر وسائل لتصحيح المناخ: تسمح للغازات الدفيئة برفع حرارة الجوّ، وشبكات الريّ أو التصريف، والتغلب على المتساقطات غير المنتظمة والوشيع، والحدّ من سرعة الرياح. وبهذا أضحى علم المناخ مطالباً بتقييم ربحية هذه الاستثمارات المكلفة.

يُستعمل الوشيع في الزراعة لحماية المزروعات، كما يظهر في الصورة هنا في وادي رون المعرّض للميسترال (الرياح الشمالية). تُقاس فعالية الوشيع من حيث قدرته على الحدّ من سرعة الرياح ومن حيث حجم الأرض التي يحميها.

السكن

لئن كان الهدف الرئيسس من بناء المنازل هو الحماية من قسوة المناخ وتأمين الظروف الملائمة لراحة الإنسان، فقد تم تسخير مختلف جوانب علم

الرياح القوية والمنتظمة تساعدنا على استغلال الطاقة الهوائية، إذ أن عناصر المناخ، كأشعة الشمس والمتساقطات المخزنة وراء السدود الكهربائية، وسائل مهمة لإنتاج طاقة لا يُستهان بها.

المناخ الحيوي لتحسين تقنيات البناء. في أيامنا الراهنة، عادت هذه الإشكالية إلى الواجهة مجدداً بسبب بعض الأمور ذات الصلة بالطاقة: لا بدّ من أن تكون المنازل مريحة دون أن يكون استهلاكها للطاقة كبيراً جداً. تأخذ الهندسة التقليدية بعين الاعتبار عناصر كثيرة منها شكل المباني، السقف، وجهة الفتحات وحجمها، المواد المستعملة، وجود الشرفات، وجود الركائز؛ علماً أن هذه الهندسة باتت تلجأ إلى ابتكارات تكنولوجية جديدة: الزجاج المزدوج، الزجاج المصفّى، الخرسانة الخلوية والمواد العازلة والمانعة للنش وتسرب المياه.

قطاع مستقل

يعتمد القطاع الزراعي الغذائي على المناخ من جهتين: الإنتاج والاستهلاك. ينحصر استهلاك الصودا والبيرة والقشدة المجمدة إجمالاً بفصل الصيف، في حين أن استهلاك اللحوم والخضار الجافة يزيد خلال فصل الشتاء. إن ارتفاع استهلاك المواد المجمدة والمعلبات يُعزى إلى رغبة التحرر من موسميّة الفصول. أخيراً، تعتمد تقنيات التصنيع التي تلجأ إلى التخمير (الجعة) أو إلى التنقية (منتجات الحليب) اعتماداً كبيراً على الظروف المناخية.

النشاط الاقتصادي

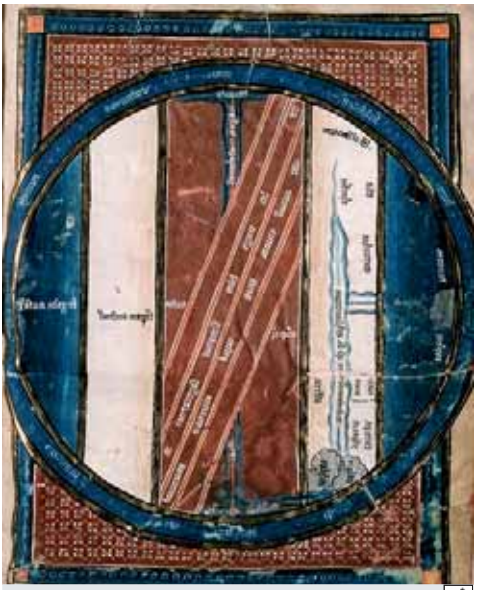
يرتبط عدد كبير من الأنشطة بالمناخ ارتباطاً وثيقاً، لا سيما تلك التي تنتمي إلى قطاع الطاقة، الذي يتعين عليه أن يلائم إنتاجه مع الاستهلاك. فما بين يوم صيفي ويوم شتائي، تختلف كمية الغاز التي يحتاج إليها المستهلك الفرنسي من مرة إلى خمس مرات. في المناطق الأكثر حرارة، يلجأ الناس مجبرين إلى أجهزة التكييف بسبب الحرارة المرتفعة. علاوةً على ذلك، يعتمد الموسم السياحي الذي ينتظر ثلج الشتاء أو حرارة الصيف وشمسه بشكل كبير على المناخ. أخيراً، تميل شركات التأمين أكثر فأكثر إلى توسيع نشاطها لتغطي الأخطارَ المناخية.

علم متغيّر

إذا كانت التساؤلات التي تحوم حول الطقس قديمة جداً، فإن علم المناخ وعلم الأرصاد الجوية هما علمان حديثان تطوّرا مع تطور الأجهزة وعلوم أخرى.

المراقبة والقياس

يُرجح أن الشعوب كافةً طرحت تساؤلات كثيرة حول الظواهر الجوية. ففي العصور القديمة، وخلال فترة حضارة بلاد ما بين النهرين والحضارتين المصرية والهندية، وصف الناس وحللوا حالات الغلاف الجوي بالاستناد إلى معتقداتهم سعياً منهم لفهمها. وبسّط اليونانيون (مع أرسطو وعلم الأرصاد الجوية الذي أسسه) والعرب والصينيون المراقبة، ومالوا إلى تقديم تفسيرات أولية شاملة (استند اليونانيون إلى الفارق الزمني بين الأيام لتفسير المناطق الجافة والرطبة، الحارة أو الباردة).



بحسب هذا المخطط الذي يعود إلى العام 1277، قُسِمت الأرض إلى ثلاث مناطق مناخية: يمثل اللون الأحمر المنطقة الحارة (المحور العامودي يمثل خط الاستواء)، الأبيض هو المنطقة المعتدلة والأزرق هو المنطقة الباردة.

التطور الأول

لا بدّ من انتظار ظهور أجهزة القياس للقيام بخطوة حاسمة: خلال القرن السابع عشر، شهدنا اختراع غاليليه (مقياس الحرارة التفريقي)، وتوريشيلي (جهاز قياس الضغط "البارومتر")، وهوك (جهاز قياس الرطوبة)، وهو ما أتاح لنا قياس الحرارة والضغط والرطوبة في الجوّ. وقد قام الدوق الأكبر فرديناند دي فلورانس بإنشاء أول شبكة مقاييس موحدة في إيطاليا في العام 1653. وأشرفت إحدى الأكاديميات على مركزة البيانات طوال عقود من الزمن. تطوّر هذا النوع من الشبكات في فرنسا وبريطانيا العظمى، وقدّم هالي ومن بعده هادلي أولى مخططات تنظيم الدورة الجوية. كما جمع علماء الجغرافيا، مستندين إلى تقدّم حركة الملاحة، مراقبات جديدة ووضعوا أولى التصنيفات المناخية. في القرن التاسع عشر، تطوّرت شبكات القياس التي كانت تعمل باستمرار من دون توقف.

معجم

نموذج: تمثيل مبسط أو مسح ضوئي للغلاف الجوي وخصائصه يهدف إلى توقع الحالة الجوية أو محاكاة المناخ.

يفصل هذه الصورة عن الصورة الواردة في الصفحة السابقة نحو ثمانية قرون. يرمي التمثيلان إلى الهدف عينه: فهم المناخات.

نظريات وتكنولوجيات جديدة

شهد القرن التاسع عشر تطوراً علمياً تجسد في الديناميكا الحرارية، حيث جددت آلية السوائل والإحصائيات دراسة حالات الغلاف الجوي، ما أدى إلى نشوء اتجاهين: توقع الحالة الجوية ودراسة المناخ، وبرزت أفكار تتناول ثبات المناخات وثبات الكائنات في الوقت عينه. وأتاح لنا علم الجيولوجيا أن نقرأ آثار المناخات القديمة. منذ العام 1950، أتاحت وسائل جديدة، ومنها دراسات الرحيق والنظائر أو الجليد القطبي، وصف المناخات القديمة.

أما في ما يتعلق بالتوقعات الجوية، فقد حققت قفزة إلى الأمام، مع ظهور المنطاد والطيارة ثم الأقمار الاصطناعية، الأمر الذي ساهم في مضاعفة القياسات من حيث الارتفاع. وأدى ظهور الحواسيب وتطور شبكة الاتصالات السلكية واللاسلكية إلى مركزة البيانات المتوافرة على صعيد الكوكب، وإلى وضع نماذج عن الغلاف الجوي، تساعد على تحسين التوقعات، وعلى إعادة تشكيل المناخات الماضية.

الاستخدامات العسكرية

في العام 1854، وخلال حرب القرم، ضربت عاصفة الأسطول الفرنسي، فقام عالم الفلك الفرنسي لو فيريه بمراقبة هذه العاصفة وهي تعبر أوروبا الشرقية، إلا أنه ونظراً لضعف الشبكات لم يتمكن من إعلام القيّمين على الأسطول. تبعاً لهذه الحادثة، قررت جهات مختصة عليا الحصول على معدات مراقبة ووسائل التوقعات المناخية. بعد مضي قرن من الزمن، أثمرت التجربة عن نتائج إيجابية: فقد تمّ تأخير موعد إبحار السفن في النورماندي 24 ساعة لأن علماء المناخ توقعوا هبوب رياح عاتية ليل 4 – 5 حزيران/ يونيو 1944.

يتألف الغلاف الجوي، مقر العمليات الجوية والمناخ، من الغازات التي تديره بفعل تكوينها. يتغير الضغط الجوي (الوزن الذي يحدده عمود الغلاف الجوي عند كل نقطة من نقاط سطح الأرض) وفقاً للموقع الجغرافي والارتفاع والحرارة التي تسخّن (وبالتالي تخفف) الهواء بشكلٍ أو بآخر. غالباً ما تُعزى الرياح إلى الفوارق الحرارية في الغلاف الجوي وترمي إلى تعويضها، وهي غالباً ما تكون في طبقات الغلاف الجوي المنخفضة.

طورت صور الأقمار الاصطناعية دراسة الغلاف الجوي: للمرة الأولى تمكن الإنسان من التوصل إلى تمثيل مجموعة الأنظمة الغيمية. نلاحظ في هذه الصورة التي أُخِذت في شكل مائل فوق القارة السمراء الطبقة الرقيقة التي يتشكل منها الغلاف الجوي الأرضي.

الغلاف الجوي يتحرك

البنية العامودية للغلاف الجوي

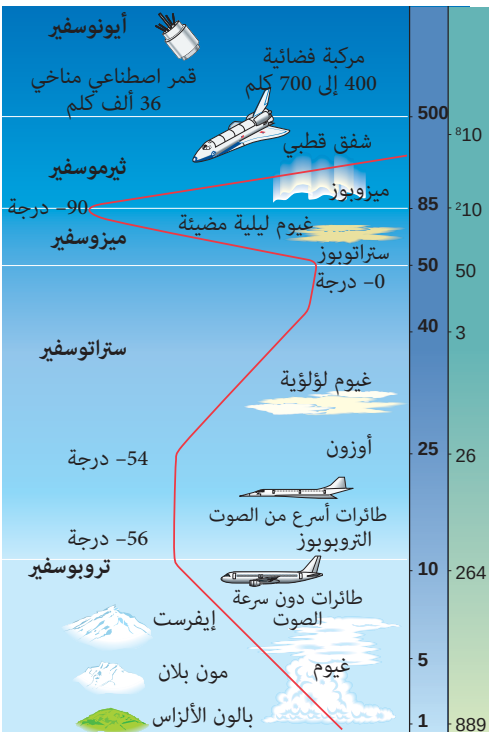
يتألف الغلاف الجوي من مجموعة من الطبقات ذات المزايا الحرارية والكيميائية الخاصة، وتضطلع الطبقة الأقرب إلى الأرض بدور أساسي في العمليات المناخية.

النيتروجين والأوكسيجين وغيرهما من الغازات

يتوافر الهواء على ارتفاع يزيد على 750 كلم عن سطح الأرض، إلا أن العوامل الأساسية التي تحدد حال الطقس تحدث في الطبقة التي تمتد على مقربة من الأرض على مسافة 20 كلم. في الواقع، تقع نصف كتلة الغلاف الجوي على مسافة تقل عن 5.5 كلم، علماً أن 99 % منها يتواجد في الثلاثين كلم الأولى. ففي الطبقة الأولى التي تحوي الهوموسفير، والتي تمتد بين الأرض وارتفاع 90 إلى 100 كلم، يتميز تركيب الهواء الكيميائي بالثبات بفعل التخمير الدائم: 78 % نيتروجين و21 % أوكسيجين.

أما نسبة الواحد في المئة المتبقية فتتألف من كميات قليلة من الغازات الأخرى كالأرغون وثاني أكسيد الكربون والنيون والهيليوم والكريبتون والهيدروجين... إلخ. تحتوي طبقة الهوموسفير أيضاً على أجسام صلبة تعود أصولها إلى الأرض كالغبار وبلورات الملح والرماد البركاني. تقع هذه الأجسام الصلبة في المنطقة الممتدة على مقربة من سطح الأرض على مسافة 10 كلم باستثناء الرماد البركاني الذي يتواجد أحياناً على مسافة 15 – 20 كلم. تحتوي هذه الطبقة أيضاً على مقدار من بخار الماء يتراوح حجمه بين 0.1 و4 % من حجم الهواء الجاف وذلك وفقاً للمناطق.

تحتوي طبقة الهيتروسفير، إضافة إلى النيتروجين، على غازات خفيفة كالهيليوم

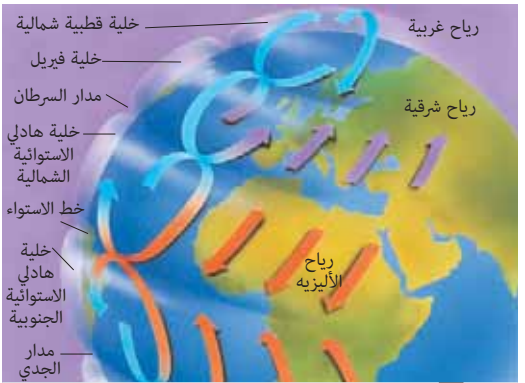


تصل سماكة طبقة التروبوسفير التي تشهد الظواهر الجوية إلى 8 كلم فوق القطبين و17 كلم فوق خط الاستواء. تتميز طبقة الستراتوسفير بوجود الأوزون الذي يمتص جزءاً من الأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من الشمس، ويحمي بالتالي الحياة على سطح الأرض. إلى ذلك، تمتد طبقة التروبوسفير التي تمتص أشعة أكس، وجزءاً من الأشعة فوق البنفسجية، التي تضرّ بالحياة.

والهيدروجين في حين لا يتواجد الأوكسيجين بشكله الجزئي إنما بشكله الذري. تتشكل هذه الطبقة من الأوزون. أخيراً، ابتداءً من 750 كلم، تمتد طبقة الإيكزوسفير حيث الفراغ باستثناء بعض جزيئيات الهيليوم والهيدروجين التي تتطاير نحو الفضاء.

درجات الحرارة المختلفة

يمكن أن نميز بين أربع طبقات حرارية في الخمسمائة كلم الأولى من الغلاف الجوي انطلاقاً من سطح الأرض. فوق ذلك يصبح الهواء نادراً بشكل يمنع قياس الحرارة في طبقة التروبوسفير (أي بين سطح الأرض و10 كلم)، تنخفض درجة الحرارة دورياً بمعدل ست درجات مع كل ألف متر ارتفاع لتصل عند قمة هذه الطبقة إلى – 50 درجة (فوق القطبين) و– 80 درجة عند خط الاستواء. كذلك، ينخفض الضغط الجوي تدريجياً من معدل 1013 هيكتاباسكال عند الأرض إلى 400 هيكتاباسكال فوق القطبين و100 هيكتاباسكال فوق خط الاستواء بين 10 و50 كلم، أي في الستراتوسفير حيث تكون درجة الحرارة ثابتة وتتروح ما بين صفر و20 درجة عند ارتفاع 50 كلم. في الميزوسفير، أي بين 50 و85 كلم، يصبح الهواء نادراً وتنخفض درجة الحرارة: نحو – 90 درجة في أعلى الطبقة. في طبقة التيرموسفير، بين 85 و500 كلم، يُعتقد أن الحرارة قد ترتفع إلى ألف درجة عند ارتفاع 300 كلم علماً أن المقاييس في هذه الطبقة تكون صعبة.



بين الدورة عند سطح الأرض والدورة عند المرتفعات، تأخذ التبادلات شكل «خلايا» تجمع الفروع الهابطة والفروع الصاعدة. عند مستوى الأرض، تتمركز الفروع الصاعدة في الطبقات ذات الضغط المرتفع ما يؤدي إلى تباعد التيارات الهوائية، بينما الفروع الهابطة تتمركز في الطبقات ذات الضغط المنخفض ما يؤدي إلى التقاء التيارات الهوائية.

معجم

صاعد: حركة الهواء العامودية باتجاه الأعلى.
هابط: حركة الهواء العامودية باتجاه الأسفل.

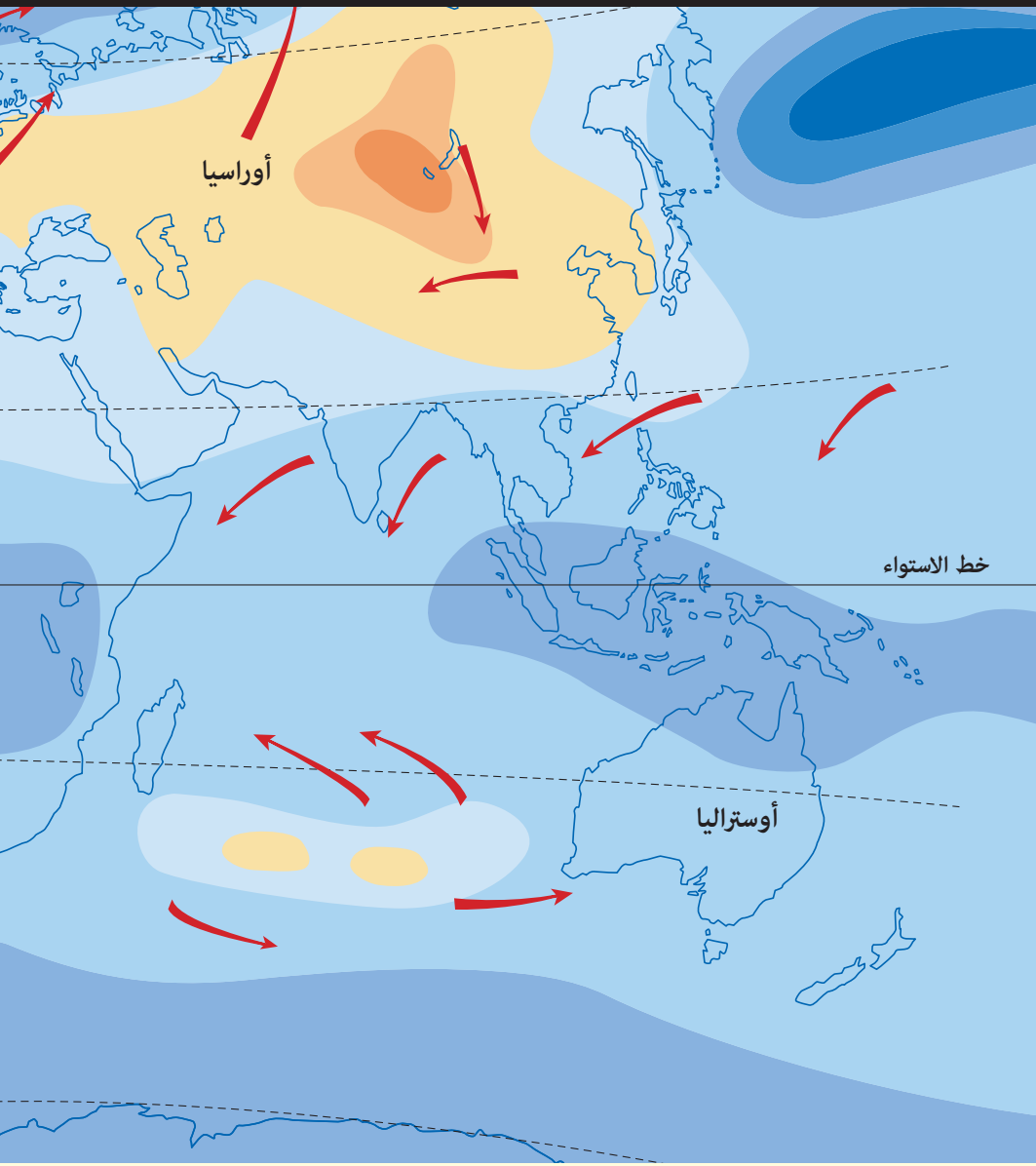
حركات عامودية

صحيح أن أساس الحركات في الغلاف الجوي تحصل باتجاه أفقي، إلا أن ذلك لا يمنع وجود بعض الحركات العامودية بفعل الصواعد والوروود (حركات تتخذ شكلاً تنازلياً). وبالتالي، يُعتقد أن طبقة التروبوسفير تحتوي على خلايا كبيرة ترسم الدورة الجوية العامة (عند السطح تماماً كما هي عند المرتفعات)، تجمع بين حركات عامودية وأفقية وتحولات حرارية. نميز عموماً خليتين كبيرتين في الهوموسفير: خلية هادلي التي تقع بين صفر و30 درجة وخلية فيريل بين 30 و60 درجة. يمكننا أن نجد أيضاً خلية أقل تميزاً تقع على مستوى الارتفاعات التي تزيد على 60 درجة وتجمع بين تصاعد متوسط الارتفاع والوروود على مستوى القطب.

الخريطة (الصفحات التالية)

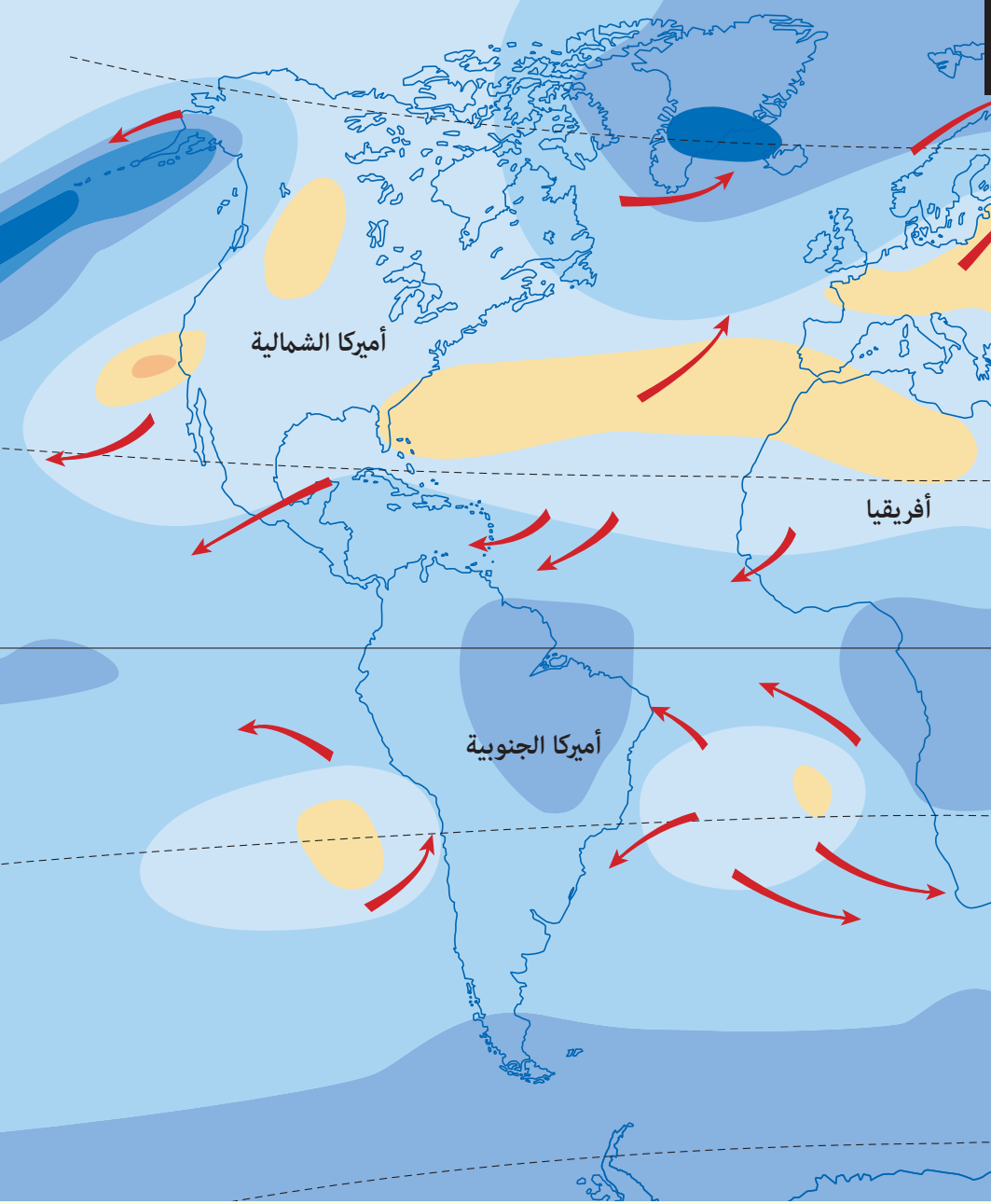
لا تُعتبر مراكز الحركة (مرتفعات ومنخفضات جوية) الأكثر ثباتاً والكتل الهوائية والاضطرابات دائمة أو غير متحركة، فهي تتشكل، تنتقل وتتطور تحت تأثير حرارة الشمس ودوران الأرض والتضاريس الأرضية وطبيعة السطح (قارة أو محيط). يرجى مقارنة الدورة الأرصادية هذه عن شهر كانون الثاني/ يناير مع الخريطة ص. 30.

الدورة الأرصادية



الدورة الأرصادية في خلال شهر كانون الثاني/ يناير

أقل من 1000 هيكتاباسكال
بين 1000 و1005 هيكتاباسكال
بين 1005 و1010 هيكتاباسكال
بين 1010 و1015 هيكتاباسكال
بين 1015 و1020 هيكتاباسكال
بين 1020 و1025 هيكتاباسكال


أميركا الشمالية
أفريقيا
أميركا الجنوبية
0
2000 كم
المقاس عند خط الاستواء
أكثر من 1025 هيكتاباسكال
أكثر من 1030 هيكتاباسكال

الدورة الجوية العامة

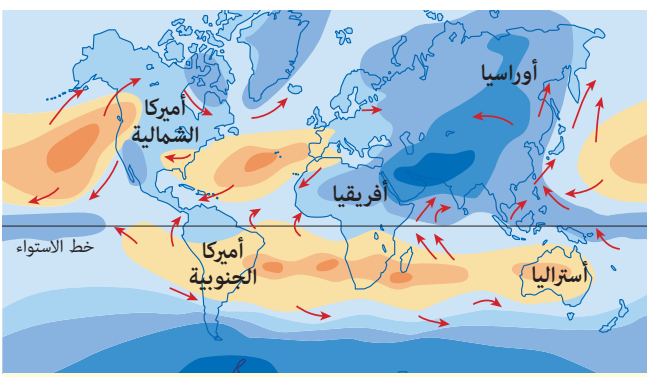
على مستوى الأرض، يبدو الغلاف الجوي بيئة متنوعة مختلطة دائمة الحركة، حيث يمكننا أن نميّز بين مناطق ذات ضغط مرتفع أو منخفض ومتقطّع.

عمليات متكررة

لا تُعتبر العمليات التي تتحكم بالدورة الجوية عشوائية. يتوقف الأمر أساساً على الأشعة والحرارة التي تبثها الشمس، والتي تشكل محركاً لمختلف الأنشطة الجوية، ودوران الأرض، التي تسجل تغيراً على صعيد حركات مراكز الحركة وتولد قوة كوريوليس، التي تغير كلّ شيء متحرك إلى جهة اليمين في نصف الكرة الشمالي وإلى جهة اليسار في نصف الكرة الجنوبي. وبالتالي يمكن أن نرسم الموقع والمسار الأفضل لأكبر مراكز الحركة والكتل الهوائية والانقطاعات.

خطوط طول كبيرة

على الصعيد العالمي، تنظم خطوط العرض الكبيرة بشكل متواز بالنسبة إلى خطّ الاستواء. يتغير موقع مراكز الحركة هذه مع تغير الفصول وفقاً لما يتلقاه كلّ نصف كروي من الطاقة الشمسية. فوق القطبين، تتولّد منطقة من الضغط الجوي المنخفض والرياح الغربية الباردة والجافة والسريعة التي تصل سرعتها إلى 200 كلم/ الساعة. أما في المرتفعات المتوسطة، فتتسم مناطق الانقطاع بالرياح الغربية. في نصف الكرة الشمالي، تولد



الدورة الأرصادية في خلال شهر يوليو/ تموز

- أقل من 1000 هيكتاباسكال
- بين 1000 و1005 هيكتاباسكال
- بين 1005 و1010 هيكتاباسكال
- بين 1010 و1015 هيكتاباسكال
- بين 1015 و1020 هيكتاباسكال
- بين 1020 و1025 هيكتاباسكال
- أكثر من 1025 هيكتاباسكال
- أكثر من 1030 هيكتاباسكال

تتغير كميات الطاقة الشمسية موسمياً ليستفيد منها كل من النصفين الكرويين. يؤثر هذا الأمر على الدورة الجوية العامة بين نيسان/ أبريل وسبتمبر/ أيلول، تضعف المنخفضات الجوية القطبية في القطب الشمالي. ترتفع الرياح الشرقية من حيث خطوط العرض ومعها حزام المنخفضات الجوية الذي يصل إلى 40 درجة شمالاً. تتراجع منطقة الالتقاء المدارية أيضاً إلى حوالي 10 – 15 درجة شمالاً.

تتيح هذه الصورة التي التقطها جيميني 12 في الستينيات رؤية التيار النفاث الذي يهب فوق غرب آفريقيا، البحر الأحمر وشبه الجزيرة العربية.

الرياح المتساقطات في الأقاليم المعتدلة في أميركا وأوراسيا؛ في نصف الكرة الجنوبي الخالي من كل حاجز جبلي قد يقف في وجه الرياح القوية والمنتظمة (الأربعينيات المزمجرة والخمسينات الغاضبة المعروفة جيداً في أواسط الملاحين). في المرتفعات المدارية، يتجلى حزام مرتفع الضغط عبر مرتفعات أسور الجوية (الأطلسي الشمالي) وسنات هيلين (الأطلسي الجنوبي) وجزر الفصح (الهادئ الجنوبي)، كاليفورنيا (الهادئ الجنوبي)، ماسكاريني (المحيط الهندي). تتسم منطقة الضغط الجوي المرتفع هذه بغياب الرياح. فوق هذه المنطقة، تهب رياح غربية قوية ومنتظمة، رياح الأليزيه التي تتجه إلى منطقة الضغط المنخفض: منطقة الالتقاء المدارية تقع تقريباً عند خط الاستواء (بين 10 درجات شمالاً و10 درجات جنوباً).

معجم

كتلة هوائية: وحدة جوية ممتدة جداً تتشابه خصائصها (الحرارة، الرطوبة...) نسبياً.

من حيث الارتفاع

إن أساس هذا النشاط يقع في التروبوسفير فوق 10 كلم. إلا أن الوضع الجوي من حيث الارتفاع يشارك أيضاً في هذه الدورة العامة: لأن أساس الحركات يحصل أفقياً، كما ويُلاحظ تبادلات بين الأرض والغلاف الجوي العلوي.

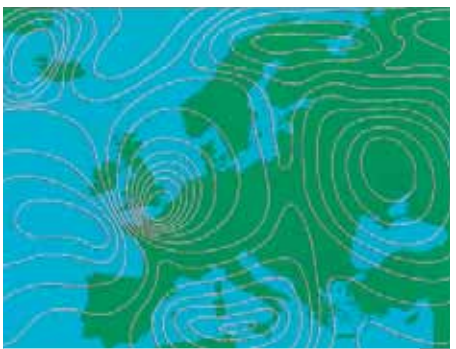
تهب رياح قوية في الستراتوسفير (أكثر من 10 كلم): التيارات النفاثة أو التيارات المتدفقة التي تهب من الشرق عند خطوط عرض تتراوح بين 30 و60 درجة. في الشتاء، تنقسم إلى فرعين: التيار النفاث المداري الأكثر انتظاماً وقوة ويهب على ارتفاع يتراوح بين 11 و14 كلم عند 30 درجة بسرعة قد تصل إلى 400 كلم/ الساعة/، والتيار النفاث القطبي الذي يهب على ارتفاع يتراوح بين 9 و 10 كلم عند زاوية 60 درجة. في الشتاء، تتراجع قوة التيارين ويتقاربان ليصلا إلى ارتفاع يتراوح بين 10 و12 كلم بين 40 و50 درجة.

المرتفعات الجوية والمنخفضات الجوية

يؤدي ضغط الهواء الجوي الذي يُعتبر معياراً للمناخ، والذي لا يمكن أن تشعر به حواسنا، دوراً أساسياً في تحديد النشاط الأرصادي. في الواقع، تُعزى الرياح إلى توزع الضغط الجوي غير العادل.

الضغط والحقل الانضغاطي

يُقاس الضغط الجوي على الأرض وعلى مختلف الارتفاعات: كلما ارتفعنا انخفض الضغط. كمتوسط عام، يصل الضغط الجوي إلى 1000 هكتاباسكال على ارتفاع صفر، لينخفض إلى 850 هكتاباسكال على ارتفاع 1500 متر وإلى 200 هكتاباسكال على ارتفاع 12 كلم وإلى 10 هكتاباسكال على ارتفاع 60 كلم. إلا أن الضغط يختلف أيضاً في وحدة المسافة بالاتجاه الأفقي: وبهذا يمكننا أن نميز بين مناطق مرتفعة الضغط (مرتفعات جوية) وأخرى منخفضة الضغط (منخفضات جوية). وتنشأ قوة أفقية من شأنها أن تعوّض عدم التساوي هذا ونعني بها الرياح.



لدراسة الحقل الانضغاطي، نلجأ إلى خريطة الضغط التي يتمّ قياسها في محطات الأرصاد الجوية، ما يتيح رسم أشكال بارومترية (خطوط تساوي الضغط الجوي). تُعتبر المنخفضات والمرتفعات الجوية إحدى أهم هذه الأشكال، وهي مناطق محددة بخطوط مغلقة حول أكبر قدر أو أقل قدر من الضغط. ومن الأشكال الأخرى نذكر الوادي تالويغ Talwegs وهو وادي منخفض الضغط غير مغلق، الظهر (منطقة مرتفعة الضغط غير مغلقة)، مرتفع يصل بين قمتين (منطقة ضغط مرتفع نسبياً تفصل بين منخفضين جويين) ومستنقع بارومتري (منطقة واسعة حيث يتنوع الضغط بعض الشيء).

المرتفعات الجوية

في منطقة المرتفعات الجوية، يكون الضغط مرتفعاً والهواء متجهاً نحو الأسفل (فيُسمى في هذه الحالة بالهابط). يكبح الهواء الهابط الهواء المتصاعد الذي يجلب الغيوم، فيكون الجو صافياً وجميلاً بشكل عام. يمكن الحديث خرائطياً عن منطقتين تتميزان بالضغط المرتفع في نصفي الكرة الأرضية: تقع أولاهما فوق القطبين مباشرة وثانيهما فوق المرتفعات شبه الاستوائية. لا تكون المرتفعات الجوية القطبية، التي تتولد بفعل الهواء البارد والكثيف والثابت الذي يسيطر فوق القطبين قليلة السماكة، فتختفي عند ارتفاع 1500 متر وتزداد قوةً خلال فصل

تجربة توريتشيلي

في العام 1643، قام توريتشيلي، المساعد الأسبق لغاليليه، بتجربة أثبت من خلالها وجود الضغط الجوي، فَعن طريق أنبوب مليء بالزئبق تمكن من إثبات حقيقة أن للهواء وزن. ظهر البارومتر، جهاز قياس الضغط الجوي، بفضل هذه التجربة.

الشتاء. وإذ تتطابق مع الجزء الهابط من دورة خلية هادلي، تشكل المرتفعات الجوية حزاماً ثابتاً فوق المحيطات بشكل خاص ، هذا الحزام يقوى في فصل الشتاء (الهواء البارد والأكثر ثقلاً الذي يدمج أثره بأثر الهبوط الحيوي) ويضعف صيفاً حين ترتفع حرارة الطبقات المنخفضة بفعل الشمس. علاوةً على ذلك، يمكن الحديث أيضاً عن خلايا المرتفعات الجوية المحلية أو الموسمية بشكل أكبر: مرتفع سيبيريا الجوي الذي يظهر في الشتاء بفعل الحرارة على سبيل المثال، أو المرتفَعات الجوية المهاجرة التي تتشكل في المناطق المعتدلة بالترابط مع تموجات التيار النفاث القطبي.

المنخفضات الجوية

تُعتبر المنخفضات الجوية أشكال متحركة ومتقلبة. في هذه المنطقة، يُعتبر الهواء خفيفاً عموماً وبالتالي متصاعداً. تقع مناطق تتميز بالضغط المنخفض شبه الدائم عند مستوى خط الاستواء وعند ارتفاع يصل إلى 50 أو 60 درجة في نصفي الكرة الأرضية. يتناسب ذلك في الحالة الأولى مع الجزء الصاعد من حركة خلية هادلي ومع ارتفاع حرارة طبقات الغلاف الجوي المنخفضة. عند المرتفعات المتوسطة، تتناسب المنخفضات الجوية مع الجزء الصاعد من خلية فيريل وتقع بشكل تقريبي تحت الهواء النفاث شبه الاستوائي. يمكن أن تكتسب المنخفضات الجوية الدينامية الأصل القوة حين تمرّ فوق التيارات البحرية الحارة. وإذ تتميز بالحركة القوية، فهي تتحرك من الجهة الشمالية الغربية في نصف الكرة الشمالي ومن الجهة الجنوبية الغربية في نصف الكرة الجنوبي. في المقابل، تتشكل منخفضات جوية موسمية أثناء الصيف بفعل تصاعد الهواء الحراري في قارات المرتفعات الحارة عند خطوط العرض الاستوائية والمعتدلة، وفي محيطات المنطقة بين المدارية خلال الموسم الحار (تكون سبب الأعاصير المدارية).

الحركات

تسبب فروقات الضغط قوى تعويض هي الرياح، التي تتجه من المرتفعات الجوية نحو المنخفضات الجوية، ويصعب إدراك هذه الحركات أحياناً من حيث الوقائع بفعل قوة كوريوليس. في نصف الكرة الشمالي، يدور الهواء حول المرتفعات الجوية باتجاه عقارب الساعة وبالاتجاه المعاكس حول المنخفضات الجوية. أما في نصف الكرة الجنوبي، يكون الوضع معاكساً.

لا يسهّل الضغط المرتفع المرتبط بالمرتفعات الجوية تشكل الغيوم، إلا أنه لا يمنع تشكلها كلية: يترافق مرتفع أسور الجوي أحياناً بغيوم منخفضة ودائمة، في حين يترك مرتفع الصحارى (البادي في الصورة) المجال مفتوحاً أمام بعض الغيوم الركامية.

الرياح

تُعتبر الرياح معياراً مناخياً حساساً جداً، إنه التجسيد الأوضح للدورة الجوية الناجم عن التباين في الضغط الجوي الذي يميل إلى تعويضها.

تحرك الرياح...

معجم

الخشونة: حاجز أو عامل يميز السطح ويؤدي إلى آثار تسبب اضطراباً.

من حيث المبدأ، لا بدّ أن تتجه الرياح مباشرة من مناطق الضغط المرتفع باتجاه مناطق الضغط المنخفض. إلا أن قوة كوريوليس الناجمة عن دوران الأرض حول نفسها، تحوّل اتجاه حركتها فتجعلها تدور في نصف الكرة الشمالي باتجاه عقارب الساعة حول المرتفع الجوي وفي الاتجاه المعاكس حول المنخفضات الجوية.

في نصف الكرة الشمالي، يكون النظام معاكساً. تتمثل نقاط سطح الأرض التي تشهد الضغط الجوي عينه بخط يصلها ويُعرف باسم خط تساوي الضغط المرتفع. على مقربة من خط الاستواء حيث تنخفض نشاط قوة كوريوليس، تهبّ الرياح بشكلٍ عامودي بالنسبة إلى خط تساوي الضغط المرتفع. في المقابل، يتبع اتجاه الرياح انطلاقاً من المرتفعات الجوية باتجاه مناطق الضغط الجوي المنخفض زاوية بين خط تساوي الضغط المرتفع بدرجة 10 و15 فوق المحيطات و30 درجة فوق القارات.

تحرك الطاقة

لا تنقل الرياح كتلاً ضخمة من الهواء فحسب، بل تنقل أيضاً كميات كبيرة من الطاقة على شكل طاقة كامنة (تُعزى إلى تغييرات مرحلة المواد) أو غير كامنة (حرارة محسوسة).

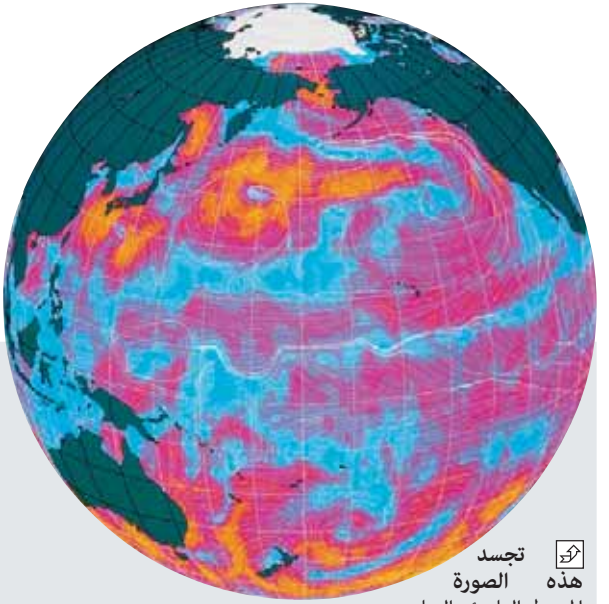
على مستوى الكوكب، يؤدي توزع الرياح، أي تقسيمها، إلى نقل الهواء البارد نحو خط الاستواء والهواء الساخن نحو القطبين. تتميز الرياح بخصائص الرطوبة الحرارية التي تميّز المناطق التي تنبعث منها، إلا أنها تتغير استناداً إلى خصائص المناطق التي تعبرها: فالرياح الجافة أساساً تصبح رطبةً تدريجياً بعد عبورها فوق المحيط لفترةٍ طويلة.

رياح فون

إنها رياح حارة، جافة وسريعة تهب بعكس الحواجز الجبلية. تُعرف هذه الرياح باسم "شينوك" (Chinook) في الولايات المتحدة، وأفغانيه (Afghanet) في آسيا الوسطى، وتتشكل بفعل انخفاض حرارة الجو الرطب على مدى جانب الرياح، ما يؤدي إلى تكثف الغيوم وهطول الأمطار. بعد أن تتحرر رياح فون من رطوبتها، تضرب الجانب المعرّض للرياح الجافة وترتفع حرارتها بفعل تحول الحرارة الكامنة إلى حرارة محسوسة.

أنظمة الرياح الكبيرة

على مستوى الكوكب، ترتبط الرياح بموضع مراكز الحركة الكبيرة. بالتالي، تتحول الرياح القطبية الشرقية التي تهبّ فوق درجة 60 مئوية من المرتفع الجوي القطبي نحو خطوط العرض الأكثر توسطاً. ترتبط تيارات خطوط العرض المتوسطة (بين 30 و60 درجة) الشرقية بحزام ضغط هذه الخطوط المنخفضة. تتحول رياح الأليزيه التي تهبّ من الشمال الشرقي نجو الجنوب الغربي في نصف الكرة الأرضي الشمالي، ومن الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي في نصف الكرة الجنوبي، من منطقة ضغط خطوط العرض المدارية المرتفع، وتلتقي عند حزام الضغط الجوي المنخفض الاستوائي. الرياح الموسمية هي رياح المنطقة بين المدارية التي ينعكس اتجاهها عند مرورها فوق خط الاستواء. تهب هذه الرياح شتاءً من الشمال باتجاه الجنوب وفي الاتجاه المعاكس صيفاً. بشكل عام، تتطور هذه الرياح جميعها موسمياً: تزداد قوتها ثم تتراجع إلى أن تختفي، تنتقل إلى الشمال أو الجنوب استناداً إلى قوة مراكز الحركة التي تسيّرها. تشكل التضاريس الكبيرة كجبال روشوز والأند حواجز حقيقية تغيّر بعمق الرسم الكوكبي. على صعيد إقليمي، تهب في كل منطقة رياح خاصة ترتبط بالحقل الانضغاطي المحلي، والمياه والجليد والصحارى والتضاريس... مع الارتفاع، حيث ينخفض تأثير التضاريس وخشونة التربة، تهب الرياح الأسرع، إذ تصل سرعة الرياح النفاثة إلى 400 كلم/ الساعة.



تجسد هذه الصورة المحيط الهادئ والرياح التي تهب فوقه: ينشأ إعصاران جنوب اليابان وغربه وهما إعصاران قويان عنيفان يسببان خسائر جسيمة. في نصف الكرة الجنوبي، يظهر الإعصار الهادر عند درجة 40 والإعصار الصارخ عند درجة 50. على مستوى خط الاستواء، وعند كل جهة من جهات المنطقة الهادئة، يجسد اللون الزهري رياح الأليزيه.

تميل المرتفعات الجوية بفعل الضغط المرتفع إلى طرد الهواء. إلا أن هذا التحرك يُعكس بفعل قوة كوريوليس المرتبطة بدوران الأرض الذي يعرّض الأجسام المتحركة إلى ضغط موجه نحو اليمين في نصف الكرة الشمالي ونحو اليسار في النصف الجنوبي.

الأعاصير والزوابع

تسجل تجليات قوى الغلاف الجوي هذه أرقاماً قياسية من حيث سرعة الرياح والفجوات البارومترية والمتساقطات.

دوامات

تأخذ التشكلات المناخية المتمثلة في الأعاصير والزوابع شكل دوامات ترافقها رياح عاتية. تتشكل الأعاصير في محيطات الأقاليم شبه المدارية أثناء الفصل الحار. يصل قطرها إلى بضع مئات الكيلومترات وتستمر لبضعة أسابيع مصحوبة بأمطار غزيرة. أما الزوابع فغالباً ما يكون حجمها أصغر، إذ يصل قطرها إلى بضع عشرات من الكيلومترات وتتحرك بسرعة هائلة لمدة تتراوح بين بضع دقائق وبضع ساعات. تتشكل الزوابع في الأماكن القارية الحارة خاصة. إلا أن بعض الزوابع الأقل قوة قد تتشكل في البحار فتُعرف في حالتها هذه بعمود المياه.

أسماء وحوش

منذ العام 1953، وبهدف التمييز بين الأعاصير، أُطلقت أسماء عديدة على الأعاصير المدارية التي تضرب الكوكب. حمل الإعصار الأول اسماً يبدأ بحرف "أ" وأُطلق على الإعصار الثاني اسماً يبدأ بحرف "ب" وهكذا دواليك. في العام 1978، كانت الأسماء التي تُطلق على الأعاصير مؤنثة، إلا أن مناصري الحركات النسوية في أمريكا اعترضوا على هذه التسميات بحجة أنه يصعب كذلك التنبؤ بأحوال الرجال، لا بل أن غموضهم يتخطى غموض النساء، تبعاً لذلك باتت الأعاصير تسمى بأسماء إناث ورجال على حدٍ سواء.

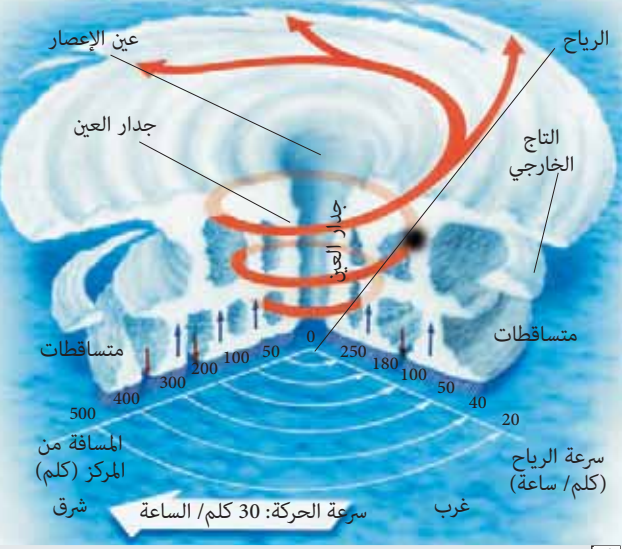
مع تحرك الإعصار فوق محيط حار تزداد قوته، حين يصل إلى كتلة مياه باردة أو إلى قارة، ينخفض الهواء الرطب والحار القابل للتحول إلى حركة ويضعف بشكل نهائي. من المرجح أن حدوث هذه التغيرات هي التي تسبب الإعصار الذي يضرب أميركا الوسطى.

الأعاصير

يُطلق على الأعاصير اسم تيفون حين تتشكل في المنطقة الغربية من الهادئ. تتشكل الأعاصير في المحيطات الحارة عند نهاية فصل الصيف حين تصل الحرارة إلى 27 درجة مئوية على عدة أمتار من السماكة.

تزداد حرارة الطبقات السفلى من الغلاف الجوي، فيبدأ تصاعد الهواء تدعمه حركة الالتقاء عند اليابسة والتعارض في المرتفعات، نظراً لتواجدنا على مقربة من منطقة الالتقاء شبه المدارية.

يتراوح قطر الأعصار "الناضج" بين 500 و1000 كلم. تعد عين



عند عبور المحيط الحار والرطب، يصبح الهواء مثقلاً ببخار الماء الذي يتصاعد، تنخفض حرارته ويتكثف، فتنبعث كميات كبيرة من الطاقة التي تتحول إلى حركة في قلب الإعصار. وبهذا، يمتص المنخفض الجوي المركزي (عين الإعصار) الهواء المحيط ويدفعه نحو الأعلى على شكل دوامة.

الإعصار منطقة هادئة يتراوح قطرها بين 10 و100 كلم وهو قطر يتقلص مع تشكل الإعصار.

يتراوح قطر التاج الأساسي، حيث تتخطى سرعة الرياح 300 كلم/ الساعة، وتتشكل الغيوم الركامية على شكل جدران يصل ارتفاعها إلى 15 كلم، بين بضع عشرات من الكيلومترات و200 كلم. في التاج الرئيس يكون الضغط منخفضاً جداً والأمطار غزيرة والحرارة مرتفعة. أما التاج الخارجي الذي يتراوح عرضه بين 100 و200 كلم فيتناسب مع منطقة تزداد فيها سرعة الرياح التي تغذي الإعصار الرئيسي. تلف طبقتين إلى سبع طبقات حلزونية من الغيوم عين الإعصار. تتحرك الأعاصير من الغرب إلى الشرق بمتوسط سرعة يصل إلى 30 كلم/ الساعة. ولا بدّ من الإشارة إلى أن كلّ عام يشهد تشكل حوالي 40 إعصاراً، ويبقى توقع حصولها واتخاذ تدابير الحماية منها الوسيلة الأفضل لتجنب أضرارها.

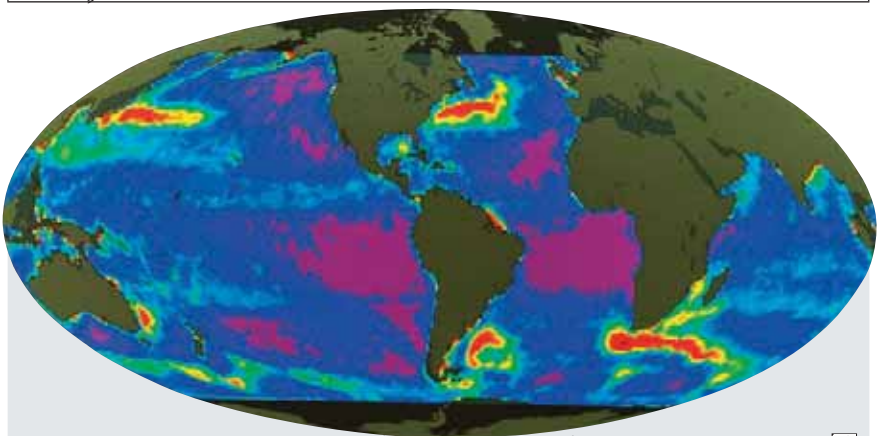
الزوابع

خلافاً للزوابع التي تتشكل على الأرض، تتشكل الأعمدة المائية في البحار. يندر أن نشهد على زوبعة مزدوجة كتلك البادية في الصورة التي تم التقاطها جنوب شرق فرنسا في 17/ 10/ 2002.

تتشكل الزوابع حين تُسجل فروقات حرارية هامة بين الهواء الحار والرطب على السطح والهواء البارد في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي أو التروبوسفير، عند ارتفاع يصل إلى حوالي 10 كلم. يرتفع الهواء الحار والرطب بشدة وتنخفض حرارته ويتكثف فتتشكل دوامة من الغيوم. تتجسد الزوابع التي تنشأ عن الرعد والرياح العاتية على شكل عمود مخروطي يهبط من السحب الركامية باتجاه الأرض. يختلف لون العمود وفقاً للون التراب الذي يتسبب في تطايره. يحدث الاحتكاك ضجيجاً أشبه بضجيج محرك الطائرة. يصعب توقع حدوث الزوابع التي غالباً ما تكون صغيرة الحجم، قصيرة المدة وممتدة على بضع عشرات الكيلومترات. تولد الزوابع رياحاً هي الأقوى في العالم (يُعتقد أنها تصل إلى 500 كلم في الساعة!). في الحقيقة، يستحيل قياس سرعتها إلا أننا غالباً ما نعتمد على حجم الأضرار لتقديرها.

التفاعلات بين المحيطات والغلاف الجوي

حرارة ناعمة، متساقطات غزيرة، رياح عاتية ومتكررة: يؤثر المحيط بشدة على المناطق المحيطة به، وكذلك على الغلاف الجوي في شكلٍ عام.



الطاقة الشمسية، يُعتبر دوران الأرض والرياح المحركات الأساسية للدورة المحيطية. تغيّر التضاريس تحت المائية والحرارة وملوحة المياه هذه المبادئ. تبين الصورة تيارات حارة باللون الأصفر والأحمر ومنها تيار الخليج وبالبنفسجي التيارات الباردة كتيار هومبولدت في أميركا الجنوبية.

قدرة تخزين الطاقة

تشغل المحيطات والبحار أكثر من 71 % من سطح الأرض وتؤلف 97 % من مياهها. بفضل هذا الخزان الكبير، يصبح الغلاف الجوي بفعل التبخر غنياً ببخار الماء. يشكل المحيط أيضاً عاملاً يضبط الحرارة، إذ تحرّك التيارات المحيطية الكتل الحارة من خط الاستواء باتجاه القطبين والكتل القطبية باتجاه خط الاستواء. غالباً ما تكون كمية الطاقة المنقولة أهم من المحيطات من حيث الحجم، وتتلقى كمية كبيرة من الطاقة الشمسية، وتمتلك القدرة على تخزينها عن طريق التطويق. أخيراً، تنقل التيارات المحيطية كتل المياه (وبالتالي المخزون الحراري) إلى مسافات أكبر بكثير، وبفعالية أعلى من فعالية التيارات الجوية التي تنقل الطاقة عبر تعاقب كتل الهواء.

نقل الطاقة

تضمن الدورة المحيطية جزءاً هاماً من عمليات النقل الحراري بين الأقاليم الحارة والأقاليم

الباردة. يتم بعد ذلك استعادة الطاقة في الغلاف الجوي، على شكل حرارة محسوسة عن طريق الاحتكاك بين كتلة الهواء والمحيط، أو الحرارة الكامنة عبر بخار الماء. وبنقل الطاقة في المناطق البعيدة جداً، تؤثر التيارات السطحية بشكل كبير على المناخ، كالتلطيف الحراري الذي يؤمنه تيار الخليج عند الواجهة الغربية للقارة الأوروبية.

معجم

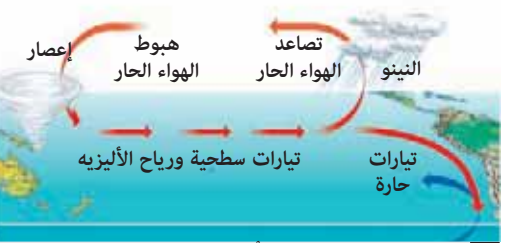
حرارة كامنة: طاقة تمتصها أو تبعثها مادة معينة بفعل تغير معين (الانصهار أو التبخر أو التكثف).
الحرارة المحسوسة: حرارة تغيّر من حرارة الأجسام.

يكون التاثير أحياناً معقداً: يسبب تيار همبولدت Humboldt على طول شواطئ البيرو انخفاضاً في حرارة الطبقات السفلى من الغلاف الجوي، مانعاً بذلك تشكل الغيوم وبالتالي المتساقطات؛ فيكون الشاطئ بالتالي صحراوياً.

التفاعلات المعقدة

تشغل ظاهرة النينو المحيطية (الوارد ذكرها في أرشيفات القرن السابع عشر) حيزاً مهماً في العلاقات المعقدة بين الغلاف الجوي والمحيطات. على طول سواحل البيرو، وصلت المياه السطحية في شهر ديمسبر من بعض السنوات إلى احترار الذروة: فتهطل أمطار غزيرة متدفقة. وقد توصلنا مؤخراً إلى فهم التيار المحيطي هذا، وهو النينو الذي يشوش الدورة الجوية العامة، الأمر الذي يظهر في مختلف أنحاء الكوكب، لا سيما في الأقاليم شبه المدارية: جفاف في بعض المناطق، فيضانات كبيرة في مناطق أخرى، أعاصير مدارية كثيرة، رياح موسمية هندية أقل.

عام يشهد ظاهرة النينو وعام آخر لا يشهدها



تتعدد الفرضيات التي طُرحت لتفسير الأسباب الكامنة وراء ظاهرة النينو: تشير إحداها إلى ازدياد قوة الرياح عند الجهة الشرقية للمحيط الهادئ، فيما تذهب أخرى إلى اقتحام الهواء البارد لآسيا الوسطى، وتعتقد فرضية ثالثة أن السبب يُعزى إلى الرماد المنبعث في الجوّ بفعل الثوران البركاني. في مطلق الأحوال، يتفاعل الغلاف الجوي والمحيط بشكلٍ مستمر.

تتحرك التيارات العميقة ببطء

يُقدر أنها تحتاج إلى ألف عام لتنتقل المياه من أعماق الأطلسي الشمالي إلى التيار القطبي في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية. تتميز التيارات السطحية عادةً بسرعة أكبر: إذ تجتاز التيارات ذات الصلة برياح الأليزيه 60 كلم يومياً، ويُعتبر تيار الصومال الأسرع على الإطلاق إذ يعبر 250 كلم يومياً.

حوض كربون

أخيراً، تؤثر المحيطات على تركيب الغلاف الجوي. في الواقع، يمتص المحيط حوالي 25 % من الكربون المنبعث (من أنشطة الإنسان على سبيل المثال)، إذ تمتصه مياه السطح ثم يتم نقله عن طريق التطويق في الأعماق المحيطية؛ كذلك تثبت الكائنات الحية (ولا سيما العوالق النباتية) الكربون أثناء نموها.

تشكل الحرارة والتعرض لأشعة الشمس جزءاً من المعايير التي تحدد بشكلٍ أساسي المناخ. إلا أن دورهما لا يتوقّف على ذلك فقط، فالتعرض لأشعة الشمس، والتجلي الملموس لكمية الطاقة التي ترسلها الشمس، يُعتبر المحرك الرئيسي للدورة الأرصادية والدورة المحيطية. وهي أيضاً محرك التبخر، العملية الأولية التي تؤدي إلى هطول المتساقطات. في المقابل، تحدد كمية الطاقة التي تصل إلى سطح الأرض التيارات الهوائية والبحرية التي تميل إلى تعويض هذا التباين.

ترسل الشمس إلى الأرض تقريباً كمية الطاقة التي تستعملها كاملةً، في حين لا توفر الموارد الداخلية كالنشاط البركاني على سبيل المثال إلا كمية صغيرة من هذه الطاقة. ولا بدّ من الإشارة إلى أن هذه الطاقة تشغل الماكينة الجوية.

الإشراق والحرارة

الإشراق والإشعاعات

يتوقف الإشراق على الفصل المناخي وكذلك على تلبد السماء وبعض الآثار ذات الصلة بالتضاريس، ويمكن قياسه استنادا إلى الإشعاعات الشمسية.

الإشراق

الإشراق (أو طاقة التشميس أيضاً) هي المدة التي يتلقى خلالها مكان معين أشعة الشمس المباشرة. على مستوى الأرض، تشهد الصحارى شبه المدارية أطول فترات الإشراق حيث تصل إلى 3900 ساعة في صحراء أريزونا وإلى 3600 ساعة في مصر. أما أقصر فترات الإشراق فهي التي تشهدها خطوط العرض العالية في المناطق المحيطية (شمال اسكتلندا على سبيل المثال: 1050 ساعة). تبين هذه الفجوة البسيطة التي تصل إلى حدّ أربعة أضعاف الدور الذي تؤديه الغيوم طوال فترات الإشراق.

فإذا وضعنا جانباً التلبد والظلال التي تتركها التضاريس، يتعرض كل مكان على سطح الكرة الأرضية للفترة عينها لأشعة الشمس طوال أيام السنة، وتصل فترة الإشراق القصوى النظرية إلى 4380 ساعة كلّ عام. تتوزع هذه الساعات على مدى العام بشكل متباين استناداً إلى خطوط العرض. عند خطّ الاستواء، توزع الساعات بشكلٍ موحد بين أيامً السنة.

عند القطبين، ودائماً على مدى عام من الزمن، تتوزع الساعات بينً ليل طويل جداً ونهار طويل جداً. وبين الاثنين، يوجد مقدار شعاعي من الوضعيات.

يتوقف الإشراق في مكان معين على الظرف الجغرافي. في الجبل، كما يبدو في الصورة في نيفادا في كاليفورنيا (الولايات المتحدة)، يمكن أن تحدّ الأغطية بشكلٍ طفيف من فترة الإشراق، وبالتالي من كمية الطاقة، الأمر الذي يؤثر علىً نماذج التضاريس.

التلبد والتضاريس

غالباً ما يرتبط الفارق بين الفترة القصوى النظرية والفترة المراقبة بالتلبد. إن كسر الإشراق هو النسبة بين هاتين القيمتين: في حال أشرقت الشمس نصف الوقت، فإن كسر الإشراق سيصل إلى 50 %.

أخيراً، على الصعيد المحلي، يمكنً أن ينخفض الإشراق أيضاً بفعل أثر التغطية.

يمكن استعمال الطاقة الشمسية، التي يتم استغلالها في المناطق المعرضة للشمس، في ظروف غير مرغوب بها مبدئياً، كما هو الحال في المناطق ذات المناخ المحيطي. في هذه الحالة، تُعتبر الطاقة الشمسية مصدر طاقة مكملة.

هذا ما يحصل عادةً في وديان الجبال حيث تؤخر التضاريس وصول أشعة الشمس صباحاً وتفسح المجال أمامها لتصل مبكراً مساءً. في الوديان العميقة أو على السفوح المقابلة للجهة الشمالية، قد يجسّد ذلك نقصاً متساوياً في عدد ساعات الإشراق يصل إلى بضع ساعات يومياً.

الإشعاع

يمثل الإشعاع الشمسي كمية الطاقة التي يتلقاها سطح الأرض يومياً وتُقدر بكيلوواط ساعة/ متر مربع. تُسجل القيمة القصوى في المناطق المدارية. يشكل نطاق أول، حيث تتراوح الكميات اليومية بين 6 و7 كيلواط ساعة/ متر مربع، حزاماً شبه دائم على مستوى مدار السرطان (صحارى المكسيك وتكساس والصحارى الكبرى، وصحارى شبه الجزيرة العربية، وفي شمال شرق الهند). يقع نطاق ثانٍ (يتراوح الإشعاع فيها بين 5 و6 كيلوواط ساعة/ متر مربع) عند مدار الجدي (أميركا الجنوبية، صحراء ناميبي وأستراليا). بين هذين النطاقين، على مستوى خط الاستواء، يكون الإشعاع أقل مما هو في مناطق أخرى (4 كيلوواط/ متر مربع). يتناسب ذلك مع آثار منطقة التقاء بين المدارية حيث ينشط تشكل الغيوم بشكل كبير ومع الارتفاع، ينخفض الإشعاع بشكل طفيف: إذ تصلُ إلى أقل من 3 كيلوواط ساعة/ متر مربع عند 50 درجة في المناطق المحيطية و60 درجة في المناطق القارية لتصل إلى أقل من 2 كيلوواط ساعة/ متر مربع جنوب غرينلاند أو جزر ألوشيان.

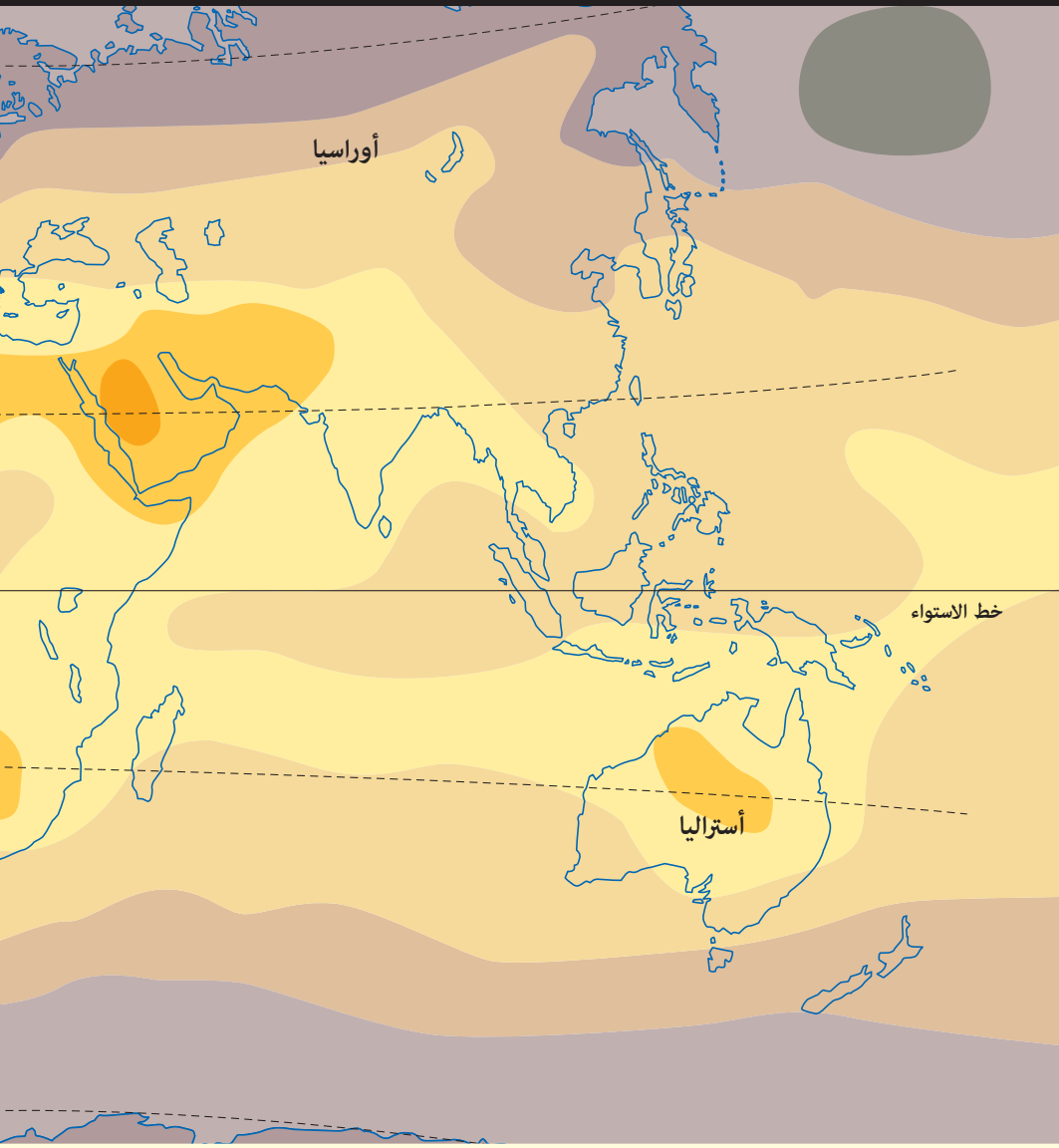
الطاقة الشمسية

لطالما استغل الإنسان قدرة الشمس على التجفيف. اليوم، تحول أجهزة الاستشعار الحرارية والضوئية فوتونات الأشعة الشمسية إلى حرارة أو إلى كهرباء. يتيح هذا التطبيق عند تطوره بشكل ثابت في الأماكن المعزولة، إنتاج الكهرباءً في أماكن الاستهلاك من دون الحاجة إلى شبكة لنقل الكهرباء وتوزيعها. وقد تم تطوير محطات حرارية دينامية حيث تتبخر المياه بفعل الطاقة الشمسية لتحريك المحركات.

الخريطة (الصفحات التالية)

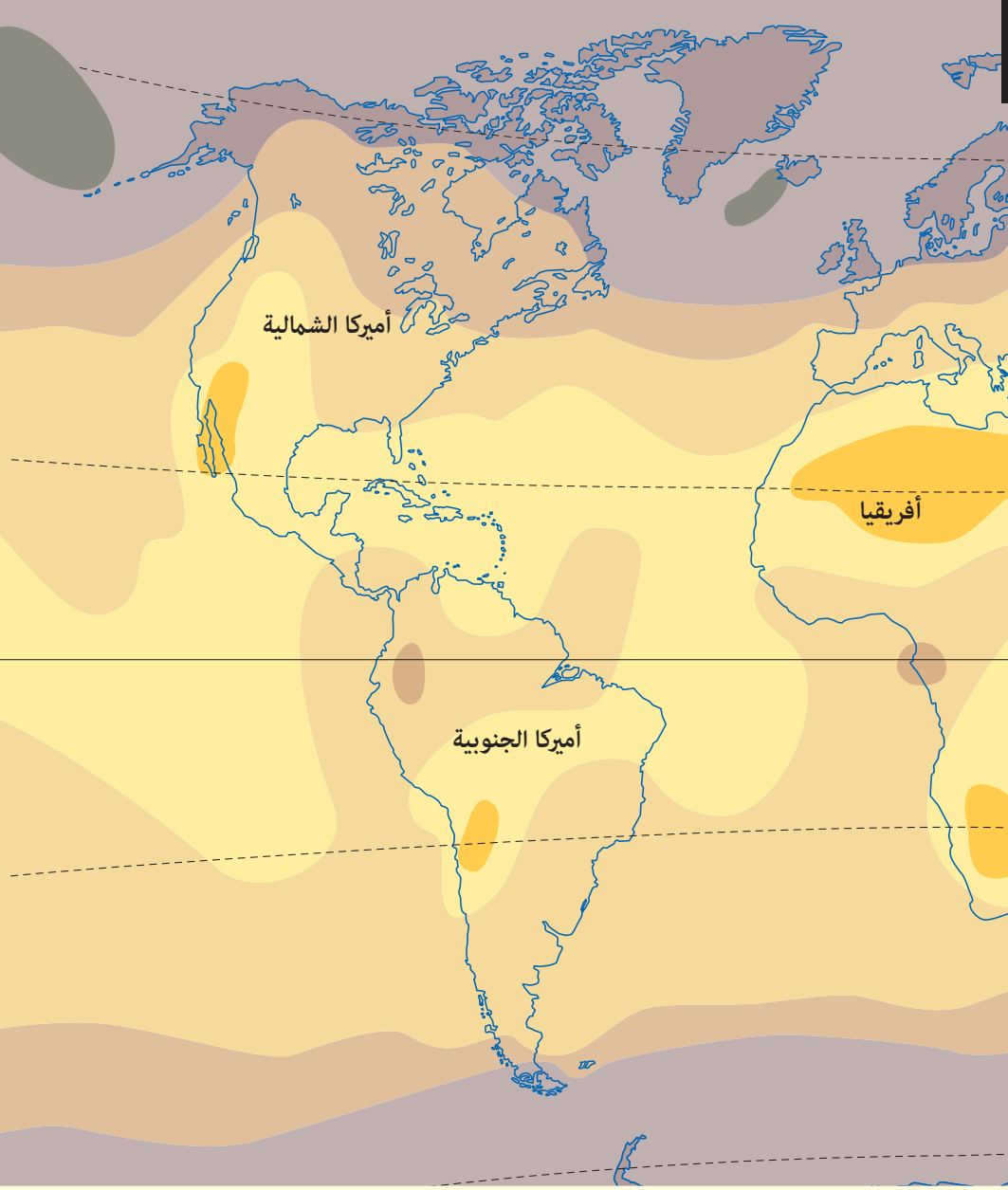
لا تكفي فترة التعرض لأشعة الشمس لوصف الإشراق: فالكل يعلم أن ساعة شمس في الصيف لا تقارن بساعة شمس في الشتاء، وأن ساعة شمس عند الفجر تختلف عن ساعة شمس مسائية. لذلك، يُقاس الإشراق أيضاً استناداً إلى قاعدة الطاقة المتلقاة فعلياً وتقدر بالتالي بكيلوواط ساعة/ متر مربع وفي شكلٍ يومي.

الإشعاع الشمسي



المتوسط السنوي للإشعاع العالمي اليومي (كيلوواط ساعة)

- أكثر من 7 كيلوواط ساعة/ متر مربع
- من 6 إلى 7 كيلوواط ساعة/ متر مربع
- من 5 إلى 6 كيلوواط ساعة/ متر مربع
- من 4 إلى 5 كيلوواط ساعة/ متر مربع
- من 3 إلى 4 كيلوواط ساعة/ متر مربع
- من 2 إلى 3 كيلوواط ساعة/ متر مربع



أقل من 2 كيلوواط ساعة/ متر مربع

0 2000 كم

المقاس عند خط الاستواء

الشمس والأرض

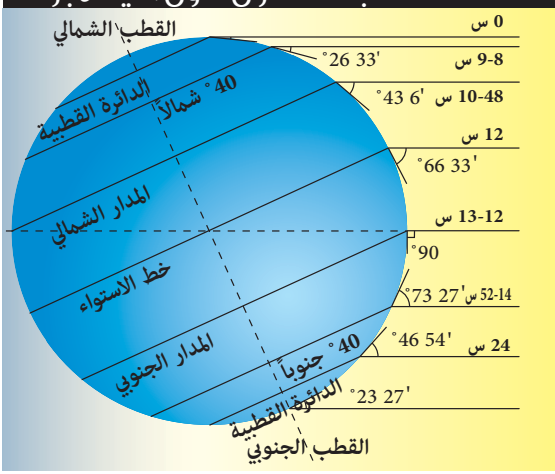
إن الشمس هي المسؤولة عن الإشراق والإشعاع وبالتالي عن العلاقات القائمة بين هذا النجم الضخم وكوكبها التابع: الأرض.

ضبط مدة الإشراق القصوى

تدور الأرض حول نفسها في خلال 24 ساعة، الأمر الذي يضمن تعاقب الليل والنهار.

أما دورة الأرض حول الشمس فتتطلب عاماً كاملاً، وهذه الدورة هي المسؤولة عن تعاقب الفصول. تستمر دورة الأرض حول الشمس 365 يوماً و6 ساعات و9 دقائق، وفقاً لشكل إهليجي، تكون الأرض بالنسبة إليه منحنيّة بزاوية تصل إلى 23°27. على مدى دورتها السنوية، تعرف الأرض بضع محطات مميزة: الانقلاب الشتوي والصيفي والاعتدال الربيعي والخريفي. تكون الشمس ظهر يوم الانقلاب الصيفي (21 أو 22 حزيران/ يونيو في نصف الكرة الشمالي، و22 أو 23 كانون الأول/ ديسمبر في النصف الجنوبي) عمودية على مدار نصف الكرة الأرضية الواقع عند زاوية 23°27 بالنسبة لخط الاستواء. كذلك لا تغيب الشمس في الفترة الممتدة بين الانقلاب الصيفي خارج الدائرة القطبية عند زاوية 23°27 والانقلاب الشتوي أي بعد 6 أشهر. وبهذا يشهد كل نصف كرة أرضي يوماً يكون نهاره الأطول على الإطلاق وليله الأقصر، ويوماً آخر يكون نهاره الأقصر وليله الأطول. أما عند حلول الاعتدال، يوم 21 أيلول/ سبتمبر أو 21 آذار/ مارس، تُضاء كل نقطة من نقاط الأرض لمدة 13 ساعة وعند الظهر عند خطّ الاستواء تمرّ الشمس في نقطة الأوج.

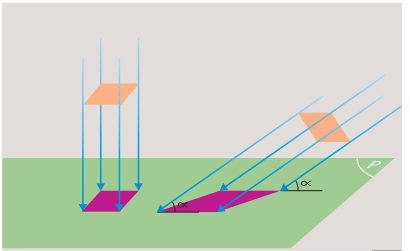
انقلاب 22 كانون الأول/ ديسمبر



ظهرت كلمة Climat (مناخ) في اللغة الفرنسية في القرن الثاني عشر وتعود جذورها إلى المصطلح اللاتيني Climatis الذي يعود بدوره إلى المصطلح اليوناني القديم Klima الذي يعني "ميل" (نقطة معينة في الأرض بالنسبة إلى الشمس)، ما يدل على أهمية زاوية الإشعاع الشمسي بالنسبة إلى الأرض.

ضبط كثافة الإشعاع الشمسي

تُعتبر خطوط العرض عاملاً أساسياً لتحديد الإشراق والإشعاع، إذ تتحكم بفترة الإشراق القصوى وكثافة الإشعاع. تعتمد هذه الكثافة في المقام الأول على زاوية الورود وقدرة الغلاف الجوي على "إخماد" الإشعاع الشمسي (إذ يعكس جزءاً منه وينشر جزءاً آخر ويمتص الجزء الأخير).



عند تدفق كمية متساوية من الطاقة لقسم معين، وكلما كانت زاوية الورود ضعيفة، "غذت" الطاقة المتلقاة سطحاً أكبر. تدفق الطاقة الذي "يغذي" متراً مربعاً، يغذي عند الذروة مترين مربعين حين تصل زاوية الورود إلى 45°.

تعتمد أهمية عملية الإخماد هذه على سماكة الغلاف الجوي الواجب اجتيازه: كلما كان الإشعاع مائلاً، انتشر وتمّ امتصاصه وعكسه أكثر. تعتمد عملية الإخماد الجوي أيضاً على نوعية الغلاف الجوي: إذ إن لرطوبة الهواء والغبار والتلوث قدرة كبيرة على الإخماد.

غالباً ما يجتمع أثر الإخماد وزواية الورود. عند خطّ الاستواء، يكون الإخماد أقل، فمن جهة، تكون سماكة الغلاف الجوي الذي يقطعه الإشعاع أقل، ومن جهة أخرى يصل الإشعاع الوارد عامودياً كلما مَرت الشمس في نقطة الأوج، أي مرةً على الأقل يومياً. خارج الدائرة القطبية، تكون الطاقة المتلقاة ضعيفة شتاءً بفعل سماكة الغلاف الجوي وزاوية سقوط الإشعاع المائلة أكثر فأكثر: إذ تصل إلى 46° 54′ عند ظهر يوم الانقلاب الشتوي.

معجم

زاوية الورود: زاوية مؤلفة من الإشعاع المباشر والمساحة المتلقية.

النتائج

تؤثر هذه العناصر الفلكية على الإشراق الذي تتعرض له الكائنات على سطح الكرة الأرضية، وهي أساسية للمعايير المناخية الأخرى: فالطاقة المتلقاة تتحكم بالحرارة، والتبخر وكذلك الظواهر الأرصادية. تغذي الطاقة الشمسية بشكل خاص الدورة الجوية والمحيطية وتفسرها؛ فالدورة تميل من خلال نقل كتل الهواء أو المِياه الباردة أو الحارة إلى تعويض التباين في كميات الطاقة.

في لابونيا، لا تظهر الشمس شتاءً إلا لبضع ساعات يومياً بشكل ضعيف فوق الأفق، فتضرب أشعتها في زاوية مائلة وتكون الطاقة التي تبعثها ضعيفة، تبعاً لذلك يكون الشتاء طويلاً بارداً.

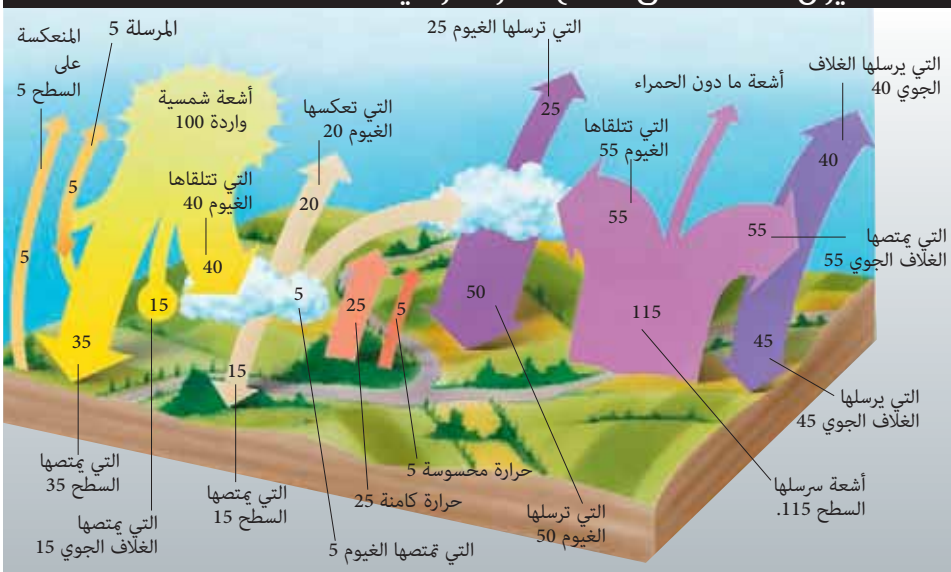
ميزان الطاقة

تتلقى كل نقطة على الأرض كمية معينة من الطاقة وتبعث كمية معينة منها. إن ميزان الطاقة هو الفارق بين ما يدخل من طاقة وما يخرج منها.

ميزان الكوكب

إذا أخذنا الأرض بعين الاعتبار وبشكل شامل، يتبيّن لنا أن المصدر الأساسي الذي يرسل الطاقة إليها هو الإشراق الشمسي، إذ تَصل كمية الطاقة التي يؤمنها 99,98 %، في حين تؤمن حرارة الأرض الداخلية الكمية المتبقية. تخرج الطاقة من الغلاف الجوي والقارات والمحيطات. بصورة شاملة، يبلغ ميزان الطاقة (أو الميزان الإشعاعي) صفراً: إذ تخرج كميات من الطاقة أكبر من الكمية التي تدخل. إلا أن شكل هذه الطاقة يتغيّر: يغيّر الامتصاص والانعكاس والإنتشار أشعة الشمس المباشرة ويحولها إلى أشعة منتشرة أو مباشرة أو حرارية. من وجهة نظر زمنية، يمكن الاعتبار أن الميزان يحافظ على ثباته من سنة لأخرى. في المقابل، يمكن أن يتطور على المدى الطويل، حين تزيد الكمية الداخلة أو تتناقص وذلك تبعاً لدورة الأرض – الشمس، أو حين يغيّر نظام المحيط – القارة – الغلاف الجوي قدرته على فتح المجال أمام توزيع الأشعة (تحت تأثير تطور تكوين الغلاف الجوي، أو انعكاس تطور البياض الكوكبي).

ميزان الطاقة على سطح الكرة الأرضية



يُعتبر البياض أحد مكونات ميزان الطاقة الأساسية ونعني بها كمية الطاقة المنعكسة. يزيد بياض حقل يغطيه الثلج عن بياض حقل عادي. من هنا يمكن لتغيير البياض عن طريق إعادة تعيين الأرض أو ارتفاع التلبد أن يغيّر من ماهية ميزان الطاقة المحلي أو العالمي.

البياض الكوكبي

هو النسبة بين الطاقة المنعكسة والطاقة الواردة على طول موجة الضوء المرئي. ويُعتبر السبب الكامن وراء لمعان الكواكب، إذ تعكس هذه الأخيرة جزءاً من الضوء الذي تتلقاه من الشمس. يعتمد البياض على ميل الأشعة الواردة (كلما كان الميل أقرب إلى العمودية، كان الانعكاس أكبر) وعلى طبيعة الأرض العاكسة. لتبسيط الأمور، تعتمد قدرة الأرض على عكس الضوء على لونها، فالأرض ذات اللون الفاتح تعكس أكثر من تلك الداكن لونها. وبهذا يبلغ معدل بياض الثلج 0.7، في حين يبلغ بياض غابة خضراء 0.2. يبلغ البياض الكوكبي حوالي 0.3، أي أن 30 % من الطاقة الشمسية الداخلة تتوزع على شكل أشعة مباشرة اتجاه الفضاء. يصل بياض القارات إلى حوالي 34 % في حين أن بياض المحيطات يصل إلى 26 % ويتراوح بياض الغيوم المنخفضة والمتوسطة الإرتفاع بين 50 و70 %.

ميزان الطاقة عند خطوط عرض مختلفة

إذا كان ميزان الطاقة على صعيد الكوكب صفراً، فإن الأماكن التي يكون ميزانها متوازناً (يساوي صفراً) نادرة على سطح الأرض. تتلقى بعض الأماكن طاقةً أكبر من تلك التي ترسلها، لترسل أماكن أخرى طاقة أكبر من تلك التي تتلقاها. بصورة شاملة، تُعتبر الموازين فائضة حتى الخطوط المتوازية بين 35° و40°. تتساوى الموازين عند خطوط العرض هذه وتصبح عاجزة خارج النطاق المحصور بينها. تتحكم اختلافات كمية الطاقة المتلقاة وكمية الطاقة المرسلة الزمنية والمكانية بارتفاع أو انخفاض حرارة الهواء، علماً أن هذا الارتفاع أو الانخفاض يساهم في توزيع المناخات وفي الدورة الجوية والمحيطية التي تعوض آثارها.

ميزان الطاقة لتصنيف المناخات

تستند أغلبية التصنيفات المناخية على الحرارة والمتساقطات. ألّف عالم الفيزياء الجغرافية الروسي م. بوديكو تصنيفاً يستند إلى توزيع الطاقة. يعود هذا التصنيف إلى العام 1958 وتلي تقديم قوانين الدينامية الحرارية (في نهاية القرن التاسع عشر) وكذلك تطور الأجهزة: إذ بدأ قياس الأشعة بعد الحرب العالمية الثانية مع اختراع الخلايا الضوئية.

حرارة الجو

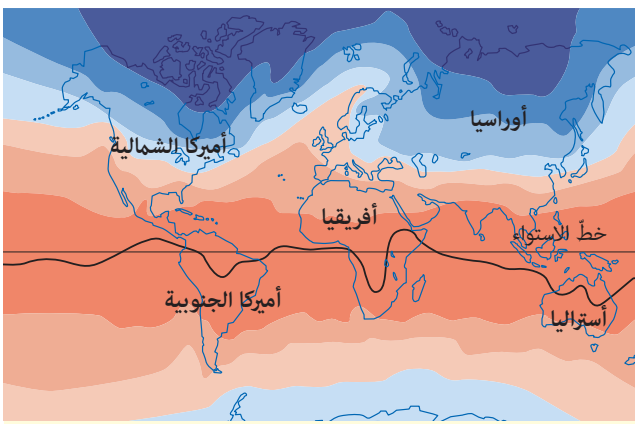
تحكم أشعة الشمس في المقام الأول ومن ثم خطوط العرض كمية الحرارة. إلا أن عوامل أخرى تؤدي دوراً مهماً في تحديدها ومنها نوعية الغلاف الجوي والدورة الجوية والمحيطية.

تكوين الغلاف الجوي

لا تُعتبر أشعة الشمس المعيار الوحيد الذي يؤدي دوراً في تحديد الحرارة، في الواقع تمتص بعض غازات الغلاف الجوي كمية من أشعة الشمس وترسلها مجدداً في طول موجة أخرى (ما دون الحمراء بشكل رئيسي).

بخار الماء، ثاني أكسيد الكربون وبعض الغازات الأخرى التي تُعرف باسم "القصر" هي الغازات التي تتميز بقدرتها على الامتصاص.

لذلك تعتمد الحرارة من جهة على تكوين الغلاف الجوي وعلى الرطوبة من جهة ثانية: فالرطوبة العالية غالباً ما تكون مصحوبة بتلبد عال يحد من تأثير عطايا الشمس. منَ جهة أخرى، عندما تكون عطايا الشمس متساوية، يكون الطقس أقل حرارة على مقربة من المحيطات مما هو عليه داخلَ القارات. كذلك، تؤدي كثافة الهواء والضغط الجوي دوراً: في الحقيقة، تُعزى الحرارة إلى حركة جزيئيات الغاز واحتكاك بعضها بالبعض الآخر. لذلك، تنخفض الحرارة في المرتفعات حيث يكون الهواء أقل كثافةً.



حرارة السطح (معدل شهر كانون الثاني/ يناير)

- من 0 إلى 10 درجات
- من 10 إلى 20 درجات
- أكثر من 20 درجات
- من 0 إلى 10- درجات
- من – 10 إلى – 20 درجة
- خط استواء حراري
- من – 20 إلى – 30 درجة
- أكثر من – 30 درجة

في شهر كانون الثاني/ يناير، عند خطوط العرض المنخفضة، تتوزع الحرارة بشكل متواز مع خط الاستواء بفعل تأثير عطايا الشمس السائدة. في المقابل، عند خطوط العرض المرتفعة في نصف الكرة الشمالي، تعوّض الدورة الجوية والدورة المحيطية وكذلك العوامل القارية، عطايا الشمس الضعيفة.

الدورة الجوية والمحيطية

في المقابل، تحرك تيارات ضخمة قوية الغلاف الجوي فتحرك كتل الهواء، وبالتالي تنقل كميات كبيرة من الطاقة. قد تطال كتلة هوائية منطقة معينة بفعل الدورة الجوية فتنقل إليها

للانتقال من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، لا بدّ أن تنهار الروابط التي تجمع جزيئيات الماء الواحدة بالأخرى، الأمر الذي يتطلب طاقة يتم استرجاعها لاحقاً من أثناء عملية التكثف حين تجتمع الجزيئيات. تُعرف الطاقة المخزنة باسم الطاقة الكامنة.

خصائص منطقة الأصل، وتحمل معها حرارة المنطقة الحارة في حال كانت آتية من منطقة مماثلة. وحين تتوالى كتلتا هواء تتسمان بخصائص متناقضة جداً، وهذا ما يحصل عادةً في اضطرابات خطوط العرض المتوسطة، يترجم الانقطاع بين كتلتي الهواء المشار إليه على الخريطة الأرصادية ، بالتغييرات المفاجئة التي تطال الحرارة: إذ تخمد الحرارة بشكلٍ مفاجئ خلال النهار أو ترتفع أثناء الليل.

وإذ تنقل الدورة المحيطية أيضاً كتل طبقة كبيرة، تراها تترك أثراً هاماً، فكلنا نعرف أثر تيار الخليج على واجهة أوروبا المطلة على المحيط الأطلسي. يتيح هذا التيار المحيطي للمناطق الساحلية الاستفادة من الحرارة لا سيما الخفيفة منها، وكذلك من العوامل الجغرافية كالقرب من الغابات والبحيرات وطبيعة التربة ووجود المدن.

توزع الحرارة الفضائي

على مستوى الكوكب، تتوزع الحرارة وفقاً لخطوط العرض وخطوط الطول، لا سيما وأن معظم التدفقات الأرصادية تتميز بعنصر غربي شرقي. إلا أن أثر الدورة الجوية يبدو الأقوى عند خطوط الطول المتوسطة حيث يكون تدوير الهواء هاماً، في حين أن كمية الأشعة هي التي تحدد الحرارة عند خطوط الطول العالية والمتوسطة (على مقربةٍ من القطبين وخط الاستواء).

معجم

قياس الرطوبة: أسلوب قياس ودراسة بخار الماء في الغلاف الجوي.

الدورات الحرارية

يُحتسب معدل الحرارة في المقام الأول استناداً إلى فترات زمنية مختلفة (عام، شهر، يوم)، إلا أن بيانات السعة القصوى والدنيا تعيد رسم تنوع الأوضاع الحرارية.

أهمية الوضع الجغرافي

تقع بكين ولشبونة عند خط العرض نفسه فتستفيدان بالتالي من عطايا شمسية مماثلة من حيث المبدأ، إلا أن لكلٍ منها مناخها الخاص. يُعزى هذا الاختلاف المناخي إلى فروقات ذات صلة بالدورة الجوية العامة.

تعتمد الفروقات الحرارية خلال عام من الزمن على عطايا الشمس بشكل أساسي. يبدو هذا التأثير واضحاً جداً عند خطوط العرض المتوسطة والعالية حيث تتناقص عطايا الشمس: في الصيف، يكون الطقس أكثر حرارة مما هو عليه في فصل الشتاء. إلا أن تأثير الغلاف الجوي يبدو أيضاً مهماً كذلك عند خطوط العرض العالية والمتوسطة أثناء الشتاء: ففي حين يكون ميزان الإشراق عاجزاً، توفر غازات الغلاف الجوي، وبشكل خاص بخار المياه، عازلاً يسمح لبعض الأماكن الشمالية الاستفادة من الحرارة المعتدلة بعض الشيء، لا سيما حين تجلب الدورة الجوية أو المحيطية الطاقة من المناطق الواقعة أكثر لجهة الجنوب. فعلى سبيل المثال، تقع نيويورك وبكين تقريباً عند خط العرض عينه (40° شمالاً): الأولى هي مدينة ساحلية في حين أن الثانية مدينة قارية. تتشابه معدلات الحرارة في شهر تموز/ يوليو

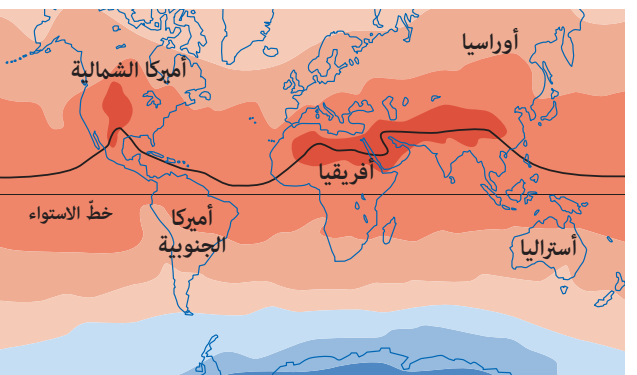
قياس الحرارة

تُعد الحرارة قوة يصعب قياسها، لذلك تخضع لتعليمات دقيقة جداً: إذ لا بدّ من أن نضع جهاز قياس الحرارة على ارتفاع 1.50 متراً في الظل في مكان يتعرض طبيعياً للهواء (غالباً ما يكون مزوداً بسياج) وخالٍ من كل بناء أو نبات أو أي عائق (على مقربة من مطار). ترمي هذه الأحكام إلى جعل المقاييس أكثر تشابهاً.

إذ تبلغ في المدينتين حوالي 25 درجة مئوية، إلا أن معدلات درجة الحرارة في فصل كانون الثاني/ يناير تبدو متباينة إذ تصل درجة الحرارة في نيويورك إلى 1° بينما تنخفض في بكين إلى – 6°. في الشتاء، يسيطر تأثير الرطوبة فتسبق معدلات مدينة نيويورك تلك التي تسجل في بكين. ولدعم المقارنة، نتوجه إلى لشبونة، عاصمة البرتغال، التي تقع أيضاً على مقربة من 40° شمالا، حيث ينخفض معدل الحرارة فيها في تموز/ يوليو قليلاً ليصل إلى 20°، في حين يرتفع معدل الحرارة في كانون الثاني/ يناير أكثر مما هو عليه في نيويورك وبكين ليصل إلى 11° وذلك بفعل موقعها على واجهة بحرية معرضة للتيارات الغربية.

السعة الحرارية:

بشكل عام، تبدو السعات الحرارية بين الصيف والشتاء أكثر وضوحاً عند خطوط العرض العالية، ويزيد هذا الوضوح كلما غصنا داخل القارات: في المناطق القارية كسيبيريا وكندا، يصل الفارق إلى 40° مئوية لا بل إلى 50°. عند خطوط العرض المدارية الواقعة تحت سيطرة تلبد قوي وفصل أمطار، تصل الحرارة إلى معدلاتها القصوى في أواخر فصل الجفاف، أي في الربيع أو في بداية الصيف. في المنطقة الاستوائية، بالكاد يمكن ملاحظة التقلبات الموسمية: إذ لا تختلف السعة الحرارية في فصل الصيف عما هي عليه في فصل الشتاء إلا ببضع درجات.



في شهر تموز/ يوليو، تبلغ الحرارة الكوكبية حدها الأقصى في صيف نصف الكرة الشمالي. يرتفع الاستواء الحراري عند خط عرض مدار السرطان. في نصف الكرة الشمالي، وعندما تكون خطوط التحاور الخاضعة لعطايا شمسية هامة ومتوازية مع خط الاستواء، يكون التاثير المحيطي ملحوظاً وواضحاً.

جمود الغلاف الجوي

بفعل جمود الغلاف الجوي، تصل درجة الحرارة إلى حدها الأقصى أو الأدنى بعد الانقلاب بـ 3 – 7 أسابيع. يؤثر هذا الجمود أيضاً على الإيقاعات اليومية: تصل الحرارة إلى حدها الأقصى بعد مرور الشمس في نقطة الأوج بعشر دقائق وحدها الأقصى تماماً بعد بزوغ النهار. يكون النهار عموماً أكثر حرارة من الليل، إلا أن هذا المبدأ قد يتعرض للاضطراب بفعل تأفق كتلة هواء تتسم بخصائص معينة: كتلة هواء حارة تصل ليلاً أو كتلة هواء باردة تصل نهاراً. في المناطق الصحراوية، حيث لا تؤدي الرطوبة دور العازل، قد تصل السعات اليومية عشرات الدرجات في حين أنها لا تتجاوز في المناطق الرطبة أحياناً بضع درجات.

الدفيئة

تتميز بعض غازات الغلاف الجوي بقدرة مشابهة لقدرة زجاج الدفيئة، فتسمح بمرور نور الشمس وتحتجزه بعد أن تحوّله إلى أشعة حرارية (حرارة).

العملية

معجم

الدفيئة هي عملية احترار الغلاف الجوي بسبب امتصاص غازات الغلاف الجوي لأشعة الشمس. يمتص الأوزون في الستراتوسفير جزءاً من الأشعة ما فوق البنفسجية، في حين يمتص بخار الماء والهباء الجوي جزءاً من الضوء المرئي. كمتوسط عام، يصل نصف أشعة الشمس إلى سطح الأرض الذي يمتصها بدوره ويعكسها. يترافق الانعكاس بتغير طول الموجات: تنعكس الأشعة بشكل أساسي عبر الأشعة ما دون الحمراء. إلا أن الغلاف الجوي لا يسمح بنفاذ الأشعة ما دون الحمراء، ولا يمتصها بشكل كامل. تُعرف عملية امتصاص (أي تخزين) الأشعة المرئية والأشعة ما دون الحمراء بالدفيئة، وهي العملية التي بفضلها يبلغ متوسط درجة حرارة الأرض إلى 15 درجة مئوية والتي من دونها ينخفض هذا المعدل إلى – 18 درجة مئوية. وبهذا، تصل درجة حرارة الدفيئة إلى 33 درجة مئوية. ويعني وجود الدفيئة الكوكبية، وجود تجليات محلية لهذه العملية: فعلى سبيل المثال، ترتفع درجة حرارة الهواء خلال فصل الشتاء حين تكون السماء ملبدة بالغيوم، أو تكون معتدلة أثناء الليل على شاطئ البحر بالمقارنة مع ما هي عليه على الأرض.

في كلا الحالتين، يؤلف الغطاء الغيمي أو بخار الماء الدفيئة عن طريق احتباس الأشعة ما دون الحمراء التي ترسلها الأرض.

يمتص الغلاف الجوي وسطح الكوكب أشعة الشمس ويرسلها مجدداً على شكل أشعة ما دون حمراء، تلتقط غازات الدفيئة (بخار الماء، ثاني أكسيد الكربون، الميتان...) جزءاً منها وتختزنها على شكل حرارة محسوسة. تسمح هذه العملية للأرض بالاستفادة من معدل الحرارة المنتظم.

الغازات المسؤولة

تعتمد عملية التخزين هذه على تكوين

عند حرق الطاقة الأحفورية، لا سيما تلك التي تتألف من كربون مخزن في العصور البدائية، يساهم القطاع الصناعي وكذلك قطاع النقل بزيادة كميات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وبالتالي بارتفاع الدفيئة.

الغلاف الجوي، فغازات الغلاف الجوي لا تتميز جميعها بالقدرة عينها على امتصاص الأشعة. تُعتبر هذه الميزة خاصية المكونات القاصرة بشكل خاص، علماً أن تواجدها في الغلافَ الجوي تختلف من حيث الزمان والمكان. فعلى سبيل المثال، كلما كان الهواء رطبا، زادت الغيوم، وكانت الدفيئة كبيرة وبالتالي ارتفعت الحرارة. وإذ يرتبط واقع بخار الماء بشكل وثيق بالحرارة، يمكن أن يحافظ هذاً النظام على نفسه بسهولة. تعتمد بعض الغازات على النشاط النباتي: بعيداً عن كلّ مركز مدني، يتقلب معدل ثاني أكسيد الكربون بشكل سنوي. خلال فصل الربيع، وفي نصفً الكرة الشمالي (الذي يحتوي على مساحة ظاهرة أكثر)، حين يتوقف النشاط النباتي، تنخفض كمية ثاني أكسيد الكربون بفضل النباتات التي تثبت الكربون لضمان نموها بفعل التركيب الضوئي. في فصل الخريف، حين تصبح عملية التركيب الضوئي بطيئة، ترتفع كمية ثاني أكسيد الكربون. على مدى عام من الزمن، يكون الميزان صفراً لأن الكربون الذي تثبته النباتات يعود إلى الغلاف الجوي أثناء تعفن النباتات.

تأثير الأنشطة البشرية

حتى وإن اقتصر معظم هذه الغازات على الأنشطة البشرية، يزيد بعض النشاطات من تركزها: هذه هي حالة احتراق الطاقات الأحفورية (الغاز الطبيعي، البترول والفحم) الذي يبعث ثاني أكسيد الكربون والميتان وأكسيد النيتروجين. قد يسبب إطلاق كميات الكربون هذه إلى دفئية محلية، حيث يكون استهلاك الطاقة أكثر تركيزا، كما في بعض المدن، أو شاملاً، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع الدفيئة على صعيد الكوكب.

غازات الدفيئة				
ثاني أكسيد الكربون	الميتان	أكسيد النيتروجين	الكلوروفلوروكربون11	والكلوروفلوروكربون12
1	32	150	14000	17000
%55	%15	%4	%7	%12

تشير هذه الأمثلة إلى فعالية بعض الغازات الإشعاعية، أي طاقة جزيئياتها على امتصاص الأشعة ما دون الحمراء (ثاني أكسيد الكربون كمرجع، وحدة 1)، ومساهمتها النسبية بزيادة الدفيئة (الخط الأخير).

تتواجد المياه في الغلاف الجوي بحالاتها الثلاثة: سائلة (أمطار أو غيوم)، صلبة (جليد أو ثلج) وغازية (بخار). تنعكس كمية المياه المتواجدة في الجو على مجمل الماكينة الجوية: تشكل قدرة بخار الماء على تخزين الطاقة ومن ثم على استردادها أحياناً في أماكن أبعد من تلك التي تمّ التقاطها فيها، أحد العوامل الأساسية للتحكم بضبط المناخ على الكوكب. تُعتبر المتساقطات والرطوبة من العوامل الرئيسية للحياة، إلا أن كثرة المتساقطات أو قلتها قد يؤدي إلى نتائج كارثية لا تُحمد عقباها.

عند خطوط العرض المتوسطة أو العالية، حيث الدورات الحرارية تتحكم بالفصول، وسقوط الأمطار هو الذي يضبطها عند خطوط العرض المدارية والاستوائية. (في الصورة، تشاد).

المياه في الغلاف الجوي

توزع المتساقطات في العالم

تتنوع الأنماط المطرية بشكل كبير، فقد تختفي الأمطار لسنوات طويلة في بعض المناطق في حين تشهد أخرى امطاراً يومية محدودة.

تتنوع الأنماط المطرية على سطح الأرض. في بعض المناطق تصل الأمطار السنوية إلى بضع عشرات الأمتار، يجدها بعض الشعوب التي تعيش تحت وطأتها لعنةً تتطلب إدارة خاصة.

أحزمة أخرى موازية لخط الاستواء

على مستوى الكوكب، يعتمد توزيع المتساقطات على الموقع بالنسبة لمراكز الحركة، وعلى التيارات الجوية وعلى القرب من المحيطات والتضاريس. ثمة حزام تكون الأمطار عنده غزيرة جداً تصل إلى أكثر من متر سنوياً: إنها المنطقة الاستوائية التي تتسم بالتقاء شبه مداري.
ومع ارتفاع خطوط العرض عند 40 – 50 درجة شمالاً وجنوباً، ثمة منطقتين تتسمان بمتساقطات مرتفعة، مقابلتين للتيارات الغربية وللاضطرابات التي تسيّرها. بين هاتين المنطقتين والحزام الاستوائي، عند 20 و30 درجة شمالاً وجنوباً تتواجد منطقتان متماثلتان تتميزان بمتساقطات ضعيفة وهما مقابلتان للضغط شبه الاستوائي العالي. أخيراً، تُعتبر خطوط العرض التي تقع على مقربة من القطبين متساوية في الجفاف: يسهّل الضغط القطبي العالي الهوابط أو الانتقال الأفقي للهواء الرطب (التأفق).

القرب من المحيطات أو الموقع داخل القارات

عند هذا التوزيع وفقاً لخطوط العرض، يطغى عدم تماثل شرقي – غربي: عند خطوط العرض المنخفضة، تهطل الأمطار بكميات أكبر على السفوح الغربية بفعل رياح الإليزيه والرياح الرطبة التي تهب من الشمال الشرقي باتجاه الجنوب الغربي في نصف الكرة الشمالي، ومن الجنوب الشرقي باتجاه الشمال الغربي في النصف الجنوبي. عند خطوط العرض المتوسطة الخاضعة للتيارات الغربية، العكس هو الصحيح: تهطل كمية المتساقطات مع تغلغل التدفق داخل القارات وخسارته لبعض مياهه. أخيراً، تشكل التضاريس ولا سيما لاروشوز والأند والهيملايا عائقاً في وجه التدفق غالباً ما يصعب اجتيازه. لذلك ينشأ خلل في القياس بين السفح المقابل للتيارات الرطبة وذلك المحمي من التيار ما يشكل في أغلب الأحيان جيوب جفاف حقيقية. في المقابل، تتيح بعض البحيرات الداخلية كالبحيرات الأمريكية الكبرى أو بحر قزوين للتدفق أن يمتلىء مجدداً بالمياه.

لا تهطل الأمطار في بعض الصحارى (في الصورة: صحراء نيفادا في الولايات المتحدة) بشكل سنوي ما يجعل الحياة البشرية المستقرة مستحيلة نظراً لأهمية المياه في الحياة.

قياس المتساقطات

نقيس ارتفاع المتساقطات عن طريق جهاز قياس المتساقطات اليدوي أو مرسام المطر الآلي. ولا بد من وضع الجهاز على مسافة متر ونصف في مكان مكشوف. وفقا لهذا الجهاز يساوي ملم من المياه ليتراً لكل متر مكعب.

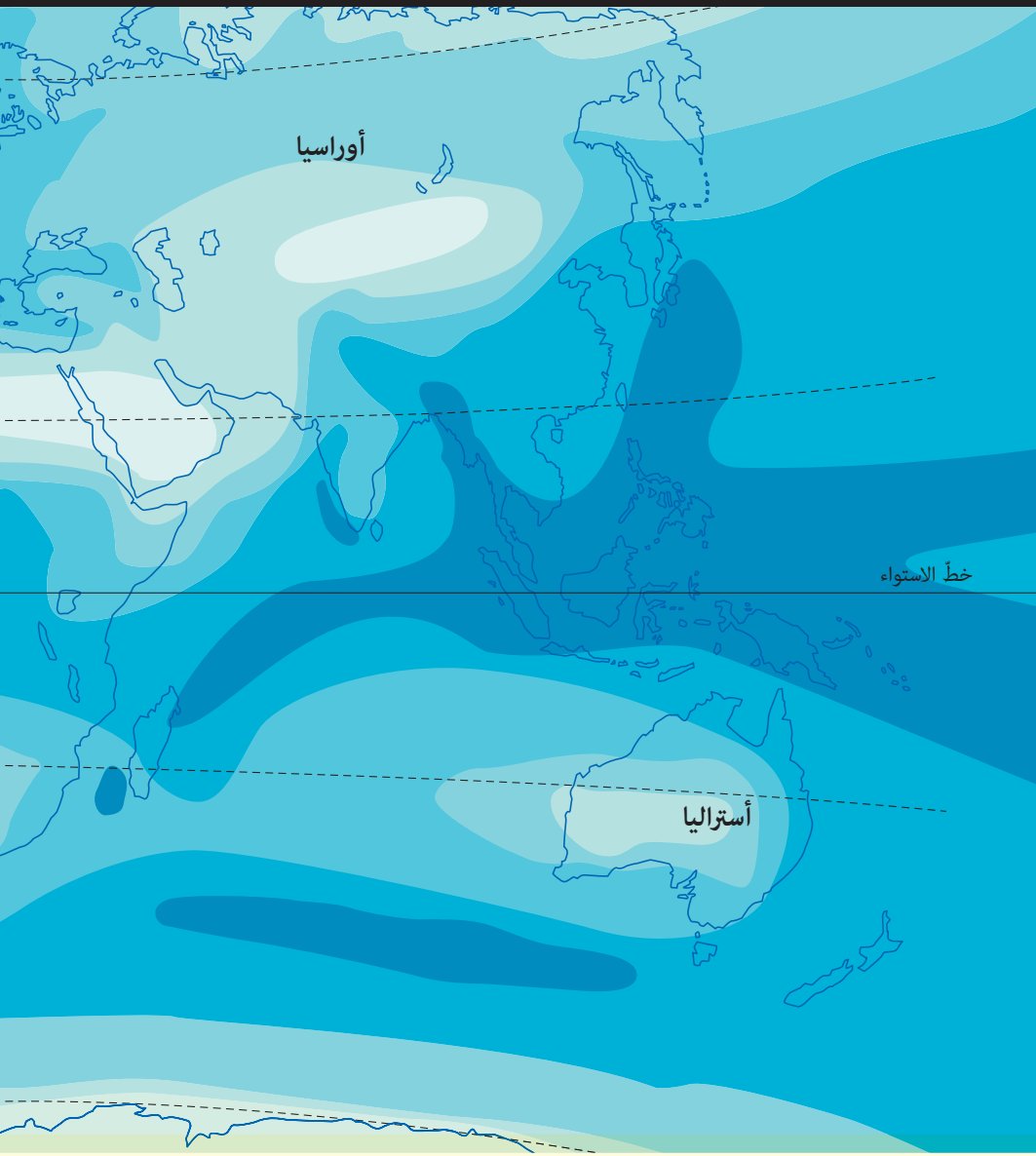
الفصل الحار والفصل الجاف

على صعيد الأنظمة المطرية، ثمة تنوع كبير في الظروف. تتسم المنطقة الاستوائية بمتساقطات تتوزع بالتساوي على مدار أيام السنة. ومع ارتفاع خطوط العرض، تعرف المناطق المدارية موسماً أو موسمين من الأمطار القريبة نسبياً من الانقلاب الصيفي. كلما ارتفعنا، كان فصل الأمطار قصيراً. عند خطوط العرض المتوسطة والمرتفعة، ترتفع كميات المتساقطات لأن حرارة الصيف تزيد من التبخر ومن تشكل الغيوم. يعتبر المناخ المتوسطي المناخ الوحيد الذي لا يكون فصله الحار رطباً.

الخريطة (الصفحات التالية)

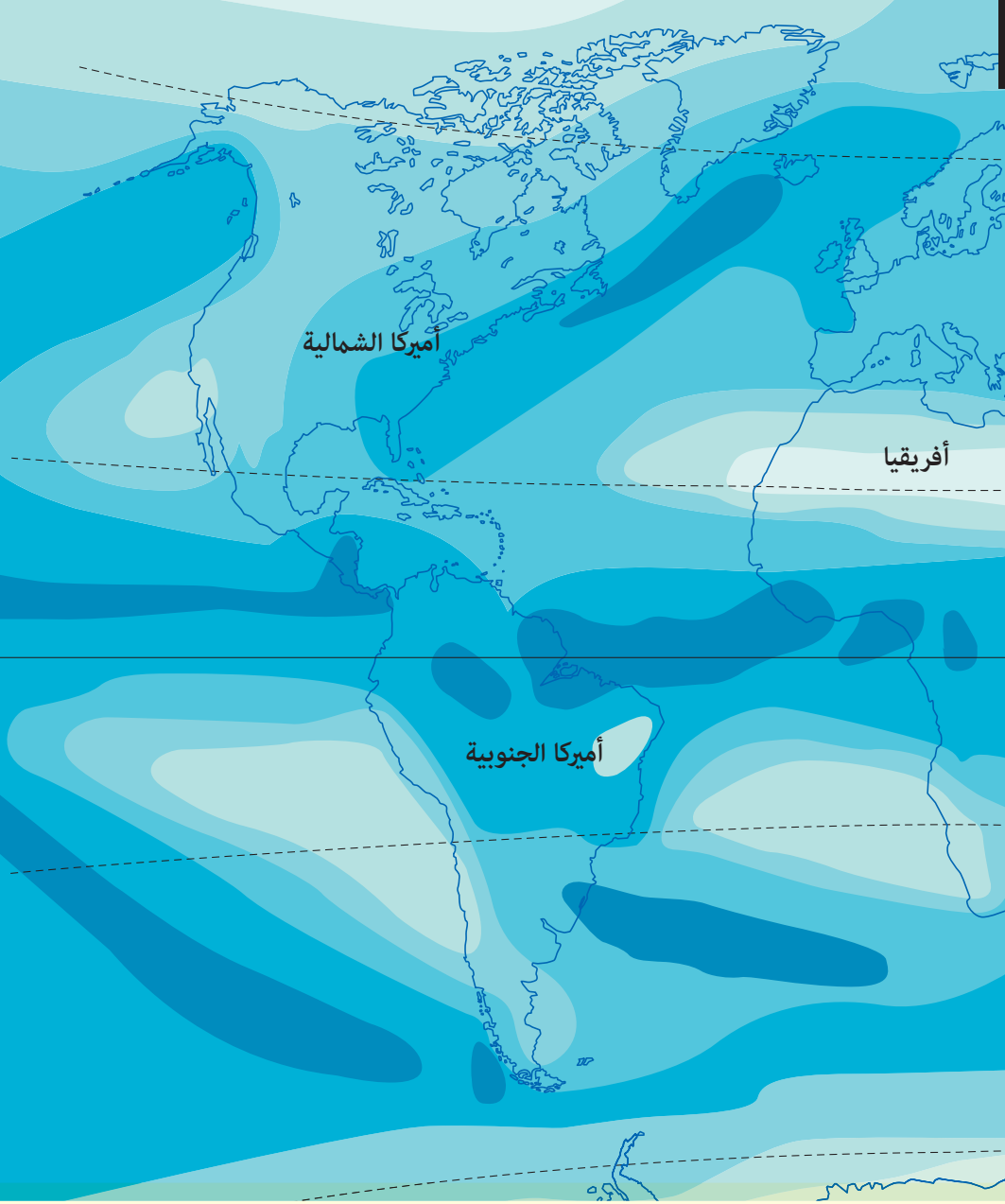
يستند توزع الأمطار في العالم على توزع الحرارة (التي تؤثر على قدرة التبخر في الهواء) وعلى مراكز الحركة (التي تتحكم بالعمليات المسؤولة عن المتساقطات)، وعلى المحيطات التي تصبح الغيوم فوقها محملة ببخار الماء، وأخيراً على توزع التضاريس التي تسهّل بدء هطول المتساقطات.

المتساقطات السنوية



مجموع المتساقطات السنوية:

- أقل من 100 م
- بين 100 و300م
- بين 300 و500 م
- بين 500 و1000 م
- بين 1000 و2000م
- أكثر من 2000 م


أميركا الشمالية
أفريقيا
أميركا الجنوبية
0
2000 كم
المقاس عند خط الاستواء

مقياس الرطوبة

يختلف مقياس الرطوبة، أي بخار الماء في الهواء، وفقاً للحرارة والضغط. لا يمكن أن تبدأ عملية تشكل المتساقطات إلا حين يكون الهواء مشبعاً ببخار الماء.

بخار الماء في الغلاف الجوي

يحتوي الهواء دائماً على بخار ماء في طبقات الغلاف الجوي المنخفضة، أي أقل من 6 كلم: تمثل المياه المتواجدة في هذه الطبقة 90 % من مياه الغلاف الجوي. حتى في المناطق الجافة جداً، يندر أن تسجل الرطوبة نسبة 20 %، وفي المناطق المعتدلة تسجل الرطوبة دائماً نسبة 90 %، بمعدل يومي تقريباً. وبشكل عام، يُعتبر الهواء جافاً حين تنخفض رطوبته النسبيّة عن 35 % ورطباً حين تزيد عن 70 %.

تقدم الأقمار الاصطناعية الجوية مقاييس في قناة تتناسب وطاقة امتصاص بخار الماء. في هذه الصورة، يصبح سطح الأرض غير مرئي: وحدها الدوامات المقابلة لمراكز الحركة والتيارات النفاثة وقمم الثلوج تظهر.

ما الذي يؤثر على مقياس الرطوبة؟

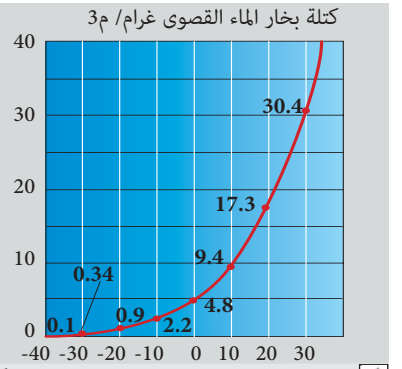
إن الرطوبة النسبية هي العامل الأكثر استعمالاً لوصف حالة الرطوبة في الهواء: يتم ربط كتلة المياه المتوفرة في حجم معين من الهواء بالكتلة القصوى التي يمكن لهذا الحجم أن يحتويها في ظل حرارة وضغط معينين.

إن القيمة هي المؤشر الأهم الذي يدل على مدى تشبع الهواء بالمياه، أي المرحلة التي تبدأ عندها عملية التكثف (الانتقال إلى سائل) والمتساقطات (هطول هذه المياه السائلة).

تزيد كتلة بخار الماء التي يمكن للهواء أن يحتويها مع الحرارة؛ يطلق على الحرارة التي يتشبع عندها الهواء ببخار المياه بـ"نقطة

أداة القياس: الشعيرات

يعود مقياس الرطوبة النسبية (الهيجرومتر) ذي الشعر، الذي يُعتبر الجهاز الأكثر استعمالاً لقياس الرطوبة، إلى العام 1783، ويستند إلى قدرة الشعرة على تغيير طولها استنادا إلى الرطوبة المحيطة، فتتقلص عندما يكون الجو جافاً وتتمدد عندما يكون رطباً. يُعتبر مقياس الرطوبة النسبية (الهيجرومتر) ذي الشعر مقياساً موثوقاً، على الأقل بالنسبة لقيمة الرطوبة النسبية التي تزيد عن 20 %.



تزداد قدرة الهواء على احتواء بخار الماء سريعاً مع الحرارة: كلما كانت الحرارة أعلى، ازدادت هذه القدرة.

الندى". يغير الضغط الجوي أيضاً رطوبة الجو: حين يرتفع الضغط، يتقلص الهواء في حين تبقى كتلة المياه المتواجدة ثابتة. وبالتالي، تزيد الرطوبة بشكل نسبي بالنسبة إلى حجم الهواء الذي يتناقص. في المقابل، حين ينخفض الضغط، يتمدد الهواء وتتوزع كمية المياه على حجم أكبر، فتنخفض الرطوبة النسبية. تؤدي هاتان العمليتان – تغير الحرارة وتغير الضغط – دوراً مهماً في التكثف وبالتالي في تشكل المتساقطات.

معجم

التشبع: كتلة قصوى من بخار الماء يمكن للجو أن يحملها استنادا لدرجة حرارته وضغطه.

توزع الرطوبة

يتناسب توزع الرطوبة إلى حد كبير مع توزع الحرارة على مستوى الكوكب. تنخفض الرطوبة كلما ابتعدنا عن خط الاستواء باتجاه القطبين. يؤدي القرب من مساحة مائية دوره هنا أيضاً، إذ تنخفض الرطوبة كلما ابتعدنا عن المحيطات وتغلغلنا في أعماق القارات. تعوّض الدورة الجوية البعد عن البحر أو خط العرض عن طريق جلب كتلات هوائية رطبة. تتميز الرطوبة الجوية بالحساسية الفائقة إزاء الظروف المحلية: فوجود بحيرة أو مستنقع أو غابة، أو على العكس من ذلك مساحة صخرية عارية، قد يغيّر من كمية المياه في الهواء. ونظراً لأهمية الضغط والحرارة، تتأثر الرطوبة أيضاً بالارتفاع. فعلى مدار العام، تتطور الرطوبة النسبية دائماً وفقاً للحرارة أو الدورة الجوية. على مدار اليوم، وباستثناء ظروف مناخية مغايرة، ترتفع الحرارة إلى حدها الأقصى عند نهاية الليل وإلى حدها الأدنى في فترة ما بعد الظهيرة.

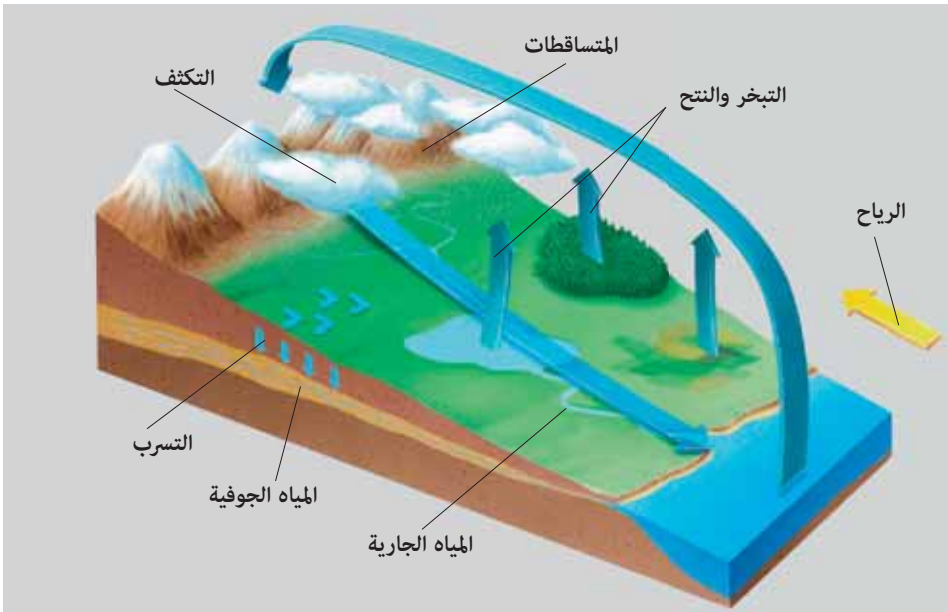
إحدى خصائص كوكبنا قدرته على احتباس المياه بأشكالها كافةً – سائل، صلب وغاز – وهذا ما تبيّنه هذه الصورة الواردة من القمر الاصطناعي لبحيرة ليمان، جليد جبال الألب والغيوم... في المقابل، لا يكون بخار الماء مرئياً، إلا أن هذا الغاز يتواجد على سطح الأرض حتى في الصحارى الأكثر جفافاً حيث لا يكون الهواء جافاً بشكل تام.

الدورة المائية

تظل المياه على كوكبنا في حركة دائمة، بدءاً من حالتها السائلة مروراً بحالتها الصلبة أو الغازية. تُطلق تسمية دورة المياه على مجموع التحركات والتغيرات والتنقلات التي تشهدها المياه.

المياه على الأرض: خزانات مختلفة

تُقدر كمية المياه المتوفرة على سطح الأرض بـ1370 مليون كلم3، تستأثر المحيطات بـ97 % منها في حين تسيطر الكتل الجليدية على 2 %، ويتوزع الواحد بالمئة المتبقي على المياه الجوفية والبحيرات والمياه السطحية والينابيع والكائنات الحية. يحتوي الغلاف الجوي على 0.01 % من مجموع المياه الأرضية. رغم هذه الكمية الضئيلة نسبياً، يؤدي الغلاف الجوي دوراً أساسياً، بفضل بخار الماء الذي يمكن أن يتكثف بعيداً عن المكان



يقدر الجزء الجوي من الدورة المائية، أي مخزون المياه المتبخرة ومن ثم المتساقطة سنوياً بـ496 ألف كلم^3. وبهذا يبلغ التبخر 423100 كلم^3 على مستوى المحيطات مقابل 72900 كلم^2 فوق القارات. فتستقبل المحيطات 385700 كلم^2 من المتساقطات في حين تستقبل القارات 110300 كلم^2.

الذي تشكّل فيه، وذلك بفضل التيارات الجوية. وبهذا يصل بخار الماء منطقتين جغرافيتين وخزانات بعيدة جداً الواحد عن الآخر. في الحقيقة، تبقى جزيئية الماء في مكان معين في الغلاف الجوي قبل أن تنتقل حوالي عشرات الأيام كمتوسط عام مقابل 37 ألف عام في المحيط: وبالتالي حتى حين تكون كمّية المياه التي يتمّ تدويرها صغيرة، يؤدي استقرار النظام الجوي إلى إعادة تدوير كميات كبيرة.

معجم

التبخر : تحوّل الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية

الغلاف الجوي والخزانات الأخرى

تؤدي الدورة المائية التي يؤمنها الغلاف الجوي إلى وصل المحيطات بالقارات: يتم نقل المياه المحيطية إلى الغلاف الجوي عن طريق التبخر، ويتم استردادها على القارات عبر المتساقطات (فتعود إلى المحيطات على شكل مياه جارية). اعتماداً على هذه الخريطة العامة، ثمة عمليات نقل مباشرة بين الغلاف الجوي وبين البحيرات والينابيع أو النباتات. مخزون المياه الكوكبي هو مخزون كل خزان يُعتبر ثابتاً، علماً أن كمية المياه المتبخرة سنوياً تساوي بشكل عام كمية الأمطار المتساقطة. على مستوى المحيطات، يكون التبخر أهم من المتساقطات في حين أن الأمر معاكس في القارات. يتم التعويض عن طريق المياه الجارية التي تتيح للقارات التخلص من المياه التي تهطل فوقها في المحيطات ولهذه الأخيرة باستعادة ما فقدته من مياه بفعل التبخر.

تخزن البحار والمحيطات 97 % من مياه الكوكب وتشغل حوالي ثلثي مساحتها: فتؤدي دوراً أساسياً في الدورة المائية، تبادلات الطاقة ووظيفة الغلاف الجوي.

تبقى كمية المياه المتواجدة في الغلاف الجوي ثابتة طالما أن حرارته ثابتة: يؤدي ارتفاع الحرارة إلى ارتفاع نسبة التبخر وبالتالي المتساقطات.

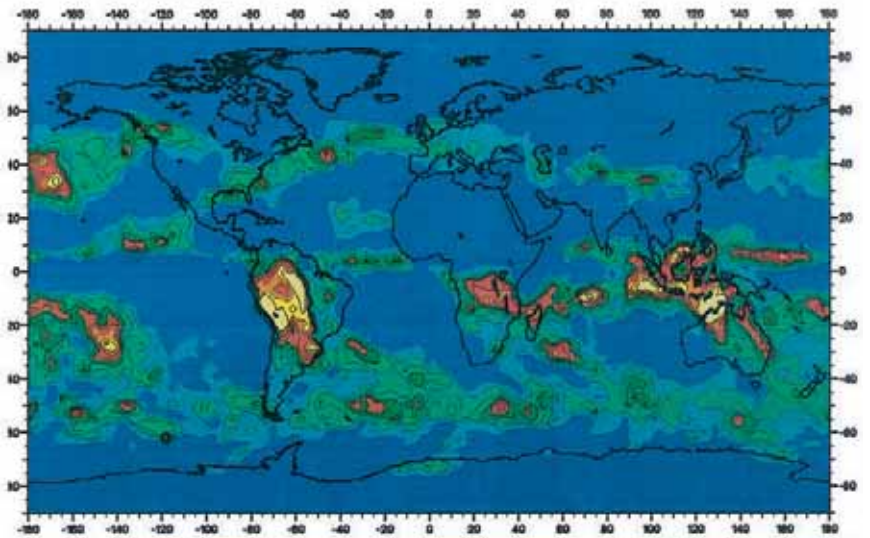
تحصل عمليات نقل المياه في الفضاء أيضا: في الإقليم الاستوائي وعند خطوط العرض المتوسطة، تكون كمية المياه التي تربحها الأرض بفعل المتساقطات أعلى من تلك التي تخسرها بفعل التبخر.

مياه وأكثر من مياه...

يترافق نقل مياه المحيطات إلى القارات مع نقل كميات كبيرة من الطاقة: في الواقع، يحتاج التبخر إلى كمية معينة من الطاقة يخزنها بخار الماء على شكل حرارة كامنة، كي يتم تفكيك جزيئيات المياه الواحدة عن الأخرى. أثناء عملية التكثف، تتحرر هذه الطاقة على شكل حرارة محسوسة. وتستخدم عملية التبخر 45 % من الطاقة التي تمتصها القارات والمحيطات. بهذا يؤدي بخار الماء دوراً أساسياً في ضبط الطاقة على الكوكب.

التلبد والغيوم

تتألف الغيوم من جزيئيات صغيرة جداً من المياه السائلة والجليد (مع المتساقطات) وتعتبر الشكل الملموس الأكثر انتشاراً للمياه في الغلاف الجوي.



طورت الأقمار الاصطناعية دراسة التلبد إذ أتاحت رؤية مجموعة الأنظمة الغيمية. يمكننا أن نراقب عن طريق أجهزة استقبال تقيس الأشعة المرئية وما دون الحمراء السحب الركامية، أكبر السحب، التي يمكن أن تصل إلى ارتفاع 18 كلم في الإقليم المداري.

مراقبة التلبد

يُقاس التلبد في المقام الأول بالمدة (عدد الساعات بوحدة زمنية)، انطلاقاً من الإشعاع المباشر، ثم بالنسبة إلى عدد ساعات شروق الشمس، أي في شكل معاكس للطريقة التي يُقاس بها الإشعاع. يتخطى التلبد 90 % ويمكن أن يقل عن 25 % على مستوى الكوكب،

منذ العام 1896، تُصنف الغيوم ضمن عشرة أنواع استناداً إلى أشكالها: السمحاقية، السمحاقية الركامية، السمحاقية الطبقية، الركامية المتوسطة، المزن الطبقي المنخفض، السحب المنخفشة الركامية الطبقية، السحب الطبقية، السحب الركامية، السحب الركامية العالية. تتميّز الأقسام الفرعية التي يتم وضعها استناداً إلى نوع الغيوم التي تبدو كطبقات أو حبة عدس أو قصر، إلخ. يمكننا أيضاً أن نحدد بعض الخصائص: غيوم نائتة أو غيوم مخروطية. ومن ضمن أنواع الغيوم العشرة التي تم تعدادها، تتشكل الغيوم في ستة أنواع فقط.

إلا أن فترة التلبد هذه لا تؤخر إلا وجود الغيوم بين الشمس والمراقب: لذلك نكمل هذا القياس عن طريق مراقبة الغطاء الغيمي، لا سيما الغيوم التي لا تخفي أشعة الشمس بشكل كامل. يُقاس امتداد التلبد في الفضاء في ما يتعلقّ بقبة السماء بالغيوم.

تشكل الغيوم

معجم

التأفق: حركة كتلة الهواء في شكل أفقي.
الحمل: نمط نقل الحرارة في السائل عن طريق حركة هذا الأخير تحت تأثير الفوارق الحرارية.

تتشكل أغلبية الغيوم في التروبوسفير، أي على ارتفاع يقل عن 10 كلم، حيث يتركز بخار الماء، وذلك حين يتشبع الجو ببخار الماء الذي يتكثف ويتحول إلى قطرات جزيئية. بشكل عام، يتشبع الجو بشكل كامل حين تنخفض الحرارة، الأمر الذي يحصل عبر الأفق على سطح بارد (حين تصل كتلة من الهواء البحري والرطب إلى مكان بارد)، وعبر الهوابط الجبلية (على طول التضاريس) أو الدينامية (تيارات الحمل)، أو في قلب الاضطراب (حين تلتقط كتلة هواء حارة ورطبة كتلة هواء أكثر برودة). يبلغ قطر القطرات الجزيئية 0.02 (علماً أن المتوسط العام يتراوح بين 0.008 و0.02 ملم)، إلا أن هذا الحجم يمكن أن يختلف من غيمة لأخرى وداخل الغيمة عينها. فحين تنخفض عن صفر درجة مئوية، يمكن لهذه القطرات أن تتحول إلى بلورات جليدية. تختفي الغيوم بفعل المتساقطات لا سيما عند تبخر القطرات الجزيئية (ارتفاع حرارة الجو).

1

2

3

بعض أنواع الغيوم: (من الأعلى إلى الأسفل): السمحاقية (التي تتألف من بلورات جليدية)، السمحاقية الركامية (التي لا تهطل منها المتساقطات)، والركامية (ذات الحركة العمودية حيث تتشكل أكبر قطرات المطر).

توزع التلبد على مستوى الكوكب

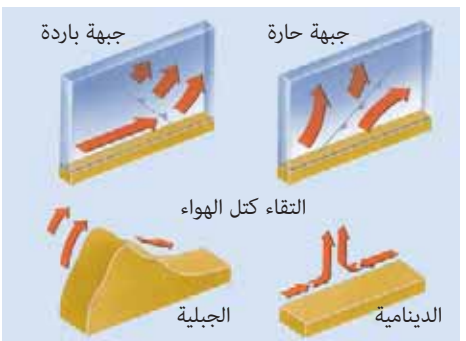
على مستوى الكوكب، تُعتبر المناطق الأكثر تلبداً بالغيوم تلك التي ترتفع فيها الرطوبة والتي تنشط فيها حركة الهوابط الضرورية لتشكل الغيوم. ونعني بهذه المناطق الإقليم الاستوائي (هوابط دينامية)، الإقليم المحيطي (اضطرابات وتيارات تحمل هواءً رطباً)، أقاليم جبلية (هوابط جبلية). على المستوى الزمني، باستثناء المناطق التي تتسم بتيارات حاملة لهواء رطب، يُعتبر فصل الصيف الفصل الأفضل لتشكل الغيوم لأن التبخر والظواهرالحاملة تصل إلى ذروتها صيفاً بفعل الحرارة العالية وارتفاع حرارة السطح.

تشكل المتساقطات

تنتج المتساقطات عن هطول المياه السائلة أو الصلبة على سطح الأرض. لا بد في البداية أن يبلغ الجو حداً معيناً من التشبع حتى يتم تكثف المياه.

التشبع

التشبع هي المرحلة الأولى من مراحل تساقط الأمطار. لا بدّ أن تبلغ كمية بخار الماء الحد الأقصى أو أن تتخطاه عند درجة حرارة معينة وضغط جوي معين. باختصار، لا بدّ أن يبلغ معدل الرطوبة النسبي 100 %. يعتمد معدل الرطوبة النسبي على كمية المياه وكذلك على الحرارة وضغط حجم الهواء. يكفي إذاً أن يتغيّر أحد هذه العوامل ليبلغ التشبع حده الأقصى. هذا ما يحصل على سبيل المثال حين يتشبع الهواء ببخار الماء عند مروره فوق كتلة مائية (محيط أو بحر أو بحيرة)؛ حين تنخفض حرارته على أثر الالتقاء بمسطح بارد (كتلة هواء محيطية تمر شتاءً فوق مكان بارد)، حين تقابل مع الارتفاع تضاريسً؛ حين تلتقي كتلة هواء حارة رطبة كتلة هواء باردة وتعلو فوقها؛ حين يخضع الهواء البارد



يُعتبر الصعود عملية أساسية لتشكل الغيوم ولبدء هطول المتساقطات. تتعدد هذه العمليات وتتنوع.

يتألف النظام الغيمي المرتبط باضطراب إعصاري من رأس يتألف من غيوم سمحاقية، الجسم (المقابل للجبهة الحارة) الذي يتألف من السحب الركامية المتوسطة، السحب المنخفضة، السحب الركامية الرعدية ومن ذنب (مقابل للجبهة الباردة)، المؤلفة من السحب الركامية.

لأثر الحمل الحراري؛ وأخيراً حين يتأفق الهواء البارد مع الارتفاع.

التكثف

ما إن يبلغ التشبع حده الأقصى، يتكثف بخار الماء: فيتحول من المرحلة الغازية إلى المرحلة السائلة أو الصلبة. لذلك يتركز بخار الماء حول جزيئية صغيرة صلبة (رماد بركاني أو أملاح بحرية أو غبار) تُعرف باسم نواة التكثف والتي يبلغ قطرها 0.1 ميكرون.

بهذا تظهر الغيمة التي تتألف من قطرات جزيئية أو بلورات جزيئية. بعد ذلك تنشأ في قلب الغيمة عمليات متناقضة، ومع التكثف تتحرر الحرارة الكامنة ما يؤدي إلى ارتفاع في الحرارة، الأمر الذي يحدّ من التكثف. في هذا الوقت ، يحسّن ارتفاع حرارة الجو التبخر وبالتالي العودة إلى نقطة التشبع والتكثف. باختصار، يمكن أن تمر جزيئية الماء مرات عدة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية قبل أن تسقط.

تطورت التقنيات إلا أن القلق يبدو قديماً، لأن الصورة تعود إلى العام 1910 وتتناول الرغبة الدائمة بالتغلب على المناخ.

المتساقطات المفتعلة

لاستباق البرد، لافتعال المطر أو للتخلص من الضباب، ثمة تقنيات تحثّ بطريقة اصطناعية المطر، تستند عامةً على تبذير الغيمة بنواة التكثف. إلا أن هذه التقنيات تسبب مشكلة تلوث (جزيئيات تتألف من الملح) إضافة إلى مشاكل قانونية، إذ أن المنطقة التي تستفيد من المطر بهذه الطريقة، تحرم مناطق أخرى كان من المتوقع أن تهطل فوقها هذه الأمطار.

المتساقطات

تكون القطرات الجزيئية أو البلورات الجزيئية صغيرةً جداً ما يحول دون تساقطها، ولكن بعد التكتل التدريجي تبلغ القطرات وزناً معيناً يجعلها مؤهلة للسقوط. يعتمد وزن القطرات على التيارات الصاعدة في قلب الغيمة. في الحقيقة، إذا كدسنا عمليات التبخر والصعود، يهطل 10 % فقط من المياه الموجودة في الغيوم على الأرض.

يعتمد تكتل القطرات الجزيئية في ما بينها على الظروف المسيطرة داخل الغيمة. حين تنخفض الحرارة عن صفر درجة مئوية، تتجمد القطرات الجزيئية وتتكدس المياه عليها (أثر الجدار البارد). في حال كانت الحركة قوية داخل الغيمة، تجذب القطرات الأسرع القطرات الأبطأ (التحام). وبهذا، كلما كان عدم الاستقرار قوياً، كان الالتحام أنشط والقطرات أكبر حجماً. هذا ما يحصل داخل الغيوم الركامية التي تتسم بتطورها العامودي القوي والتي تُعتبر موطن لتشكل صواعد قوية. بعد عدة دورات ذهاباً وإياباً داخل الغيمة، تصل القطرة إلى الأرض بحجم كبير أحياناً.

معجم

عدم الثبات: ميزة نظام معين (كتلة هوائية على سبيل المثال) يؤدي كل اضطراب مفتعل إلى تضخيمها.

المطر أو الرذاذ، الثلج...

تشمل المتساقطات أنواعاً متنوعةً جداً نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر، الرذاذ
والمطر والثلج والبرد ومطر متجمد والتي يتراوح حجم جزيئياتها بين *0.2* ملم وعدة
سنتيمترات.

النيازك المائية السائلة:

يتألف الرذاذ من مجموعة من جزيئيات الماء الصغيرة الحجم المتواجدة في الغلاف الجوي – بين 0.2 و0.5 ملم، والتي تهطل بسرعة ضعيفة جداً لدرجة أن القطرات تبدو وكأنها تطفوً في الهواء. يتشكل الرذاذ في السحب الطبقية المنخفضة الارتفاع التي تتسم بحركات داخلية محدودة ما يحدّ من الالتحام. إن كثافة الرذاذ ضعيفة جداً بحيث لا يمكن لأجهزة قياس الأمطار التقاطها. تشير محطات الأرصاد الجوية إلى الرذاذ بعلامات يُراد منها الإشارة إلى بلوغ ظروف المتساقطات حتى وإن لم تصل إلى ارتفاعات مائية متسقة.

أنواع المتساقطات

ترتبط مختلف أنواع المتساقطات بغيوم محددة.

تدل الأمطار على متساقطات تتألف من قطرات يتراوح قطرها بين 0.5 و6 ملم وتعتمد سرعة هطولها على حجمها، إذ تصل سرعة القطرات الأكبر حجماً إلى 30 كلم/ ساعة. تُقاس الأمطار وفقاً لارتفاع المياه التي تتلقاها الأرض (ميليمتر) من خلال تحديد مدة المتساقطات إذا أمكن. تُقاس شدة الأمطار بواسطة أجهزة خاصة تُعرف باسم أجهزة قياس شدة الأمطار.

النيازك المائية الصلبة

يتألف البرد من حبات برد، وهي نوع من أنواع النيازك المائية الجليدية التي يتراوح حجمها بين 5 و50 ملم وأحياناً أكثر من ذلك. يتألف المطر المتجمد من بلورات ثلجية وجليدية متكدسة هشة وبيضاء يتراوح قطرها بين 1 و5 ملم. يتشكل المطر المتجمد عموماً في ظروف

فائقة البرودة: تبقى مياه الغلاف الجوي سائلة في حين أن حرارة المياه تكون أقل من صفر درجة مئوية. يحدث ذلك بشكل خاص داخل السحب الركامية الرعدية حيث يتكثف بخار الماء أولاً ليتحول إلى نواة جليدية تتكدس المياه حولها بفعل الجدار البارد. بعد أن تقوم حبة البرد بعدة دورات ذهابا وإيابا بين الجزء السفلي من الغيمة والجزء العلوي منها، تكتسب سماكة إضافية قبل أن تسقط أخيرا على الأرض. قد يحدث أثناء مرورها في الطبقات الحارة ذات الحرارة المنخفضة أن تذوب حبات البرد وتصل إلى الأرض. يُقاس البرد أو المطر المتجمد تماماً كما يُقاس المطر، بمعنى أنه يتم قياس ارتفاعهما بعد أن يتجمدا. تتشكل بلورات الثلج المتشعبة أو البلورات التي تشبه النجمة حين تقل درجة الحرارة عن صفر درجة مئوية: تتشكل بلورات الثلج حول نواة التكثف وتتكدس الواحدة فوق الأخرى بفعل الجدار البارد والتصادم. تتشكل أجمل البلورات وأكبر الندف في الغيوم التي تشهد اضطرابات ضعيفة. يُقاس الثلج بواسطة جهاز قياس الثلج وهو عبارة عن جهاز قياس أمطار مجهز بمصدر طاقة لتذويب الثلج.

كمعدل عام، يُعتبر الثلج أكثر كثافةً من المياه: يساوي 10 ملم من الثلج مليمتراً واحِداً من المطر. إلا أن ذلك يعتمد حتماً على كثافة الثلج. في علم المناخ، يُقاس ارتفاع الثلج دائماً بكمية معادلة من المياه، إذ تقاس عبر جهاز قياس أمطار مجهز بمصدر طاقة.

بعض الظواهر الخاصة

يمكن أن تهطل الأمطار من دون غيوم في الأقاليم المدارية البحرية. تنتج هذه الأمطار التي يُطلق عليها تسمية «مطر السماء الصافية» عن نواة تكثف ضخمة، تؤدي إلى تشكل سريع لقطرات ضخمة قليلة العدد. وحده قوس قزح يشير أحياناً إلى هذا النوع من المتساقطات.
في المناطق المعتدلة، حين تنتهي مرحلة التكثف فوق الأرض مباشرة يتشكل الندى، وذلك عند اقتراب نهاية الليل حين يبرد سطح الأرض في ظل طقس غائم. في حال كانت الحرارة أقل من صفر درجة مئوية، يتحول الندى إلى هلام أبيض. في المقابل، ينتج الجليد عن هطول أمطار على أرض هلامية في ظل طقس فائق البرودة. الضباب المتجمد هو ضباب كثيف يتكثف على شكلٍ جليد عند احتكاكه بأسطح باردة.

معجم

التحام: عملية تكدس القطرات الجزيئية بفعل التصادم.

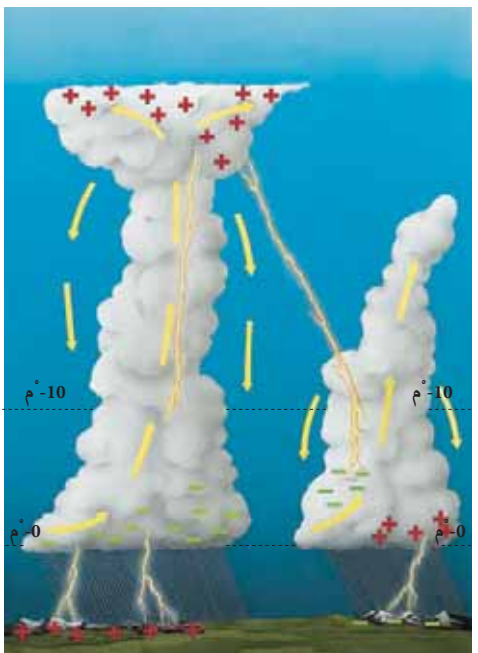
العواصف

العواصف هي ظاهرة جوية ترتبط بوجود السحب الركامية الرعدية مع البرق والرعد والمتساقطات الغزيرة في أغلب الأحيان.

تشكل العواصف

تشهد الكرة الأرضية سنوياً 40 مليون عاصفة بمعدل 110 آلاف عاصفة يومياً. تكثر العواصف عند خطوط العرض المنخفضة حيث ينشط تشكل السحب الركامية الرعدية. تكثر العواصف أيضاً عند خطوط العرض المتوسطة صيفاً حين يكون الحمل الحراري قوياً. لهذه الأسباب عينها، تشهد القارات عواصف أكثر من المحيطات. إلا أن تحرك الكتل الهوائية الحاملة للحرارة يؤدي إلى نشوء العواصف في أي منطقة وفي أي فصل.

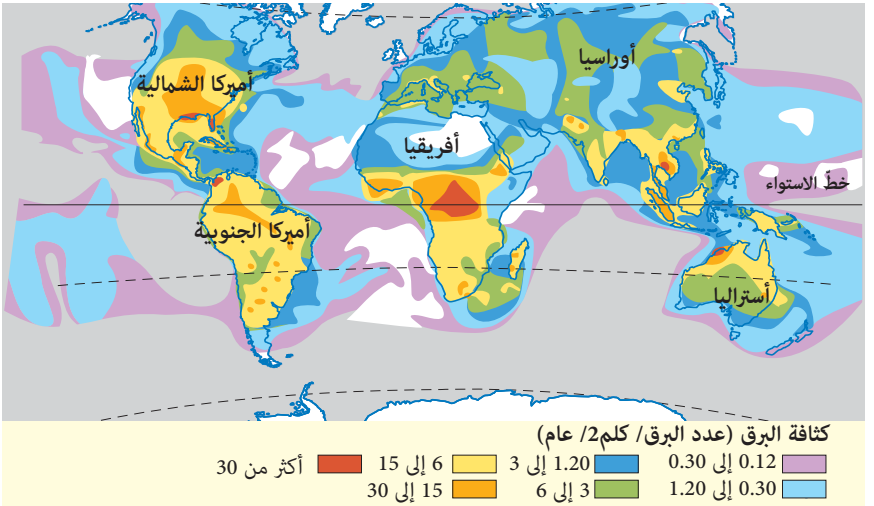
تتشكل غيمة العاصفة حين تنشأ صواعد قوية في قلب كتلة هوائية. يرتفع الهواء ويبرد وتبدأ عمليّة التكثف. تتحرر الحرارة الكامنة بفعل التكثف فترتفع حرارة الهواء المحيط: وإذ يتسم الهواء الحار بخفة تفوق خفة الهواء البارد، تتتابع عمليات التصاعد. حين تنشط هذه العملية، يمكن أن يبلغ محيط السحب الركامية الرعدية التي يبدو بعضها على شكل سندان 25 كلم، يتراوح ارتفاعها بين 13 كلم (خطوط عرض متوسطة) و18 كلم (خطوط عرض منخفضة). تنشأ هذه الصواعد السريعة حين يكون الميل الحراري العامودي قوياً. هذا ما يحصل على سبيل المثال حين تلتقي كتلتين هوائيتين ذات درجات حرارة متباينة، أو حين يرتفع الهواء البارد بشكل أفقي، أو أخيراً حين ترتفع حرارة السطح بشكلٍ كبير (تبدأ العواصف في هذه الحالة نهاية ألّيوم وتتراجع ليلاً).



تحوي غيمة العاصفة، التي تتسم بحركات عامودية قوية، أيونات سلبية عند قاعدتها وأيونات إيجابية في جزئها الأعلى أو الأوسط. يؤدي احتكاك هذه الأيونات المتناقضة إلى نشوء البرق.

معجم

ميل حراري: معدل تغير الحرارة على المستوى الأفقي أو العمودي.



يعمل عدد كبير من الأقمار الاصطناعية وأجهزة الرادار على مراقبة البرق. تُدرس المعلومات التي تجمعها هذه الأجهزة وتُحلل ما يتيح متابعة تطور غيوم العاصفة.

رياح، أمطار، برق ورعد

تتراوح مدة العاصفة بين بضع دقائق أو بضع ساعات وفقاً لأهمية الحمل الحراري. تترافق العاصفة عادةً مع رياح عنيفة قوية وأمطار وبرد. عادةً ما يكون حجم القطرات أو حبات البرد كبيراً لأن عدم الثبات داخل الغيمة تحفز نموها بفعل الالتحام أو أثر الجدار البارد.

تترافق العاصفة عادةً بالبرق والرعد. ينتج البرق عن تفريغ كهربائي ناتج عن شحنات متناقضة داخل الغيمة، أو بين غيمتين، أو بين الغيمة والأرض. يطلق البرق الذي يستمر لبعض أعشار الثانية حرارة ترفع من درجة حرارة الهواء المحيط بالغيمة إلى 20 ألف درجة.

تولد زيادة الضغط المتتالية موجة صدمة سمعية: الرعد.

ينتشر الضوء الناتج عن البرق بسرعة 300 ألف كلم/ ثانية فيما ينتشر الضجيج الناتج عن الرعد بسرعة 0.330 كلم/ الثانية (330 م/الثانية). لذلك، يمرّ بعض الوقت بين رؤية البرق وسماع الرعد ما يتيح قياس مسافة العاصفة. يمكن رؤية البرق حتى مسافة 100 كلم في حين يمكن سماع الرعد حتى مسافة 20 كلم.

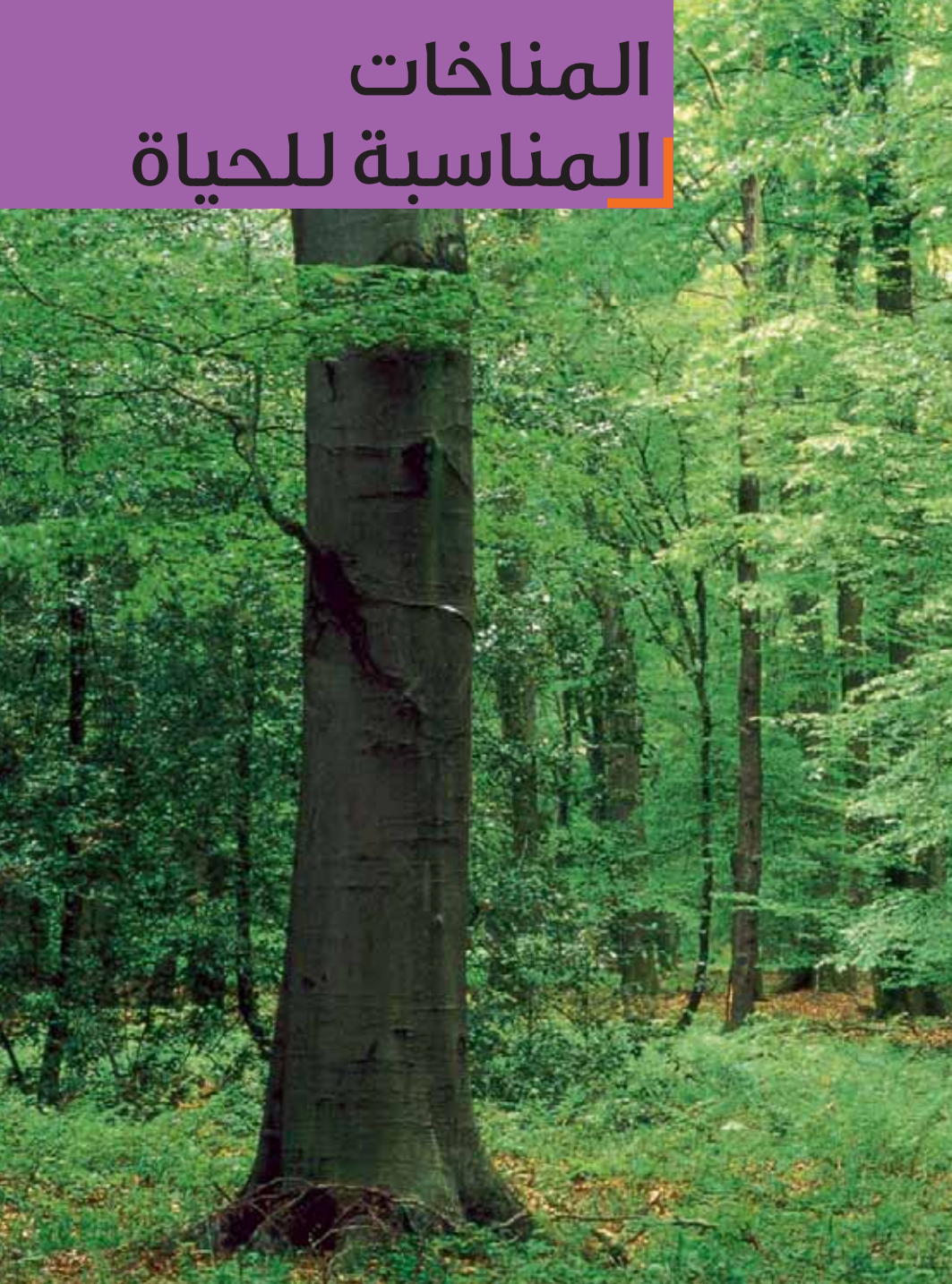
ظواهر ضوئية أخرى

يُعتبر الغلاف الجوي مقراً لعدد من الظواهر الضوئية التي تشير جميعها إلى وجود مياه مكثفة. الهالة والتاج هي دوائر مضيئة تحيط بالشمس أو بالقمر. يتألف التاج، الذي يتسم بحجم أصغر من حجم الهالة وبلونه الأبيض أو المتقزح، من عدة ألوان. تنتج الظاهرتان عن تفكك الضوء بفعل بلورات أو غيوم الجليد. قوس قزح هو مجموعة من الأقواس المتحدة المركز ويضم مختلف ألوان الطيف الناتجة عن انكسار الضوء وانعكاسه بفعل قطرات المياه.

يمكن للإنسان أن يعيش في ظلّ مختلف أنواع المناخات تقريباً، إلا أن بعضها يبدو أكثر ملائمةً للحياة من بعضها الآخر. تتمتع المناطق التي يعيش فيها أكبر عددٍ من السكان بمناخ معتدل وحار. توفر هذه المناطق أفضل الظروف المؤاتية للحياة وكذلك نشاطاً زراعياً هاماً يضمن حياة الحيوان والإنسان. في ظلّ هذه المناخات، لا تعد الحرارة أو الرطوبة أو الأمطار عوامل ملائمة حتى وإن تعين على النبات والحيوان والإنسان التأقلم مع خصائصها: فصول حارة وباردة وفصول جافة وممطرة.

فصول ممطرة، فصول حارة، صيف حار، شتاء قاسٍ، طقس رطب ومعتدل... وفقاً لمزاياها الخاصة، أتاحت مناخات الكوكب تطور الحياة والأنواع النباتية والحيوانية المتأقلمة.

المناخات المناسبة للحياة



المناخات المعتدلة، مناخات متوسطة؟

تتماهى فكرة المناخ المعتدل مع فكرة الاعتدال وتتعارض مع الإفراط أو الحدّ الأقصى. إلا أن كل شكلٍ من أشكال المناخ يتضمن حداً أقصى.

الحدود المتوسطة والحدود القصوى

تستند دراسة المناخ ووصفه على حسابات إحصائية تعتمد على بيانات توفرها محطات الأرصاد الجوية. تشمل الدراسة معايير أساسية: الرياح (السرعة والوجهة)، الإشراق والتلبد، درجات الحرارة، رطوبة الجو (المتساقطات والرطوبة). تتم هذه القياسات ضمن شروط دقيقة وعلى مدى فترات طويلة وفي أوقات منتظمة: مرة كل يوم (المتساقطات)، مرتين إلى ثماني مرات يومياً (درجات الحرارة) وفي شكلٍ مستمر (الرياح). تتيح هذه الحسابات تحديد معدلات على مدى فترات مختلفة (أسبوع، شهر، سنة، عقد). غالباً ما تُقاس هذه العوامل على فترات تمتد على مدى 30 عاماً: هذا ما يُعرف باسم القياس المعياري. فإذا أتينا على ذكر متوسط الحرارة في مدينة لندن خلال شهر يوليو، على سبيل المثال، فإننا نعني بها الحرارة القصوى اليومية المسجلة على مدى ثلاثين عاماً. إلا أن المعدلات تدفعنا إلى الاعتقاد بثبات المناخ وإلى إخفاء القيم القصوى، لذلك يأخذ علم المناخ بعين الاعتبار السعة، أي الفارق بين القيم القصوى والقيم الدنيا فتدخل بذلك فكرة التنوع. أخيراً، يهتم علماء المناخ أيضا بالسجلات، التي تعطي فكرة عن حدود النظام الجوي وإن لم تحمل أي معنى إحصائي بالضرورة.

تصاحب الرياح الموسمية الهندية سنويا أمطار غزيرة جداً. تُسجل أعلى معدلات المتساقطات في هذا الأقليم المناخي، إلا أن ذلك لم يمنع قارةً بأكملها من التأقلم مع ظروفه.

الرياح والأمطار

في حال حذفنا درجات الحرارة والإشراق التي تمّ قياسها عند خطوط العرض العالية أو في صحارى الحزام الاستوائي، نلاحظ أن الأرقام الأخرى تمّ تسجيلها عند خطوط العرض المتوسطة أو المنخفضة في الأقاليم المناخية التي غالباً ما تكون ملائمة للحياة.

وبهذا، تمّ قياس سرعة أقوى الرياح في العالم التي يُعتقد أنها وصلت إلى 500 كلم/ الساعة

حتى المناخات التي تبدو ظاهرياً رحيمة يمكن أن تصحبها فترات جوية ترمي قسوتها على الطبيعة أو على النشاطات البشرية (في الصورة: الولايات المتحدة بعد عاصفة جليدية).

والتي تحصل في قلب الزوبعة، وهي ظاهرة عنيفة مدمرة، كتلك التي حدثت في جبل واشنطن في الولايات المتحدة في العام 1934، وتبيّن في حينها أنها بلغت 371 كلم/ ساعة. أما في جبل فانتو في جنوب فرنسا، فقد بلغت سرعة الرياح 320 كلم/ الساعة في العام 1967.

فيما يتعلق بالمتساقطات، فقد أشارت الأرقام إلى أنها بلغت في الهيمالايا وتحديداً في شيرابونجي 11 متر كمعدل سنوي (مقابل 0.60 متر سنوياً في باريس). وبلغ المعدل المتوسط في الفترة الممتدة بين الأول من أغسطس/ آب 1860 و31 يوليو/ تموز 1861 26 متراً. وبالانتقال للحديث عن الكثافة والخطورة، فقد سُجلت هذه الأرقام في ظلّ عواصف هوجاء شهدتها المنطقة المتوسطة. ولكن مدينة جافا فَي أندويسيا خرقت الرقم القياسي من حيث عدد الأيام الممطرة، إذ هطلت الأمطار على المدينة لمدة 322 يوماً في العام 1916! وسقطت حبات البرد الأثقل (1.9 كلغ) في العام 1959 في كازاخستان. وشهدت الولايات المتحدة أقوى الثلوج: 31 م خلال عامي (1971 – 1972) في باردايز في ولاية واشنطن، أو 1.93 م خلال 24 ساعة في سيلفر في ولاية كولورادو. وسجلت الصحارى أعلى معدل جفاف: 10 سنوات متتالية من دون قطرة مطر ومن دون تسجيل المعدل السنوي البالغ 2 ملم في مصر.

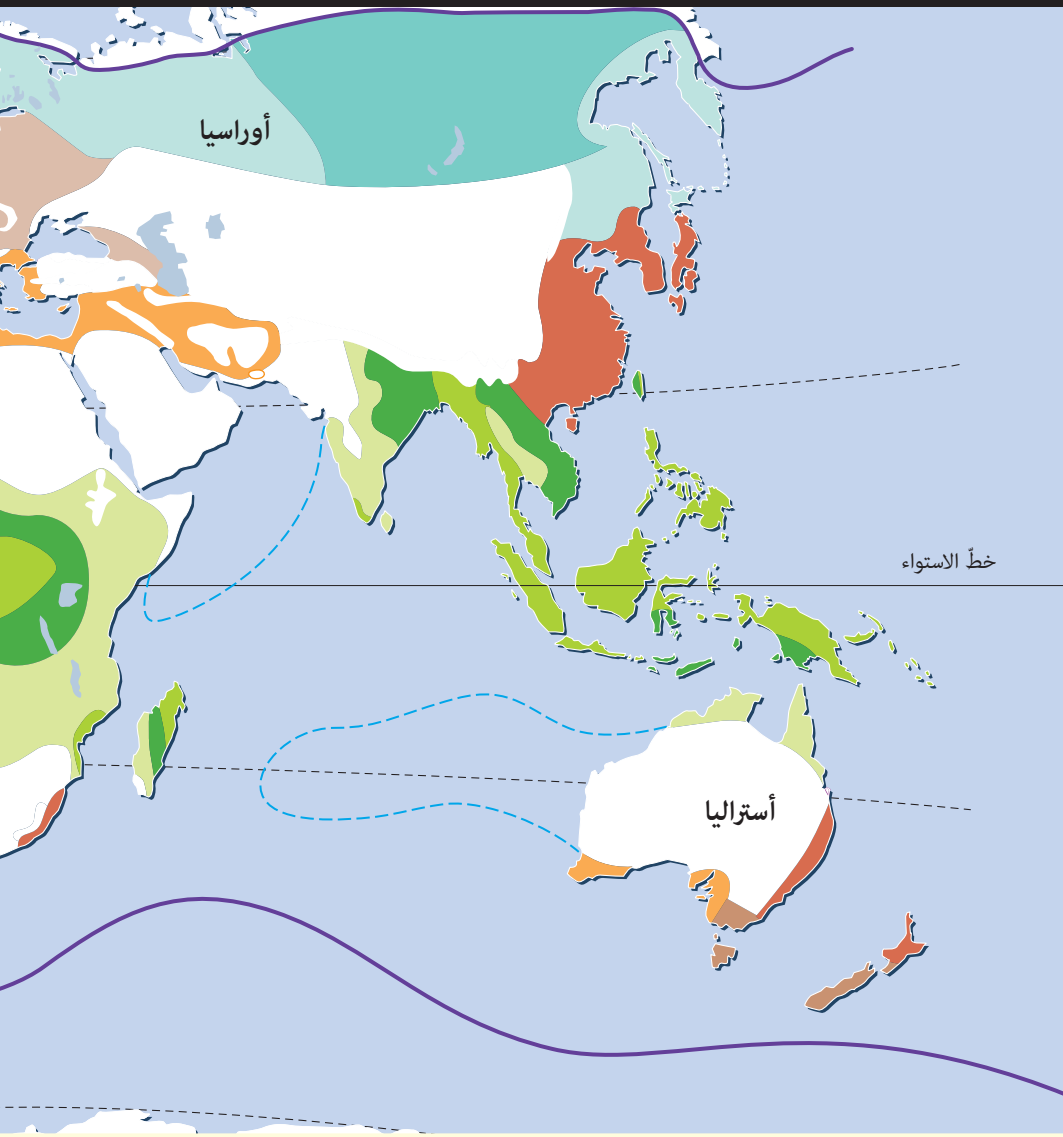
حار ومشرق، بارد ومظلم

سجلت الصحراء الكبرى أعلى نسبة إشراق وصلت إلى 97 % تليها أريزونا 91 %. أما الحدود الدنيا فقد كانت من نصيب القطب الجنوبي الذي غابت الشمس عن سمائه لمدة 182 يوماً، يليه القطب الشمالي الذي غابت الشمس عنه لمدة 176 يوم. فيما يتعلق بالحرارة فقد سُجلت الفوارق التالية: الحرارة الأكثر ارتفاعاً (58 درجة) في ليبيا في العام 1922 والأكثر انخفاضاً (89– درجة) في الأنتاركتيكا في العام 1983. أما الرقم الأكبر فقد سُجل عند خطوط العرض الأكثر انخفاضاً، وتحديداً في فيركويانسك في سيبيريا، التي شهدت أكبر فارق سنوي بين الحرارة القصوى والحرارة الدنيا وصل إلى 104 درجات.

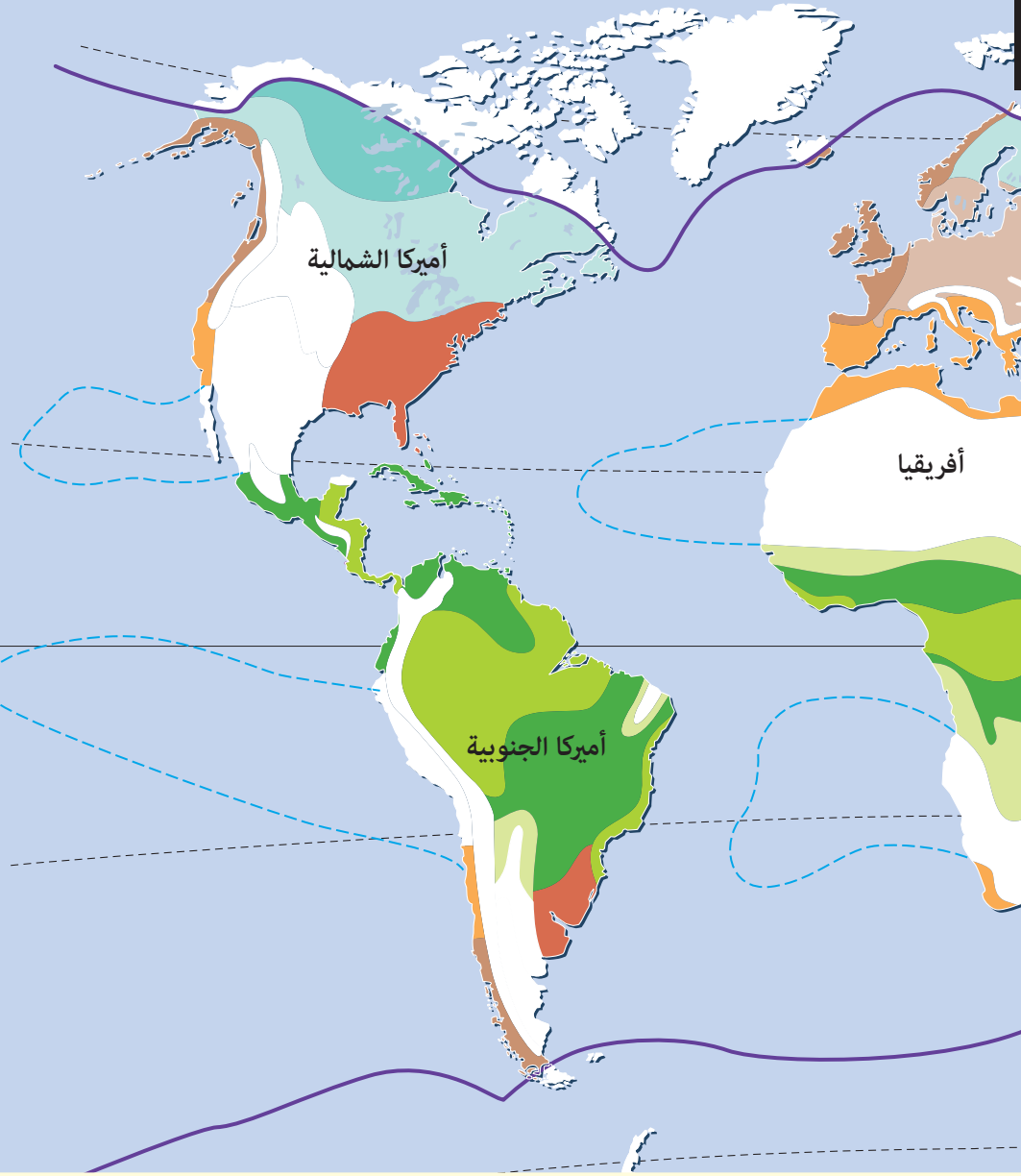
الخريطة (الصفحات التالية)

تُعتبر الحرارة أحد أهم العوامل المستعملة لتصنيف المناخات، تليها الرطوبة التي يُستدل عليها عبر المتساقطات وقياس الرطوبة. يتحكم هذين المعيارين بشكل كبير بالنشاط الحيوي. ومع ذلك ثمّة تنوع كبير بين المناخ القاري والمحيطي والاستوائي والمداري من حيث الحرارة أو الأمطار أو الفصول.

المناخات الملائمة للحياة



مناخ معتدل قاري بارد
مناخ معتدل بارد قاري شديد
مناخ معتدل محيطي انتقالي
مناح معتدل محيطي حقيقي
حدود متوسط الحرارة التي تقل عن 10 درجات في الفصل الأكثر حرارة
أقاليم بحرية ضعيفة المتساقطات (أقل من 500 ملم)


أميركا الشمالية
أفريقيا
أميركا الجنوبية
مناخ شبه مداري صيني
مناخ شبه مداري متوسطي
مناخ قاري مائل إلى الرطوبة
مناخ مداري مائل إلى الرطوبة
مناخ استوائي
0
2000 كم
المقاس عند خط الاستواء

المناخ المعتدل المحيطي

يتميز المناخ المعتدل المحيطي برياحه العاتية وقلة الأمطار وانخفاض معدلات الحرارة الموسمية (شتاء معتدل نوعاً ما وصيف منعش).

الواجهة الغربية للقارات

يسيطر المناخ المحيطي عند خطوط العرض المتوسطة بين 35 درجة و60 درجة على الواجهة الغربية للقارات: المناطق الساحلية من القارة الأمريكية التي تحدّ المحيط الهادئ والتي تحيط بها جبال روشوز والأند؛ ومنطقة صغيرة من جنوبي استراليا: تاسماني ونيوزيلندا وأوروبا. يظهر هذا المناخ جلياً في أوروبا بفعل غياب الحواجز الجبلية الشمالية الجنوبية، فيمتد من سواحل اسكاندينافيا وشمال إسبانيا حتى البحر الأسود وسهول جنوبي روسيا. يكون هذا المناخ الأكثر تنوعاً في هذه المناطق متحولاً بشكل تدريجي من المناخ المحيطي الشديد (أو المحيطي الحقيقي) في الجزر البريطانية ذات الطابع القاري (إلى المحيطي المتحوّل) في سهول أوروبا الوسطى والشرقية. تنتج هذه الاختلافات عن ضعف التأثير المحيطي كلما تقدمنا إلى وسط القارة.

تُعتبر الرطوبة الثابتة ودرجات الحرارة المعتدلة أفضل الظروف المؤاتية لنمو النباتات. إلا أن معظم أنواع الكائنات تعرف فترة جمود في الشتاء: يبدو الإيقاع النباتي واضحاً في الأوقات المشرقة.

الحرارة المخزنة

يتميز المناخ المحيطي الحقيقي بفصل شتاء معتدل وصيف منعش لا يكون صقيعه وحره إلا حالات استثنائية، إذ تتراوح حرارته بين 5 و12 درجة مئوية. تهبّ رياح عاتية ودائمة على شكل عواصف قاتلة في المناطق الخاضعة لهذا المناخ. يتسم الجوّ برطوبته على مدار السنة وتكّون السماء ملبدة بشكل كبير والإشراق محدوداً. تهطل الأمطار في المناطق السهلية الشمالية بكميات أكبر من تلك الّتي تهطل جنوباً وتتراوح بين 600 و2200 ملم/ عام. غالباً ما تهطل الأمطار في الفصل المنعش ولكن يندر أن يمر شهر، لا بل يوم من دون متساقطات (رذاذ أو وابل من الأمطار) قد تستمر لبضع ساعات. إلا أن سمة المناخ المحيطي الرئيسية تتجلى في سرعة الانتقال من الطقس الممطر إلى الطقس المشمس ومن الرياح العاتية إلى الطقس الهادئ. تتراجع هذه الميزات كلما تغلغلنا إلى داخل القارات فتبدو الفصول أكثر وضوحاً والذروات أكثر قوة والرياح أكثر ندرة وضعفاً...

قد تشكل الرياح، بفعل الآليات المتناقضة التي تفرضها، عاملاً يحدّ من تطور النباتات. هذه هي حالة الأشجار في الريف الإيرلندي ذات الشكل الغريب.

الدورة الغربية

يسيطر المناخ المحيطي في مناطق الدورة الغربية والتيار النفاث القطبي في المرتفعات. في هذه المنطقة تلتقي الكتل الهوائية القطبية مع الكتل الهوائية المدارية. في الشتاء، يبدو الفارق قوياً بين الهواء القطبي والهواء المداري؛ والاضطرابات نشيطة جداً؛ ونسبة تلبد عالية. قد تشهد المناطق الشمالية والجنوبية من هذا الإقليم المناخي أياماً جافة وباردة ومنيرة بفعل غزوات الضغط الجوي المرتفع الباردة. في المقابل، يبدو التدفق المضطرب أقل نشاطاً في الصيف لأن الفارق الحراري بين الكتل الهوائية الباردة والكتل الحارة أقل. تبدو الرياح أقل انتظاماً وقوةً. في المقابل، يحصل أن يصل الضغط الجوي المرتفع إلى خطوط الطول العالية في كاليفورنيا في أميركا الشمالية وجزيرة الفصح في أميركا الجنوبية، وأن تولد أياماً جافة مشرقة وحارة عند خطوط العرض المنخفضة جداً. وحدها المناطق المتوسطة (بريطانيا العظمى على سبيل المثال) تشهد تيارات تعيث في مناخها اضطراباً على مدار السنة.

المناخ القاري

يتميز المناخ القاري بشتاء قاس وصيف معتدل أو حار وممطر نسبياً،
ولا يخلو الأمر طبعاً من بعض الفروقات كما في أغلبية أنواع المناخ
الكبيرة.

مناخ يتواجد في نصف الكرة الشمالي فقط

يتسم المناخ القاري بفصوله الواضحة: شتاء قاسٍ وصيف حار، في المقابل، يعرف هذا المناخ فصولاً انتقالية قصيرةً وواضحة: تنمو النباتات أو تتحضر للنمو خلال بضعة أيام أثناء فصل الشتاء.

يسيطر المناخ القاري أو المناخ المعتدل البارد عند خطوط العرض المتوسطة أو العالية من النصف الشمالي من الكرة الأرضية. في الواقع، يندر هذا المناخ في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية نظراً لقلة القارات فيه. وبهذا يتطور هذا المناخ في المناطق الشمالية من القارة الأمريكية والقارة الآسيوية – الأوروبية. في أوروبا، يغطي هذ المناخ اسكاندينافيا وروسيا القارية حتى الأورال، ليترك المجال مفتوحاً في المناطق التي تتجاوز الأورال للمناخ القاري الشديد، وكذلك في شمال الصين والساحل السيبيري حتى كامشاتكا. في أميركا الشمالية، يمتد هذا المناخ من الألاسكا في كندا إلى منطقة البحيرات الكبرى.

فروقات حرارية ومتساقطات غزيرة

شتاء بارد وواضح وصيف حار وربيع وخريف قصيرين ولكن واضحين في أغلب الأحيان. يتميز المناخ القاري بفروقات حرارية سنوية مرتفعة: ففي خلال 3 – 4 شهور تنخفض الحرارة إلى ما دون الصفر لتصل إلى – 30 أو – 40 درجة على فترات طويلة نوعاً ما. وفي شهري حزيران/ يونيو وآب/ أغسطس، يتجاوز معدل الحرارة 20 درجة مئوية. تصل الفروقات الحرارية بين الشهر الأكثر حرارةً والشهر الأقل حرارة عملياً إلى الضعف في المناطق المحيطية (20 درجة في موسكو على سبيل المثال، مقابل 18 في كوبنهاغن الواقعة عند خطوط العرض عينها).

وتهطل على مناطق هذ الإقليم المناخي كميات وافرة من المتساقطات بفعل بعدها عن المحيطات وغياب التدفقات الغربية. إلا أن معدل الأمطار نادراً ما يُعتبر عامل تحديدي لا

يقف فصل الشتاء عائقاً أمام النبات، فعلى مدى بضعة أشهر، يتباطئ الإيقاع النباتي بسبب البرد وهطول الثلوج.

سيما وأنه منخفض جداً شتاءً، حين تكون النباتات بحاجةً إلى القليل من المياه، ووافرة صيفاً نسبياً بفعل أهمية ظواهر الحمل الحراري.

حدود غير دقيقة

في أوروبا، تبدو الحدود بين المناخ القاري والمناخ المحيطي صعبة التحديد بسبب غياب الحواجز الجبلية التي تؤمن نقلاً حراً. يطرح ذلك بحدة تساؤلات حول اختيار المعايير المناخية الضرورية لتحديد فئات المناخات: وبهذا يُعتبر شمال شرق روسيا جزءاً من الإقليم القاري إذا ما أخذنا بعين الاعتبار درجات الحرارة شتاءً، وكذلك الأمر بالنسبة لشمال إيطاليا إذا ما أخذنا بعين الاعتبار المتساقطات.

ضغط جوي مرتفع شتاءً وحمل حراري صيفي

تكون أشعة الشمس أقل فعالية بسبب موقع المنطقة عند خطوط العرض العالية: إذ يسيطر ضغط جوي مرتفع بفعل الحرارة. يمنع الضغط الجوي المرتفع دخول التيارات الشرقية الرطبة التي تنطلق نحو خطوط العرض الأدنى في مثل هذا الفصل. قد يحصل أحياناً أن تتمكن من العبور جالبةً معها بعض المتساقطات الثلجية التي تغمر الأرض حتى موعد ذوبان الثلوج مع بداية الربيع؛ وبهذا يدعم الغطاء الثلجي الضغط الحراري المرتفع. وحدها الهوامش الشرقية من هذا الإقليم المناخي (كيبيك والسواحل الأمريكية الغربية) تشهد متساقطات أكثر غزارةً في الشتاء بفعل تأفق الهواء المحيطي الغربي. وبهذا تهبّ عواصف ثلجية قد تستمر لعدة أيام تاركة وراءها غطاءً ثلجياً أكثر سماكةً من ذلك الذي تتركه العواصف الثلجية في المناطق الغربية. في الصيف، تنشط أشعة الشمس جداً بفعل النهار الطويل، ويتطور الحمل الحراري ويتشبّع بالرطوبة بسبب تبخر المياه التي تُثقل الأرض. علاوةً على ذلك، يزعزع الحمل الحراري الكتل الهوائية المحيطية التي تسيّرها التيارات الشرقية. وبهذا تشهد مناطق هذا الإقليم المناخي فصل عواصف.

المناخ شبه المداري

منعش أو معتدل، ماطر شتاءً وحار صيفاً، يعرف المناخ شبه المداري ذروة حرارية سنوية واضحة ونظام أمطار شتوية.

مناخات الهوامش شبه المدارية

يجتمع المناخ المتوسطي والمناخ الصيني في ظل ما يُسمى بالمناخ شبه المداري الذي يسيطر عند خطوط العرض المتوسطة وخطوط عرض المنطقة المدارية. يرتبط المناخ المتوسطي بالدورة الغربية ويسيطر على الواجهات الغربية للقارات بين 30 و45 درجة، حيث يتجاور مع المناخ المحيطي المعتدل: حوض البحر المتوسط حتى إيران، كاليفورنيا، شيلي، وجنوب شرق أفريقيا الجنوبية وأستراليا. أما المناخ الصيني فيسيطر بشكل خفيف عند خطوط العرض الأدنى (25 إلى 35 درجة) في الواجهات الشرقية للقارات: جنوب شرق الولايات المتحدة، الصين واليابان وجنوب البرازيل، وجنوب شرق أفريقيا الجنوبية وشرق أستراليا وشمال نيوزيلندا. تشكل المناخات المتوسطة والصينية مرحلة انتقالية بين المنطقة المعتدلة والإقليم الحار. بسبب الموقع الجغرافي المفصل، تبدو الاختلافات من سنة لأخرى واضحة: في الصيف، في حال وقعت الدورة الغربية عند خطوط عرض منخفضة نسبياً، تكون

في أوروبا، تُعتبر شجرة الزيتون إشارةً مهمة على حدود المناخ المتوسطي. في بعض الحالات، يحدد امتداد مناخ معين عن طريق توزع الأشكال النباتية (سافانا، تايغا...) أو بعض الأنواع المحددة. وبهذا، يصعب على الزيتون أن يتحمل الجليد الدائم: لذلك يتواجد تقريباً عند حدود خط التحاور صفر درجة كدرجة دنيا في الشهر الأكثر برودة. ويعوض ذلك غياب أو نقص محطات الأرصاد الجوية.

المتساقطات مرتفعة. في المقابل، في حال وقع حزام المرتفعات الجوية شبه المدارية عند خطوط عرض مرتفعة، يكون الصيف جافاً.

المناخ المتوسطي عند الواجهة الغربية

إن السمة الأساسية التي تميّز المناخ المتوسطي هي غياب المتساقطات صيفاً. تطول الفترة الجافة كلما توجهنا نحو خطوط العرض المنخفضة أو ابتعدنا غرباً: 3 أشهر في نيس لتصبح 5 أشهر في الجزائر و9 أشهر في بيروت. تتراوح المتساقطات السنوية بين 300 و1000 ملم وتهطل أساساً في الفصل البارد وأحياناً في الخريف على شكل وابل غزير وأحياناً مدمرة. ويتميز المناخ المتوسطي أيضاً بالضوء، فتلبد السماء يبقى ضعيفاً والإشراق مرتفعاً.

في المنطقة المتوسطية، يتميز النبات بقدرته على تحمل الصيف الجاف: في بعض الحالات، تكون أوراق الأشجار لماعة، وفي أغلب الأحيان مخملية وأحياناً شائكة للحد من التبخر والنتح.

تتميز حرارة فصل الشتاء بالاعتدال عموماً فيندر الجليد. أما في ما يتعلق بالحرارة في فصل الصيف فهي مرتفعة إجمالاً كلما ابتعدنا عن المحيطات وعن تأثيرها المعدّل.

لا شكّ أن هذا المناخ يسجل بعض الفروقات: إذ تتغير بعض الميزات بفعل الجغرافيا. تكثر الغزوات الباردة كلما توجهنا نحو خطوط العرض المرتفعة في حين يبدو الجفاف صيفاً أكثر وضوحاً في المناطق القريبة من المدار. علاوةً على ذلك، نلاحظ بعض المزايا القارية شرقاً في حين يكثر تأفق الهواء الرطب غرباً: عند الهوامش المحيطية (المغرب، شيلي، أفريقيا الجنوبية) يصبح الرذاذ الصباحي ظاهرةً رائجة حتى أثناء الصيف.

المناخ الصيني عند الواجهة الشرقية

في ظلّ المناخ الصيني، ترتفع المتساقطات نسبياً: بين 1000 و1500 ملم سنوياً، علماً أنها تهطل طوال أيام السنة، إلا أن فصل الصيف يبقى الأكثر رطوبةً تحت تأثير الكتل الهوائية الحارة والرطبة الآتية من الإقليم المداري، حاملةً معها رياح الأليزيه والرياح الموسمية، وبهذا يكون الصيف حاراً. أما في الشتاء، يمكن أن تؤثر منخفضات الجبهة القطبية المنخفضة وحتى مرتفعات خطوط العرض الجوية على هذه المنطقة: تبعاً لغزوات الهواء القطبي، قد تنخفض الحرارة بشكلٍ كبير.

رياح الميسترال، البورا والخماسين

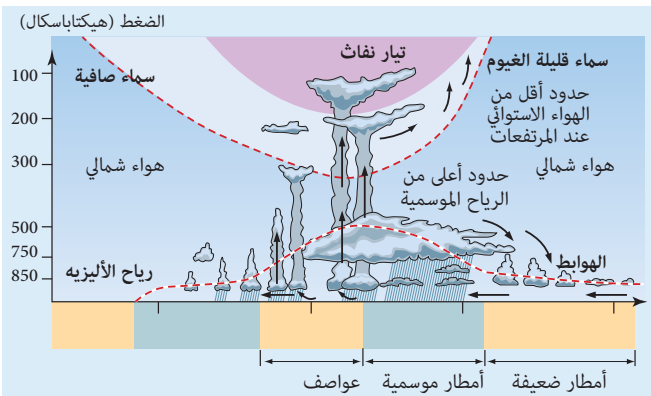
لا وجود لنمط رياح معين يميّز المناخ المتوسطي. في المقابل، يقع هذا الإقليم المناخي تحت تأثير الرياح الجافة الحاد: الميسترال والبورا هي رياح جافة وباردة يرتبط هبوبها بالجبال الواقعة عند الشمال، في حين أن رياح الخماسين والرياح الشمالية الأفريقية هي رياح جافة وحارة تأتي من الصحراء الواقعة جنوباً.

المناخ الاستوائي

حار ورطب، من دون تناقضات موسمية ملحوظة، يسيطر المناخ
الاستوائي على مقربة من خط الاستواء حيث يكون طول النهار واحدا
طوال أيام السنة.

تخطيط جغرافي

خلافاً لما قد توحي به تسمية هذا المناخ، لا يسود المناخ الاستوائي عند خط الاستواء فقط، بل يمكن أن يسود أيضاً حتى 20 درجة عرض في أميركا الوسطى والأمازون ومنطقة بحر الكاريبي والهند الصينية أو في الفيليبين. علاوةً على ذلك، لا يسود المناخ الاستوائي على كامل المنطقة الاستوائية: هذه هي حالة أفريقيا الشرقية التي تعيش فصولاً جافة واضحة، أو بعض المناطق الجبلية حيث تفرض الطوبوغرافيا تغييرات شديدة على الظروف المناخية عند خطوط العرض المنخفضة.



تقع منطقة الحمل الحراري شبه المدارية بين الدورة الجوية في كلّ من نصفي الكرة الشمالي والجنوبي. تهب رياح الأليزيه التي تتشكل إلى جانب المرتفعات الجوية شبه المدارية من الشمال الغربي إلى الجنوب الغربي في نصف الكرة الشمالي ومن الجنوب الغربي باتجاه الشمال الشرقي في النصف الكرة الجنوبي: يؤدي التقاؤها إلى صاعد يتسم بوجود السحب الركامية الرعدية وحزام ضغط منخفض يعلوه تيار نفاث.

الحرارة والرطوبة

يتميّز المناخ الاستوائي بالحرارة والرطوبة طوال أيام السنة. يبلغ متوسط الحرارة 26 درجة وتُعتبر الذروة السنوية منخفضة إذ تتراوح بين درجة وست درجات، وهي عموماً أقل من الذروات التي يسجلها النهار والتي تصل إلى 10 درجات. يتيح هذا التجانس نمو الغابات المطيرة التي تحافظ على خضرتها طوال أيام السنة.

تتراوح المتساقطات في السهول بين 1.5 و2.5 متر سنوياً، إلا أنها ترتفع على التضاريس المواجهة للرياح الرطبة: فعلى جبل بيبيه الذي يرتفع 1400 متراً عن سطح البحر يصل معدل المتساقطات إلى 8 أمتار سنوياً. تهطل هذه المتساقطات طوال أيام السنة كما يحصل في أندونيسيا أو غينيا الجديدة مع ارتفاع بسيط عند الاعتدال. من ناحية أخرى، يطل فصل جاف على مناطق أخرى، كالأمازون أو الكونغو: ولما كان هذا الفصل لا يتجاوز الثلاثة أشهر، ولما كانت أمطار الأشهر

السابقة تعوض النقص، لا يعيق هذا الفصل الجاف النبات. أما في ما يتعلق بالرطوبة، فهي مرتفعة طوال أيام السنة إذ تصل إلى 75 % وأحياناً إلى 90 % وترتبط برطوبة الهواء الحار وتوفر المياه التي غالباً ما تؤمنها المحيطات والتربة والنبات.

عطايا الشمس والحمل الحراري شبه المداري

تُعزى درجات الحرارة المرتفعة عموماً إلى عطايا الشمس العظيمة والمنتظمة: إذ تبقى الشمس مشرقة لمدة 12 ساعةً بشكل عمودي فوق الأرض، فترتفع بذلك كميةّ الطاقة الشمسية. ولكن نظراً لحدة التبخر،

خط الاستواء كما يراه علم المناخ

نأتي أحياناً في علم المناخ وعلم الأرصاد الجوية على ذكر خط الاستواء الأرصادي، ونعني به الخط الذي يفصل بين الدورة الجوية في كل من نصفي الكرة الأرضية، وكذلك على ذكر خط الاستواء الحراري، ونعني به الخط الخيالي الذي يلي معدل الحرارة السنوي الأقصى عند كل خط زوالي. في المقابل، نذكر القطب البارد الذي يدل على تلك المنطقة من نصف الكرة الأرضي حيث سُجلت الحدود الدنيا الأعلى.

في الغابات العملاقة التي تنمو في الإقليم الاستوائي، تحصل الدورة المائية ضمن تيار مغلق تقريباً: فالنتح - التبخر يؤمن الرطوبة الضرورية، وتسهل الحرارة عملية الصعود والتكثف، لتبدأ الأمطار بالهطول محلياً. إلا أن تأفق الهواء الرطب يبدو ضرورياً للحفاظ على مخزون المياه الذي ينتهي جزءٌ منه في الأنهار.

غالباً ما تكون السماء ملبدة فلا تصل فترة الإشراق إلى نصف الفترة القصوى من الناحية النظرية، الأمر الذي يحدّ من احترار سطح الأرض أثناء النهار ويخفف من البرودة ليلاً.

تُعزى أهمية المتساقطات إلى الحمل الحراري شبه المداري. إن المناطق التي تشهد مناخاً استوائياً هي في الحقيقة تلك التي تقع في المنطقة التي تحمل فيها رياح الأليزيه الحرارة. في هذه المنطقة الواسعة التي يُطلق عليها اسم منطقة الحمل الحراري شبه المداري أو خط الاستواء الجوي، يكون الضغط الجوي منخفضاً، والميل الحراري ضعيفاً، والصواعد سهلة. وإذ تضمن منطقة الحمل الحراري شبه المداري التوازن الموسمي في ما يتعلق بتوازن الدورة الجوية العامة، تتناسب الفترات المطيرة مع تلك التي يكون في خلالها الحمل الحراري الأنشط أو الأكثر ثباتاً عند خط الاستواء، أي في فترة الاعتدال.

المناخ المداري

يتميز المناخ المداري بغياب الفصل البارد ووجود فصلٍ أو فصلين رطبين بينهما فصل أو فصلي جفاف.

منطقتان عند جانبي خط الاستواء

يسود المناخ المداري في كامل المنطقة شبه المدارية، ولكن يُستثنى منه المناخات المدارية الجافة حيث يدوم فصل الجفاف لأكثر من 10 أشهر ولا يتخطى معدل المتساقطات 450 ملم سنوياً، وكذلك المناخات التي تتميز بفصل جاف غير واضح وتظهر فيه بعض إشارات المناخ الاستوائي. يسود المناخ المداري الجاف أو الماطرِ عند خطوط العرض المنخفضة وفقاً لمنطقتي طول: الأولى في النصف الشمالي من الكرة الأرضية وتمر في أميركا الوسطى وشمال أميركا الجنوبية، ثم في أفريقيا الغربية والوسطى (سواحل السنغال الجنوبية وخليج غينيا حتى البحريات الكبرى)، وأخيراً في الهند والهند الصينية في آسيا. أما المنطقة الثانية فتقع في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية وتضم الهوامش الجنوبية من الأمازون حتى الباراغواي، جنوب زائير، زامبيا وسواحل مدغشقر الغربية وجنوب أندونيسيا وغينيا الجديدة وشمال أستراليا.

تتميز مناطق الإقليم المداري بأعشاب السافانا التي تختلف وفقاً لكثافة فصل الأمطار ومدته.

درجات حرارة مرتفعة

ترتفع درجات الحرارة في هذه المناطق جميعها، إذ يزيد متوسط الحرارة في الشهر الأكثر برودة إلى 18 درجة مئوية. إلا أن ذلك لا يمنع من أن تنخفض درجات الحرارة ليلاً أثناء فصل الجفاف أي شتاءً حين تكون الأيام أقصر، فتصل الحرارة الدنيا إلى 12 درجة مئوية في أفريقيا و10 درجات في آسيا. إلا أن الأمطار هي أكثر ما يميز تعاقب الفصول: لا يعرف المناخ الاستوائي إلا فصلاً جافاً واحداً؛ يتحول إلى فصلين واضحي المعالم مع التوجه نحو خطوط العرض الأعلى. يصادف الفصل الجاف الأول فصل الشتاء حين يكون الليل أطول وارتفاع الشمس أقل والنهار مشرقاً والليل منعشاً. والفصل الأول هذا

تتأقلم بعض الأشجار مع الفصل الجاف بينما تنمو جذورها الضخمة التي تتيح لها التخزين في انتظار عودة فصل الرطوبة.

أوضح من الثاني القصير، إلا أن تحمله أصعب من تحمل الأول، ويصادف فصل الربيع ويكون نهاره طويلاً قاسياً وشمسه مرتفعة في السماء بحيث تتجاوز درجات الحرارة الأربعين.

فصل الأمطار

يصادف شهر الأمطار فصل الصيف (أغسطس/ آب) مع فارق زمني حتى الخريف (أكتوبر/ تشرين الأول – نوفمبر/ تشرين الثاني) في آسيا. في شمال غرب البرازيل، يصل فصل الأمطار إلى ذروته بين شهري يوليو/ تموز وأغسطس/ آب ويصادف فصل الشتاء في نصف الكرة الجنوبي. يتراوح منسوب الأمطار في هذا الفصل بين 0.5 م ومترين. تعرف أغلبية المناطق فصلي أمطار، فصل في بداية الصيف وفصل آخر في بداية الشتاء، ما يتيح تقسيم المناخ المداري إلى مناخين فرعيين: المداري الرطب (أو السوداني) ويتميز بفصل أمطار طويل (7 إلى 10 أشهر)، والمداري الجاف (أو الساحلي) ويتميز بفصل جفاف واضح المعالم وأمطار غير منتظمة. لا بدّ من ربط هذه الإيقاعات المطرية مع تأرجح منطقة الحمل الحراري شبه المدارية، معقل الصواعد القوية المناسبة لتشكل المتساقطات.

تحول موسمي

على غرار كل دورة جوية ناتجة عن الطاقة التي تقدّمها الشمس، تشهد منطقة الحمل الحراري شبه المدارية أو خط الاستواء الجوي تحولاً موسمياً: فتتمدد وتصعد نحو خطوط العرض الأعلى صيفاً أي نحو الشمال خلال الصيف الشمالي وجنوباً أثناء الصيف الجنوبي. وتصل في شهر أغسطس/ آب إلى حدودها الشمالية القصوى وفي شهر فبراير/ شباط نحو حدودها الجنوبية.

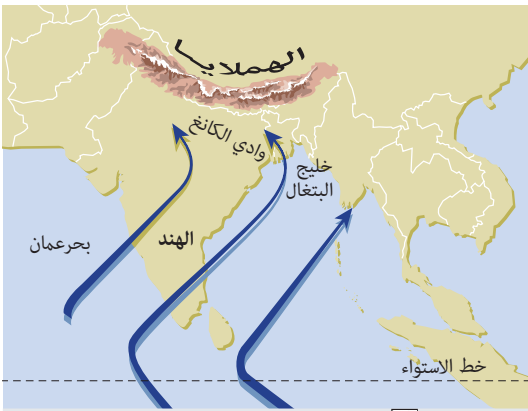
المناخ الموسمي

تُعد الرياح الموسمية عاملاً ضرورياً للإيقاعات المطرية وهي تيار جوي ينتج عن وصول رياح الأليزيه إلى خط الاستواء مع تغير اتجاهها.

من أفريقيا إلى أستراليا وتواجد قوي في آسيا

الرياح الموسمية هي ظاهرة عامة في المنطقة شبه المدارية، باستثناء المنطقة عند زاوية 20 درجة شرقاً (الساحل الغربي من أفريقيا) و160 درجة (غرب أستراليا)، حيث لا تنقلب الرياح لأن رياح الأليزيه لا تصل إلى منطقة الحمل الحراري شبه المدارية. وبالتالي، تسود هذه الظاهرة من أفريقيا إلى آسيا ومن المحيط الهندي إلى أستراليا وغينيا الجديدة: تتشارك هذه المناطق جميعها بنقطة واحدة، ألا وهي التناقض الكبير بين القارة شمالاً والمحيط جنوباً.

إلا أن الرياح الموسمية في أستراليا وأفريقيا لا ترتبط بفصل البرد، لذلك يفضل البعض حصر تسمية الرياح الموسمية فقط بآسيا. بذلك، تُلاحظ هذه الظاهرة أكثر ما تُلاحظ في شبه الجزيرة الهندية.



يُعتبر التباين بين قارة حارة ومحيط أكثر انتعاشاً أحد شروط نمو الرياح الموسمية التي تضعف حين يتراجع التباين الحراري، الأمر الذي يحدث حين يقصر النهار وتنخفض الشمس في الأفق أواخر الصيف.

أمطار كثيفة في فصلٍ واحد

نظراً للحرارة والمتساقطات، يمكن القول أن النمط الذي تشهده الهند هو عينه ذلك الذي يميّز المناخ المداري: ربيع جاف وقاس يمتد من نيسان/ أبريل حتى مايو/ أيار. يبدأ فصل الأمطار في أوائل يونيو/ حزيران حتى يوليو/ تموز حين نتوجه شمالاً وغرباً وتنتهي بين أيلول/ سبتمبر وأوكتوبر/ تشرين أول حين تنسحب الرياح الموسمية جنوباً. يبدو فصل الأمطار هذا واضح المعالم لا سيما وأن مناطقه تتلقى أكثر من 80 % وأحياناً 100 % من أمطارها السنوية في هذا الفصل. يبدأ بعد ذلك فصل الجفاف ليستمر حتى الصيف التالي. في الشتاء، تهب الرياح الموسمية الشمالية الغربية: في الهند تهبّ الكتل الهوائية من القارة الآسيوية – الأوروبية لتنتقل بعد ذلك إلى خليج البنغال ما يتيح لها فرصة حمل المياه وتوليد بعض المتساقطات فوق غرب ديكان على وجه الخصوص. يكون هذا الفصل مضيئاً وأحياناً منعشاً. في المقابل، تهبّ الرياح الموسمية الشتوية في بعض المناطق مثل شمال أستراليا وتمر فوق المناطق البحرية فتكون بالتالي محملة بالأمطار.

تحصل آسيا الجنوبية والجنوبية الغربية على أكثر من 80 % من مياهها في موسم الرياح الموسمية: تكون كميات المياه كبيرةً جداً لا سيما وأن هذا الموسم يسجل أعلى معدلات المتساقطات السنوية على الصعيد العالمي (أكثر من 10 أمتار سنوياً على الهملايا).

دورة جوية خاصة

في الشتاء، تتشابه الدورة الجوية في آسيا الجنوبية من حيث النمط مع دورات المناطق الأخرى: مرتفع جوي ينتمي إلى حزام الضغط الجوي العالي المداري يغطي شبه الجزيرة الهندية ويولد رياحاً من الشمال الشرقي على جهتها الجنوبية، رياح تشكل جزءاً من حزام الأليزيه التي تصل إلى خط الاستواء الجغرافي وتغيّر من اتجاهها لتتحول بالتالي إلى رياح موسمية شمالية غربية. خلال شتاء نصف الكرة الجنوبي (الفترة الموافقة لفصل الصيف في النصف الشمالي من الكرة الأرضية)، تزداد قوة مرتفع ماسكارين الجوي: تتجه رياح الأليزيه التي تتشكل عند جهته الشمالية شمالاً فوق خط الاستواء، لأن قوة المرتفع الجوي الهندي تتراجع إلى أن تختفي بفعل احترار التربة والطبقات الجوية المنخفضة. عند وصوله إلى خط الاستواء، ينقلب مسار التيار ليتحول إلى رياح موسمية جنوبية غربية. يغير التيار مساره مجدداً فوق الهند ليتوجه ناحية الهملايا.

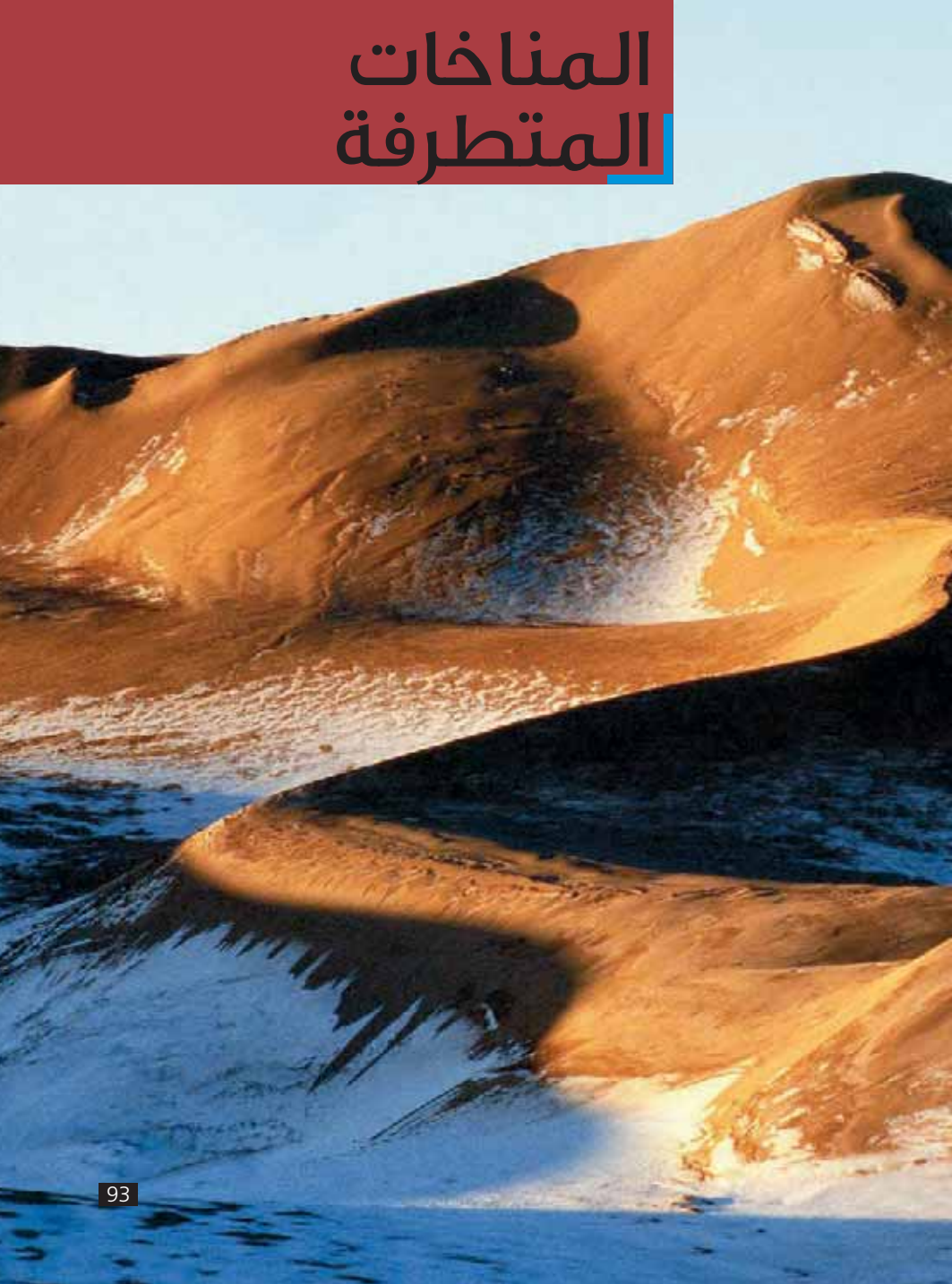
مصطلح متعدد المعاني

في الأصل، تعود جذور كلمة mousson إلى العربية وتعني انقلاب الرياح السنوي اتجاه غرب آسيا والمحيط الهندي. إلا أنها تستعمل أيضاً للدلالة على الفصل الذي يشهد هذه الرياح (في هذه الحالة نعني غالباً الرياح الموسمية الجنوبية الغربية)، الكتلة الهوائية التي تنقلها هذه الرياح (أمطار موسمية) أو هذا النوع من الدورات الجوية العامة. في بعض الحالات، يشمل استعمالها المنطقة بأكملها حيث يُحتمل أن تهبّ في مناطق أخرى، كالهند، جنوب غرب آسيا وآسيا الشرقية.

المناخات المتطرفة أو الجافة هي تلك التي تعيق تقدم الحياة: يُعتبر نقص المياه عاملاً يحدّ من نمو النبات والحيوان والإنسان. يصعب تحديد عتبة الجفاف المطرية بقدر ما تعتمد على المتساقطات وكذلك على التبخر، الذي بدوره يعتمد على حرارة الهواء والضغط وسرعة الرياح. تشمل دراسة النباتات والحيوانات الجفاف أيضاً. في حال كانت الحياة موجودة فعلياً في مختلف مناطق الكوكب، ستكون كثافة النشاط الحيوي وتنوعه محدوداً وأكثر توحداً في المناطق الجافة.

تُعد أقل الأنشطة الزراعية والتنوع الزراعي الأدنى مؤشراً على العوائق التي يفرضها المناخ على الحياة. يُعزى ذلك إلى نقص المتساقطات أو البرد الذي يؤدي إلى الجفاف الحيوي.

المناخات المتطرفة



العوامل التي تحد المناخ

تستفيد الأرض من مناخ متوسط يناسب الحياة بفعل الغلاف الجوي وتكوينه الخاص. ولكن يحصل أن تعيق بعض معاييره الحياة.

المعايير العازلة

رغم كون الهواء ضرورة أساسية للحياة، فإنه أحياناً قد يعيق نمو النباتات أو حتى يقتلها، إذا بلغت سرعته نسبة عالية جداً. يطور النبات قدرته على التكيّف (التجذر العميق، الشكل المشوه...) ما يتيح له أن يقاوم عملياً مختلف الظروف. يُعتبر غياب المياه، الذي هو عنصر أساسي للحياة، أكثر العوامل التي قد تعيق الحياة. ولكن لا وجود لأي وضع منهجي: يمكن تعويض المنطقة المحرومة من المتساقطات بفعل نظام هيدرولوجي موروث (المناطق المَائية العميقة) أو النشطة (الأنهار والبحيرات). يمكن أن تنمو الكائنات الحية في ظل ظروف مختلفة.

لا تُعتبر الحرارة عاملاً يحدّ من الحياة إلا في الحالات القصوى: مناطق حارة جداً حيث لا وجود لرطوبة تعوض كثافة التبخر، مناطق جليدية تتحول إلى جافة بفعل كبت رطوبة الجو. في كل الأحوال، يولّد اندماج الحرارة مع الرطوبة الحدود الموضوعية.

في الصحارى الباردة تماماً كما في الصحارى الحارة، يمكن أن نجد بعض آثار الحياة والإنسان، إلا أن كثافة هذه الحياة أقل مما هي عليه في المناطق التي تتسم بمناخات أكثر تسامحاً. يُعزى ذلك إلى الموارد الغذائية.

ظروف متوسطة ومتطرفة

تنمو الكائنات الحية على أساس الظروف المناخية المتوسطة، ومتوسط الفروقات المعقولة. قد تشكل الظروف المتطرفة، التي قليلاً

تم تغطية هذا المنزل الإيسلندي بطبقة من التربة الزراعية لضمان عزلة حرارية. تستند وجهته إلى الرياح المهيمنة وإلى التعرض للشمس.

الحضارة والتجلد

كانت الظروف المناخية التي سادت في عصر التجلد الأخير قبل 20 ألف عام قاسية. عند خطوط العرض المتوسطة، كانت درجات الحرارة أقل بعشر درجات تقريباً مما هي عليه اليوم. ومع ذلك، تبدو تلك الفترة مؤاتية لصيادي ما قبل التاريخ، مع حياة برية متنوعة وغنية في السهوب الباردة. في تلك الفترة، ظهرت أولى النشاطات الفنية. أكدت بعض النظريات أن الظروف الصعبة أجبرت الإنسان على إقامة نوع من التصنيف والتنظيم لضمان استمرار الحياة بما يعزز بدء حضارة جديدة.

ما تنشأ، عائقاً. وبالتالي، قد تتسبب رياح هوجاء تهبّ بقوة استثنائية على غابةٍ غير مهيأة لرياح مماثلة بأضرار جسيمة، غالباً ما تكون متوقعة من منظور إقتصادي قصير الأمد: ولكن في الواقع، تتمتع النباتات بقوة كبيرة تمكنها من التجدد، وتتيح هذه الأحداث الاستثنائية إمكانية التجدد بشكلٍ استثنائي أيضاً.

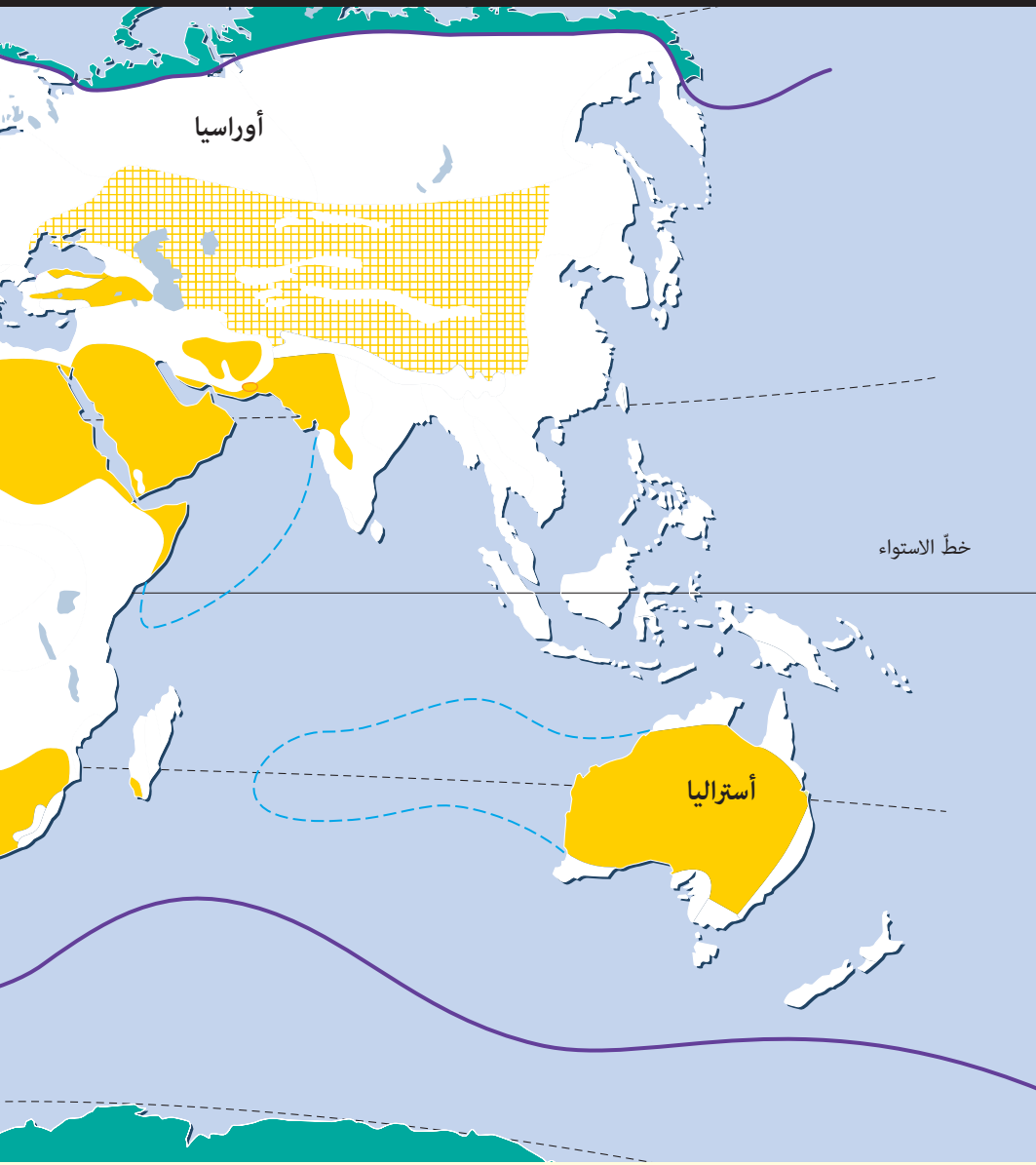
استقرار وتغيّر

في حال اعتُبر الاستقرار المناخي عاملاً يسهل استدامة ظروفَ الحياة والتنوع، فإنها في المقابل تولد نقاط ضعف، لأن المكان يفقد من قدرته على التأقلم. إلا أن التنوع المناخي يُعدّ ضماناً للتنوع: إذ تقوي من قدرة الأمكنة على التأقلم. ولكن، في حال تغيرت الظروف المناخية بسرعة، وفي حال تكرر حدوث الظروف الاستثنائية، لا يمكن للبيئة الطبيعية وللكائنات الحية أن تعتمد على قدرتها على التكيّف أو أن تقوم بالهجرات الضرورية للمحافظة على بقائها. على المدى الطويل، تؤدي هذه التغيرات إلى ظروف إحيائية جديدة.

الخريطة (الصفحات التالية)

يُعزى توزيع المناخات الجافة إلى مناطق الضغط العالي التي تمنع تأفق الهواء الرطب والهوابط الضرورية لتشكل المتساقطات. علاوةً على ذلك، يمكننا ملاحظة المناخات الجافة في المحيطات. يمكن ربط الجفاف أيضاً بالقارية: الابتعاد عن كلّ كتلة مائية تفسر بالتالي هذا الجفاف. وأخيراً، ثمة صحارى ساحلية ناتجة عن التيارات المحيطية الباردة.

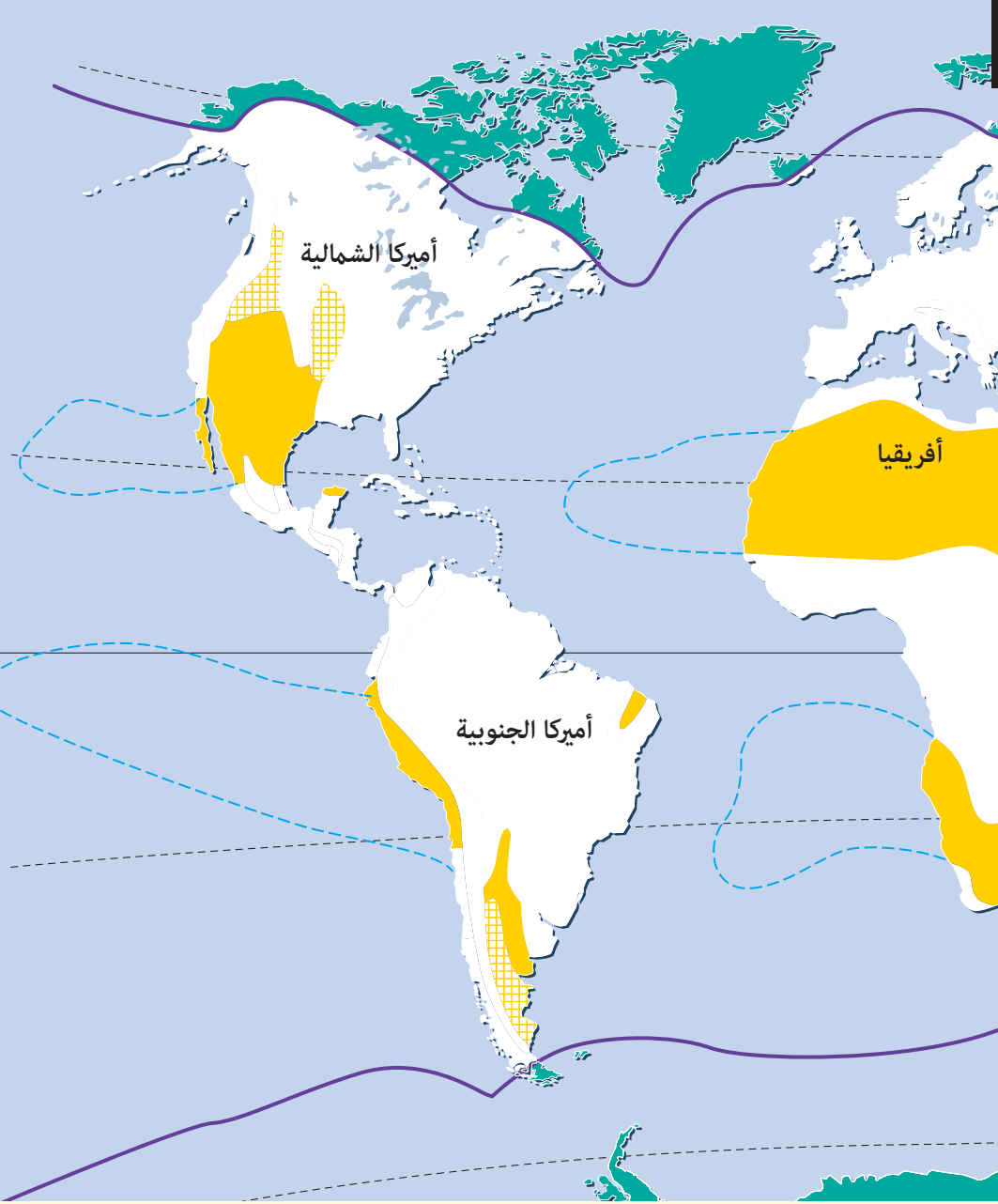
المناخات المتطرفة



مناخ قطبي

مناخ جاف: 1. شتاء بارد
2. شتاء حار

1 2


أميركا الشمالية
أفريقيا
أميركا الجنوبية
مناطق بحرية قليلة المتساقطات (أقل من 500 ملم)
حدود درجات الحرارة المتوسطة التي تقل عن 10 درجات مئوية في الشهر الأقل حرارة
0 2000 كم
المقاس عند خط الاستواء

المناخ القطبي

يتميز المناخ القطبي بالجفاف وغياب الحرارة أثناء فصل الصيف وبشتاء بارد ورياح قوية تزيد من قدرة الهواء على التسبب بالجفاف، وكلها عوامل تحدّ من إمكانية الحياة.

خطّ الحرارة المتساوية + 10°

قد يتسمّ تمدد المناخ القطبي بخطّ الحرارة المتساوية + 10° كمتوسط الشهر الأقل حرارة. في نصف الكرة الجنوبي، يرتفع هذا الحدّ بشكل كبير ليصل إلى 50° جنوباً وحول الأنترتيكا، وتكون أكثر انتظاماً ليتراوح بين 50° شمالاً (لابرادور) و70° شمالاً (شمال جنوب سيبيريا، ألاسكا)، لتشمل كامل منطقة غرينلاند، وثلثي إيسلندا، وجزء من اسكاندينافيا والأراضي الشمالية الغربية.

تحت خطوط العرض هذه، يكون البرد دائماً في شهر شباط/ فبراير، أي الشهر الأكثر قساوة. في كندا، عند محطة أوريكا التي تقع عند 83° شمالاً، يصل معدل الحرارة خلال شهر شباط/ فبراير إلى – 37°. يغطي الجليد الساحل الشمالي من أوراسيا باستثناء منطقة صغيرة على حدود اسكاندينافيا، تخضع للانجراف الشمالي الأطلسي. يكون الصيف أقل برودة بشكل خفيف: تتحرر منطقة المحيط الأنترتيكي من الجليد. ولكن، لا يخلو أي شهر من الصقيع.

مع ندرة محطات الأرصاد الجوية عند خطوط العرض المرتفعة، لطالما تم تحديد المناخ القطبي من خلال خط الأشجار الذي يتساوى مع خط الحرارة المتساوية 10° في خلال الشهر الأقل برودة. ولكن يمكن وضع بعض المعايير: وجود التربة الصقيعية الدائمة على سبيل المثال. أو خلال فترة فصل من دون صقيع لمدة 60 يوم. في الواقع، يميز نبات التوندرا هذا المناخ.

معجم

الدورة المائية: مجموع العمليات التي تشكل الدورة المائية بين مختلف الخزانات العالمية.

خط الحرارة المتساوية: خط، مكان، مساحة تخضع لدرجة الحرارة عينها لفترة محددة.

وكلما توجهنا عالياً نحو القطبين أو نحو المناطق المتجمدة، ازدادت المتساقطات: تصل كمية الثلوج المتساقطة سنوياً إلى حوالي متر في الجزر الواقعة على مقربة من الدائرة القطبية وإلى 5 سم داخل أنترتيكا.

يتكيف الدب القطبي تماماً مع البرد القارس في تلك المناطق: إذ يحميه الفرو والدهن ويسمح له بالحصول على موارده من قلب مياه المحيط المتجمد الجنوبي المتجمدة.

عامل الجفاف

حين تكون درجات الحرارة منخفضة جداً، تشكل عاملاً مهماً يحدّ العمليات البيولوجية. تنشأ هذه الحدود على مستويين. من جهة، حين يظهر الجليد، تتغير الدورة المائية، لا سيما وأن جزءاً كبيراً من مخزون المياه يكون على هيئة جليد. من جهة ثانية، تؤثر حرارة الجو على رطوبته/ 4.8 غرام/ م^3، بخار مياه يصل عند أقصاه إلى صفر درجة و0.34 غرام/ م^3 إلى – 30 درجة مئوية.

بعض الفوارق

ضمن هذه الحدود، ثمة بعض الفوارق الحساسة بين مناخ وسط الغطاء القطبي (غرينلاند والأنترتيكا)، المناخ الأنترتيكي القاري (الساحلي الشمالي في سيبيريا، كندا وغرينلاند)، المناخ القطبي المحيطي (شمال اسكاندينافيا، جزر شمال اسكتلندا، سبيتزبيرغ، جنوب شرق غرينلاند) والمناخ شبه القطبي (شمال أيسلندا، قمة غرينلاند الجنوبية، جزر جنوب المحيط الهندي والمحيط الهادئ). يكون المناخ الأول بارداً بشكل دائم (– 89 درجة في شهر تموز/ يوليو 1989 في فوتسوك في قلب الأنترتيكا)؛ والمتساقطات صلبة إنما قليلة. أما المناخ الثاني فيضم فترة صيفية مع ذوبان ملحوظ للجليد، في حين يعرف الثالث درجات حرارة قاسية شتاءً وذوباناً للثلوج ومتساقطات غزيرة (300 إلى 500 ملم) خلال الصيف الذي يستمر لبضعة أشهر. يتميز الفصل الأخير باعتدال أكبر إذ يمكن أن يذوب الجليد طوال أيام السنة وأن تهطل الثلوج شتاءً بغزارة (500 إلى 1500 ملم سنوياً).

المرتفع الجوي القطبي

ترتبط هذه الظروف المناخية بالدورة الجوية العامة: في الشتاء تُعزى درجات الحرارة المنخفضة جداً إلى ضعف الإشراق الشمسي الذي يعزز منطقة ضغط مرتفعة، الأمر الذي يمنع كل تأفق معتدل أو رطب للهواء. مع انخفاض درجات العرض، تتيح التيارات الشرقية القوية في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية تأفق الهواء الرطب. في الصيف، يؤدي الإشراق الشمسي إلى ضعف الضغط الجوي المرتفع: يمكن أن تتغلغل الاضطرابات الحاصلة عند الهوامش إلى المناطق التي يمكن الوصول إليها شتاءً.

المناخ الجاف البارد

تتلخص ميزات المناخ الجاف البارد بما يلي: متساقطات نادرة، رطوبة نسبية ضعيفة، إشراق هام، صيف حار وشتاء قاسٍ.

متساقطات ضعيفة وغير منتظمة

يسود المناخ الجاف البارد في المناطق عند خطوط العرض المتوسطة في أميركا الشمالية وعند خطوط عرض أقل من ذلك في أمريكا الجنوبية والأرجنتين. إلا أن امتداده يبدو أهم في أوراسيا، على شواطئ البحر الأسود في مانغوليا مروراً بآسيا الوسطى.

في هذه المناطق، تكون المتساقطات ضعيفة وغير منتظمة، ويُعزى ذلك إلى ندرة تأفق الهواء المحيطي في ظل وجود هذه المناطق على بعد بضعة آلاف الكيلومترات من المحيطات (آسيا)، أو بعيداً عن تأثيرها بفعل العوائق الجبلية (أميركا الشمالية والجنوبية). تضم بعض المناطق ومنها سهول التيبت وإيران العاملين معاً. تهطل المتساقطات بشكل غير منتظم في هذه المناطق باستثناء المناطق شبه الجافة حيث يمكن أن نشهد فصل الأمطار. هذه هي حالة المناطق الواقعة غرب بحر قزوين بشكل خاص حيث تمر كتل هوائية تحمل تياراتٍ شرقية قادرة على التزود بالرطوبة: تصادف ذروة المتساقطات في الربيع.

المناخ القاري الشديد

ابتداءً من 50° شمالاً، يسود المناخ القاري الشديد في مناطق واسعة في أميركا الشمالية وآسيا. ونظراً للانتقال من المناخ القطبي والمناخ الجاف البارد، يتميز هذا المناخ بفصل شتاء جاف وبارد جداً يستمر لبضعة أشهر، وصيف قصير جداً قليل الأمطار وغالباً ما يكون حاراً وعاصفاً تنمو خلاله النباتات بوفرة. تشهد هذه المنطقة المدى الحراري الأقوى بين الشهر الأكثر حرارة والشهر الأقل برودة: 62 درجة في سيبيريا. تهطل كميات قليلة من المتساقطات إلا أنها تكون غزيرة فوق الواجهات الشرقية حيث يكثر تأفق الهواء الرطب. تغطي الثلوج الأرض لمدة تتراوح بين 6 إلى 8 أشهر بفعل مرتفعات جوية قوية تسيطر على هذه المنطقة حيث تهب رياح قوية (بليزارد أو بوران).

تكيف الجمل، الذي تعود أصوله إلى آسيا الوسطى، مع الجفاف والبرد بشكل كبير: إذ يخزن الدهون في حدبته ويستطيع هضم أكثر الأعشاب قسوةً.

مدى حراري ملحوظ ورياح مجففة

لا شكّ أن درجات الحرارة تعتمد على خطوط العرض: كلما توجهنا إلى الأعلى، انخفض معدل الحرارة. يكون المدى الحراري اليومي

كبيراً وذلك بفعل رطوبة الجو الضعيفة، وغياب الغيوم التي تولد إشراقاً قوياً وغازات دفيئة محدودة: يكون الاحترار أثناء النهار وانخفاض الحرارة ليلاً واضحاً. علاوةً على ذلك، يكون المدى الحراري، الذي يتوسع حين نرتفع مع خطوط العرض، أيضاً ملحوظاً: نهار صيفي حار ونهار شتوي بارد. يرتبط هذا التباين الموسمي بالاختلاف الحاصل في كميات عطايا الشمس، الملحوظة عند خطوط العرض هذه. في ما يتعلق بالرياح، تشهد المناطق الواقعة تحت جبال ضخمة (الأند، روشوز، الجبال الإيرانية وبامير) رياح الفون التي تترك آثاراً مجففة هائلة: رياح شينوك في أمريكا الجنوبية والإغانيت في آسيا الوسطى.

معجم

العامل القاري: مجموعة المتغيرات المناخية التي يحددها ضعف التأثير البحري كلما تغلغلنا داخل القارة.

العامل القاري

من وجهة نظر جوية، تُفسر الرياح أولاً بفعل العوامل الجغرافية (البعد عن المحيطات، الجبال الواقية). إلا أن حالة مراكز العمل تعزز هذه العوامل: في الشتاء، يحد الضغط المرتفع تأفق الهواء الرطب. في الصيف، قد يسهّل الضغط المنخفض وصول الكتل الهوائية المدارية المتغيرة أو المحمّلة بالمياه فوق البحار الداخلية، في حال توفرت.

تميّز السهوب المناخ الجاف البارد وتتألف من أعشاب قاسية تتكيف مع البرد.

المناخ الجاف الحار

يُسجل هذا المناخ أرقاماً قياسية من حيث المتساقطات النادرة والإشراق الأقسى، ويقدم عالماً لا يخلو من الحياة النباتية والحيوانية، إلا أنها تتمتع بعوامل خاصة جداً تمكنها من التكيف مع ظروفه.

حزامان عند خطوط العرض المدارية

يسود المناخ الحار الجاف عند خطوط العرض المدارية في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي، وعموماً في قلب القارات (المكسيك، الصحراء الكبرى، القرن الأفريقي، الجزيرة العربية، الهضاب الإيرانية والأفغانية، صحارى التار، صحارى كالاهاري، وصحارى أستراليا). يسود هذا المناخ أيضاً في المناطق الجافة الواقعة على طول المحيطات (كاليفورنيا، شيلي، ناميبيا)، وكذلك في بعض الجزر المحيطية الواقعة في الجوار (جزر الرأس الأخضر، جزر الفصح).

لا تخلو مناطق المناخ الجاف الحار رغم قساوتها من الحياة بشكلٍ تام. ففي هذه الظروف الصعبة، تُظهر النباتات قدرتها الابتكارية على التأقلم: إذ تعيش لسنوات طويلة على هيئة حبوب وتقوم بدورة التكاثر عند هطول الأمطار، وتتميز نباتاتها بأوراق لماعة تحد من التبخر: جذور عميقة تصل إلى أعماق التربة لاستخراج المياه. في الحقيقة، يمكن تعداد حوالي 3000 نوع نباتي في الصحراء الكبرى يعتمد تصنيفها بشكلٍ كبير على توفر المياه.

يتكيف ثعلب الفنك مع ظروف العيش القاسية في المناطق ذات المناخ الجاف الحار بفضل أذنيه الكبيرتين اللتين تسمحان له بضبط حرارته الداخلية، ونظره الثاقب الذي يتيح له الخروج في الساعات الأكثر انتعاشاً.

ثلاث درجات من الجفاف

يتراوح مستوى جفاف هذه المناطق بين المعتدل (مناخ شبه جاف)، والمرتفع (مناخ جاف) والأقصى (مناخ شديد الجفاف). في الحالة الأخيرة، يقل معدل المتساقطات عن 40 ملم سنوياً وأحياناً أقل: يقل معدل المتساقطات السنوية في أسوان عن 2 ملم. في الحقيقة، لا معنى لمفهوم المعدل إذ قد تمرّ عدة سنوات متتالية لا تهطل في خلالها المتساقطات، لتهطل في أي وقت من السنة على شكل وابل قوي وقصير. في حالة المناخ الجاف، تتراوح كمية الأمطار بين 50 و150 ملم/ عام.... أما المناطق شبه الجافة فتشهد فصل أمطار يدوم بين شهر وأربعة أشهر. يزيد الجفاف حيث تنعدم التضاريس: فيسود مناخ شديد الجفاف في الصحراء الكبرى، مصر، ليبيا الجنوبية؛ ومناخ جاف في جنوب الجزائر ومناخ شبه جاف في الشمال.

إشراق ودرجات حرارة عالية

تقع هذه المناطق جميعها تحت تأثير الضغط المرتفع المداري: لذلك قد يصل الجفاف إلى المناطق المحيطية (كجزر الرأس الأخضر). يتميز الإشراق بقوة كبيرة (إذ يبلغ 90 % من قيمته القصوى النظرية)، ولما كان معدل زاوية ورود الإشراق قريب من العامودية، تتلقى المنطقة كمية كبيرة من الطاقة. في الواقع، يسجل معدل الحرارة السنوي ارتفاعاً إذ يتراوح بين 25 و30 درجة مع إيقاعات نهارية مميزة: ففي النهار تصل درجة الحرارة إلى أكثر من 50 درجة في وادي الموت في الصحراء الكبرى، لتنخفض مع هبوط الليل بمعدل 30 درجة في خلال بضع ساعات (في الشتاء، تصل دورياً إلى صفر درجة) ويُعزى ذلك إلى ضعف الرطوبة وبالتالي إلى تأثير غازات الدفيئة.

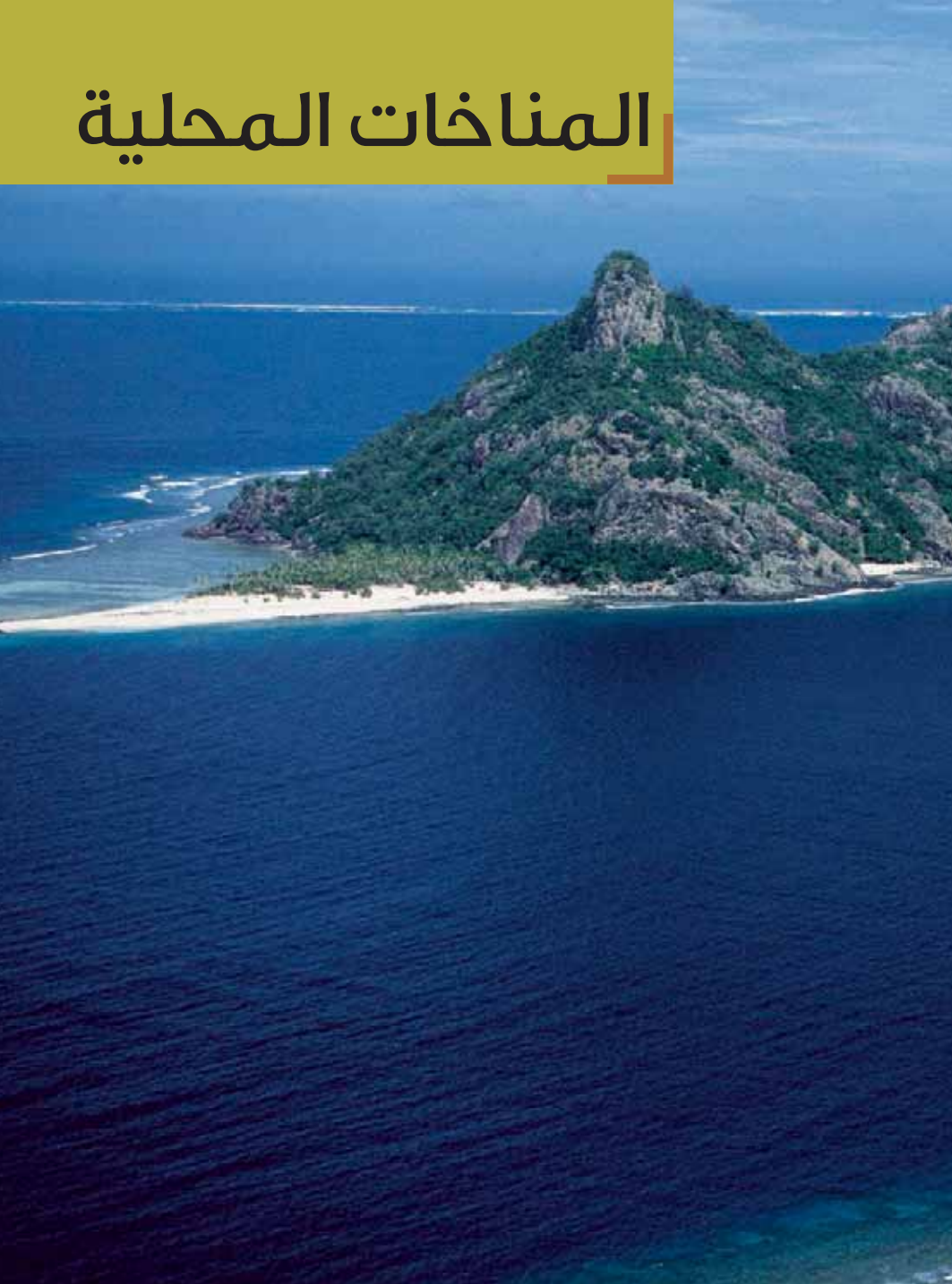
المناخ الجاف الساحلي

غالباً ما تشهد الصحارى الساحلية جفافًا أكثر من المناطق القارية المجاورة على محور شمالي – جنوبي شرق القارات: أتاكاما شمال شيلي، كاليفورنيا الدنيا، ناميبيا، جنوب المغرب وموريتانيا. لا تسيطر الصحارى الساحليةِ إلا على منطقة ضيقة ساحلية، لأن جبالاً ضخمة تحدّ الشواطئ الواقعة تحت تأثير التيارات المحيطية الباردة (تيارات هومبودت، كاليفورنيا، الكناري وبنغويلا) ما يؤدي إلى تراجع حرارة طبقات الغلاف الجوي الدنيا. يغلب هذا الهواء البارد والرطب هواء حار وجاف مع الارتفاع: فتصبح الصواعد الضرورية لهطول الأمطار الاستثنائية مستحيلة. في المقابل، تكون الظروف مناسبة لتشكل الضباب والغيوم المنخفضة. وبالتالي يكون الإشراق منخفضاً، والرطوبة عالية، ودرجات الحرارة أقل مما هي في الصحارى القارية.

لكل منا فكرة حدسية نوعاً ما تفيد بأن المناخ يعتمد في المقام الأول على خطوط العرض ووجود المحيطات أو التضاريس الكبيرة... ولكن محلياً، يخضع المناخ لسيطرة عوامل أخرى ومنها طبيعة التربة والركيزة الجيولوجية والنباتات ووجود الينابيع والبحيرات والمستنقعات أو الوجود البشري. تشكّل هذه العوامل المختلفة المناخ وتتداخل مع أشعة الشمس والدورة المائية ودورة الهواء ودرجات الحرارة وغيرها من المعايير التي تؤلف بدورها عناصر البيئة.

قد تتنوع المناخات المحلية كثيراً في جزيرة جبلية صغيرة بفعل خطوط العرض، قربها من البحر والتعرض للرياح أو عدمه.

المناخات المحلية



التربة، النباتات والمياه القارية

تؤثر الغابات أو المحيطات الكبرى محلياً على المناخ، وقد يمتد تأثيرها على الصعيد العالمي حين تتراكم أو تمتد على مساحات واسعة.

النباتات

تعتمد الحياة النباتية بشكل وثيق على الظروف المناخية: فأشعة الشمس تسمح بالتمثيل الضوئي، رطوبة الجو والمطر يسهلان نمو الحياة. تتدخل درجات الحرارة والرياح أيضاً وتؤديان دوراً مهماً في نمو النباتات. يحمل معظم النباتات علامةً مرئية تؤكد وجود هذه العوامل التي تشكل أحياناً عوائق: ريزومات أو بصلات تسمح للنبتة بالبقاء على قيد الحياة أثناء الفصل السيء. إلا أن النبات يؤثر كذلك على المناخ بفعل التبخر النضح الذي يمكن أن يؤمن كمية مهمة من المياه؛ في الواقع يكون المناخ أكثر رطوبةً في الغابات أو على مقربة منها. تعيد غابة الأمازون تجديد مياهها باستمرار: تمطر، تمتص النباتات جزءاً من المياه، تتبخر هذه المياه أو تنضح لتمطر مجدداً.

محلياً، يمكن أن يؤدي وجود المياه إلى تغيير كبير في المناخ: فقد يخفي تشكل الرذاذ الشمس لعدة ساعات يومياً، وتخفف الرطوبة العالية من الفروقات الحرارية.

تهدف غازات الدفيئة الصغرى هذه إلى تحسين المناخ المحلي: فهي تحمي النباتات من البرد فيما تتيح لها الاستفادة من عطايا الشمس، ما يسهل تقدّم النشاط البيولوجي. ولكن عند استعمالها بشكل مفرط، تغيّر الغازات هذه المناخ بفعل ارتفاع البياض – تزيد الأشعة المعكوسة – وتراجع تبخر المياه الجوفية.

التشكلات السطحية

يُعتبر المناخ أحد العوامل المهمة التي تساهم في تطور الصخور، التشكلات السطحية والتربة. إنه العامل الرئيسي في عملية التآكل: تتغير الصخور تحت تأثير مياه الأمطار التي تذيب بعض معادنها الحساسة إزاء أحماضها: عند اجتماعها مع البرد يمكن أن تتفجر المياه من الصخور، فتغيّر نقطة المياه أو البرد من تكوين الطبقة السطحية، وتتحرك التشكلات الساكنة بفعل عمليات انزلاق الأرض.

يتألف المناخ أيضاً من التشكلات السطحية. اللون على سبيل المثال يؤثر على كمية الإشعاعات المحلية (انعكاس الأشعة بفعل البياض)، وبالتالي على القدرة على تخزين الطاقة: الركيزة الداكنة تمتص عموماً كمية من الطاقة أكبر من تلك التي تمتصها الركيزة الفاتحة اللون القادرة على تعويض الطاقة على شكل حرارة في الساعات الأكثر برداً. علاوةً على ذلك، تؤثر قدرة مادة معينة على حبس المياه، هنا أيضاً، على رد تأثير رطوبة الهواء.

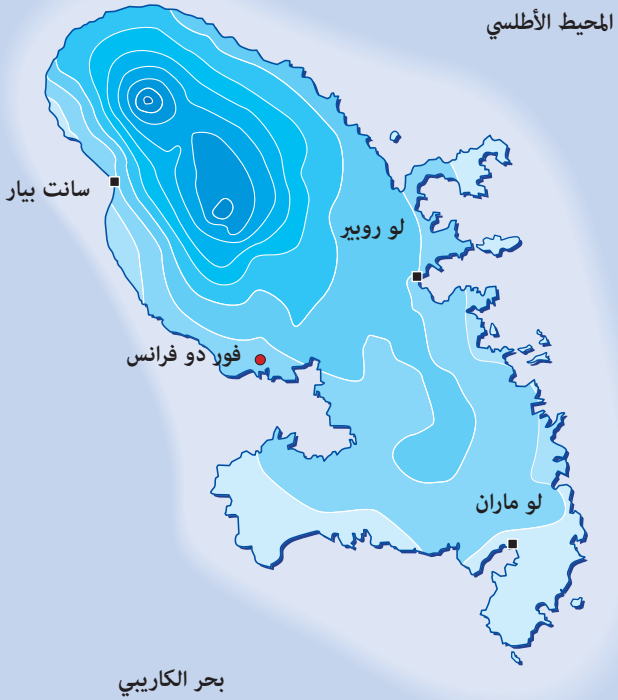
المياه القارية

لا شكّ أن طبقات المياه الجوفية، الأنهار، البحيرات والأنهار الجليدية تعتمد على كميات المتساقطات التي تحدد نظامها (مياه عالية ومياه منخفضة، الفيضانات وغيرها..). في ما يتعلق بالأنهار الجليدية، تؤدي الحرارة دوراً مهماً في إذابة الجليد، تمدده أو تقلصه. تتيح الكتل المائية هذه للكتل الهوائية أن تُحمّل مجدداً بالرطوبة بفعل التبخر. في ما يتعلق بالمساحات المائية الكبيرة (بحيرة بيكل أو البحيرات الكبيرة في شمال أميركا)، يبدو التأثير مماثلاً لتأثير البحر الداخلي. تؤثر الكتل المائية جميعها بما في ذلك الكتل الصغيرة على التلبد: يولد مستنقع معين أحياناً ضباباً ورذاذاً متكرراً ودائماً. ولما كانت هذه الكتل مهمةً بعض الشيء، يمكن أن تكون السبب الكامن وراء النسيم الحراري: بفعل الاحترار التفاضلي للكتلة المائية وكتلة التربة، يتشكل نسيم يومي يهب فوق المياه باتجاه الأرض طوال ساعات النهار وفي الاتجاه المعاكس ليلاً.

الخريطة (الصفحات التالية)

في جزيرة مارتينيك، تعتمد المتساقطات على الرياح المهيمنة: رياح الأليزيه. تهب هذه الأخيرة محمّلة بالرطوبة على شمال غرب الجزيرة ما يحسّن المتساقطات. في المقابل، يبدو تأثير رياح فون التي تهب فوق الأراضي الواقعة تحت تأثيرها (منطقة سانت بيار على سبيل المثال) واضحاً: فالرياح أكثر جفافاً وتقل الغيوم وبالتالي الأمطار. من ناحية أخرى، تزيد المتساقطات مع الارتفاع. ويبدو هذا واضحاً في شمال الجزيرة الجبلية التي يتلقى قسمها الجنوبي كميات أكبر من الأمطار.

المناخات المحلية: جزيرة المارتينيك



معدل المتساقطات السنوي في مارتينيك (ملم/ البيانات بين العام 1961 و1990)

500 1000 1500 2000 2500 3000 3500 4500 5000 5500 6000

0 10 كم

تضاريس الجزيرة:

- أكثر من -100 م
- من 500 إلى 1000 م
- من 100 إلى 500 م
- من صفر إلى 100 م

مسار رياح الأليزيه على سطح الأرض
من جهة معينة وأخرى من الجزيرة

0 10 كم

المناخ الجبلي

حتى وإن كانت لا تغيّر كثيراً من مزاياها، تترك الجبال في كل إقليم مناخي تغيرات ذات صلة بالارتفاع والتعرض للشمس.

الارتفاع والتعرض للشمس

يرتبط التغيير الأول الذي تسببه الجبال بالارتفاع: فمع ازدياد الارتفاع، تنخفض كثافة الهواء ويتراجع الضغط الجوي. تتراجع قدرة الغلاف الجوي على الامتصاص وتزيد أشعة الشمس: عند ارتفاع 3000 م، عند خطوط العرض المتوسطة، تتساوى أشعة الشمس مع الأشعة التي يتلقاها سهل عند خط الاستواء. أما التغير الثاني فيرتبط بالتعرض للشمس: عند خطوط العرض المتوسطة، تكون الجهات المعاكسة للجوانب أساسية، إذ تحدد الجوانب التي تتعرض للشمس وتلك التي تكون بمنأى عنها (الأمر مغاير عند خطوط العرض المنخفضة بسبب زاوية ورود أشعة الشمس شبه العامودية) ما يؤدي إلى نطاق تغيرات صغيرة ذات صلة بالحرارة والرطوبة والمتساقطات.

عند خطوط العرض المتوسطة، تتميز أودية الجبال بخاصية التبديل النباتي وبعدم التماثل العرضي للتباينات المناخية بين الجوانب المعرضة لأشعة الشمس وتلك الموجودة في الظل. يؤثر ذلك على التواجد البشري. تنمو الأنشطة الزراعية على السفوح الحارة، المنحدرات المعتدلة بفعل انزلاق التربة، في حين أن محطات الرياضة الشتوية تبدو أفضل على السفوح الباردة الأكثر انحداراً.

جزر البرد

لا تؤدي زيادة أشعة الشمس إلى ارتفاع الحرارة، إنما يُعزى هذا الارتفاع إلى الضغط الجوي المنخفض ونقاء الهواء، لأن تحول أشعة الشمس إلى حرارة بفعل امتصاص الهواء يبدو محدوداً. إن ميل الحرارة المتوسط – حوالي 0.6 درجة مع كل 100 متر ارتفاع – يعرف بعض الاختلافات بفعل الرطوبة: إذ يتأرجح من درجة/ 100 م (هواء جاف) و0.5/ 100 م (هواء مشبع). تشكل الجبال بالتالي جزر برد في قلب الإقليم المناخي الذي تنتمي إليه. تبدو الأمور أكثر تنوعاً محلياً بفعل التضاريس والتعرض للشمس وتأثير القناع.

عند خطوط العرض المنخفضة، يُعزى تبدّل النباتات إلى تراجع الحرارة وإلى تبدّل الرطوبة، ما يتيح للغابات المطيرة أن تنمو كما يبدو في الصورة على منحدرات جبل الكاميرون.

قصور الماء في الصحراء

تسهّل التضاريس الصواعد الضرورية لتشكل المتساقطات: تزداد هذه الأخيرة من حيث الكمية والكثافة مع الارتفاع حتى بلوغ الحد المطري الأمثل (الارتفاع الذي يُسجل أعلى معدل متساقطات). يعتمد ارتفاع هذا الحدّ الأمثل على الرطوبة والحرارة؛ وهو حدّ قابل للإصلاح بفعل النباتات التي تتحول إلى غابة مطرية. حين يتجاوز المعدل هذ الحد الأمثل، تنخفض الرطوبة بسرعة بمعدل مطلق، إلا أن الرطوبة النسبية تعرف فروقات مهمة بسبب المدى الحراري.

يغير التعرض للرياح المهيمنة لا سيما حين تكون رطبة هذا المبدأ: تتعارض السفوح المعرضة للرياح وللأمطار مع السفوح المعرضة للرياح الصحراوية. أخيراً، تزداد الثلوج مع الارتفاع. تؤثر قدرة انعكاس الغطاء الثلجي على الظواهر الإشعاعية: تنخفض الحرارة ويسود ضغط جوي مرتفع نسبي على الكتل الأكثر أهمية.

مواقع مخفية ولكن رياح خاصة

تؤمن التضاريس مواقع مخفية ومواقع معرضة للرياح بسبب موقعها بالنسبة للرياح المهيمنة. إلا أن تنوع حالات التعرض وآثار الارتفاع يولد رياح خاصة: رياح فون (هواء حار، جاف وسريع، يهب عكس الحواجز الجبلية) أو النسيم الحراري. في هذه الحالات تنشأ أيضاً انقلابات حرارية: في قاع الأودية أو الأحواض المحصورة، يتكدس الهواء البارد، تعلوه طبقة من الهواء الحار التي تحجب الصواعد. بشكلٍ عام، يزداد معدل التلوث سريعاً...

معجم

مطير: يتكيف مع الرطوبة العالية.

المناخات الساحلية والجزرية

تتميز المناخات الساحلية والجزرية بقربها من الكتل المائية الكبيرة، ما يؤثر على الرطوبة وأشعة الشمس والمتساقطات والرياح.

الرطوبة والمتساقطات

ترتفع رطوبة الجو عموماً على مقربة من السواحل وعلى الجزر. وإذا ما استثنينا بعض الحالات الخاصة المتمثلة بالمناطق التي تسيطر عليها مرتفعات جوية قوية (جزر الرأس الأخضر، غلاباغوس، وجزر الفصح) أو الصحارى الساحلية (أتاكاكا وكاليفورنيا وناميبيا)، تسهّل الرطوبة المرتفعة هذه تشكل المتساقطات حتى وإن كانت المتساقطات والأنظمة المطرية تتشابه مع متساقطات وأنظمة الإقليم المناخي الذي تنتمي إليه هذه الجزر والسواحل. بالإضافة إلى الرطوبة المرتفعة، تسهّل عوامل أخرى تشكل المتساقطات: الصواعد الجبلية في القارة أو التباين الحراري بين المحيط والقارة. إلا أن آثار هذه العمليات لا تظهر إلا على ارتفاع بضعة كيلومترات: وبهذا لا تتلقى المنطقة الواقعة مباشرة على الساحل أمطاراً أو تتلقى أمطاراً خفيفة إنما مستدامة، الرذاذ.

تزداد حرارة الأرض بشكل أسرع من المياه التي تتمتع بجمود حراري عال. أثنّاء النهار وعند شاطئ البحر، تنقل الأرض حرارتّها إلى الهواء، الذي يصبح أكثر خفةً فيرتفع لتنشأ رياح متصاعدة محلية. يحل الهواء الصباحي الأكثر برودة محل الهواء القاري (نسيم البحر). أثناء الليل، تهبط حرارة الرياح بشكل أسرع من حرارة الأرض: وبالتالي ينقلب التيار ويتحوّل اتجاهه من الأرض إلى البحر (نسيم البحر).

الإشراق والحرارة

تتعرض المناطق الساحلية والجزرية عموماً لإشراق خفيف، إذ تسهّل الرطوبة المرتفعة والعوامل الجغرافية تكثف المياه. تتميز المناطق الساحلية غالباً بالضباب. ولكن هنا أيضاً، لا تتأثر المنطقة الواقعة على شاطئ البحر: قد تستفيد الجزر الساحلية والكيلومترات الأولى من إشراق أهم من ذلك الذي تتلقاه الأراضي البعيدة.

على شاطئ البحر أو في الداخل، تتميز درجة الحرارة بمدى حراري يومي وسنوي ضعيف، لأن الرطوبة تحدّ انخفاض الحرارة ليلاً أو

شتاءً والاحترار نهاراً وصيفاً. فيؤدي بخار الماء دور العازل.

الرياح الساحلية

تنشأ رياح خاصة على مقربة من السواحل: النسيم الساحلي أو الشاطئي. إنّها رياح محلية أو إقليمية بتيارات مترددة نهارية، وتنتج عن الفوارق الحرارية في طبقات الغلاف الجوي السفلي الناجمة عن فارق في الاحترار (أو انخفاض الحرارة) بين القارة والمياه. يهب نسيم البحر عموماً عند الصباح في وقت ثابت ويزداد أثناء النهار، فيما يضعف تدريجياً عند نهاية فترة ما بعد الظهيرة. يهب نسيم الأرض عند الغسق وحتى ساعات الصباح الأولى. ينفصل نسيم البحر عن نسيم البرّ بتيار قصير الأمد حيث يكون الفارق الحراري شبه معدوم والغلاف الجوي هادئاً. يصل النسيم الساحلي إلى بضعة كيلومترات بعيداً عن الساحل.

في وجه الرياح، بعيداً عن الرياح

تتميز أغلبية الجزر بتعرضها للرياح المهيمنة: وبالتالي يمكن التمييز بين الساحل الواقع في وجه الرياح وذلك المحمي منها. يولد هذا التعارض تباينات مناخية جمة: إذ يتلقى الساحل الواقع في وجه الرياح عموماً كميات أكبر من الأمطار وتكون رطوبته منخفضة، ونسبة تعرضه للإشراق أعلى، وحرارته أعلى والمدى الحراري اليومي أو السنوي أكثر وضوحاً. يؤثر ذلك على النباتات وعلى إمكانية العيش في هذه المناطق، لأنه وفقاً للإقليم المناخي حيث تقع الجزيرة، قد يصبح الساحل الواقع في وجه الرياح جحيم من الرطوبة، والساحل المحمي منها صحراء لا يمكن العيش فيها.

حتى الجزر المنخفضة يمكن أن تكون مناسبة لتطور الصواعد ولتشكل الثلوج. إلا أن وجود هذه الغيوم يبدو مفيداً للملاحين إذ تشكل مؤشراً يدلهم على وجود جزيرة.

المناخات المدنية

لما كانت المدينة تتألف من مجموعة متنوعة من الأشياء (مباني، شوارع، منتزهات) التي تغير معايير المناخ وتشكل مجموعة من المناخات الصغيرة، فإنها تؤثر بشكل كبير على المناخ.

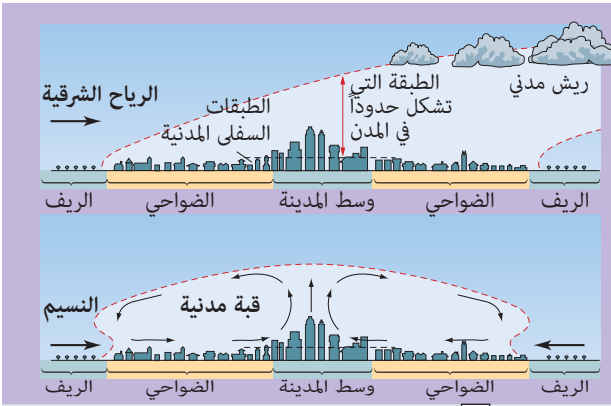
الشمس

تؤدي المباني إلى نشوء مناطق تتعرض بشكل مفرط للشمس (الواجهات الواقعة جنوباً) أو مناطق مزدحمة لا ترى الشمس أبداً، وهو أمر تسعى الدول الحارة إلى تطبيقه على أراضيها للحدّ من دخول أشعة الشمس إلى المناطق السكنية. من ناحية أخرى، تؤثر المدن على الظواهر الإشعاعية. تكون الأسطح والواجهات عموماً داكنةً أكثر من الأسطح النباتية، وبهذا يكون بياض المدن أضعف (بين 14 و19 % وفقاً للمواد المستعملة)، وتمتص المدينة أشعة الشمس إلى حد كبير. بالإضافة إلى ذلك، يحد التلوث وكذلك الغبار والغاز من الأشعة المرئية ويعزز من قدرة الهواء على امتصاصها.

الرياح

تشكل المباني عائقاً في وجه الرياح وتغير من طريقة هبوبها، فتحول مسارها وتقف عائقاً في وجه المساحات المعرضة للرياح. ولكن يمكن أن تظهر دوامات ورياح متسارعة لا سيما حين تقف المباني عائقاً في وجه الرياح: عند زوايا الشوارع، خلف المباني الكبيرة، في المخروط الذي يتشكل بين مبنيين، وفي فناء المباني المتناغمة...

كلما كانت العوائق مبهمة كان التأثير أقوى. تولد الشبكات المستقيمة إزعاجاً أكبر من ذلك الذي ينتج عن الأحياء ذات الشوارع المكتظة وغير المنتظمة. لكن يمكن أيضاً البحث عن الرياح من خلال بناء المدن على أراض رأسية، كما يحصل في البلدان الحارّة.



في ظلّ جو هادئ، تعلو المدن طبقة تتألف من خليط أكثر حرارة وأكثر غنى بالملوثات المتنوعة. تتخذ هذه الطبقة شكل قبة أو ريشاً في حال بعثرتها الرياح، علماً أنه يمكن رؤيتها بوضوح من الطائرة عند الاقتراب من المدن. في هذه الطبقة، تسهل تحركات الحمل الحراري والصواعد.

الحرارة

تغير كمية الأشعة التي ترسلها الشمس

وهبوب الرياح درجات الحرارة، إلا أن العامل الأهم في هذا المجال يبقى استهلاك الطاقة في المدن: فوسائل النقل والتدفئة والإضاءة العامة، إضافة إلى الأنشطة الصناعية، كلها عوامل تصدر الحرارة. ترتفع الحرارة في المدن عما هي في الضواحي لا سيما حين يكون الجو هادئاً، ويتراوح الفارق الحراري في المنطقتين بين 2 و 3 درجات ما يولّد نسيم حراري: في الليل تهب الرياح من الضواحي الأكثر برودة باتجاه المدن الأكثر حرارة. تصل سرعة هذا النسيم إلى 3م/ ثانية (7 إلى 10 كلم/ الساعة).

تبدو معالم الحرارة المدنية أكثر وضوحاً في الشتاء في المناطق الباردة، فقد يصل الفارق بين حرارة المركز والأطراف إلى 10 درجات. بينما يبقى معدل 2 إلى 3 درجات ضمن حدود المعقول. في الواقع، يندر وجود الجليد بعض الشيء ما يساعد بعض النباتات على النمو. ويُعزى هذا التباين إلى أسباب عديدة منها: وجود الملوثات التي تعزز من آثار غازات الدفيئة، الإحراق والإضاءة التي تعزز الحرارة.

المتساقطات

لما كانت المدن تغير من اتجاه الرياح وتسبب حركات جوية خاصة، فأنها تغير من الدورة الجوية محلياً. تعزز الظواهر الإشعاعية (الامتصاص، غازات الدفيئة المحلية) عدم استقرار الهواء وتصاعده، وبالتالي تشكّل المتساقطات التي يرتفع منسوبها في ظل رياح المدن، إلا أن المدن في حد ذاتها لا تتلقى كميات كبيرة من الأمطار، ويُعزى ذلك إلى تغيير الدورة المائية بفعل ميزة الأرض المقاومة للماء، فتتركز الأمطار ولا تتغلغل إلى الباطن، الأمر الذي قد يؤدي إلى نتائج كارثية، لا سيما عند هطول أمطار غزيرة جداً.

تصحيح المناخ المدني

يأخذ المفهوم المدني المناخ بعين الاعتبار وبشكل جدي في حالتين: الرياح والأمطار. حين لا نعير الرياح الاهمية اللازمة، خاصة عند التفكيرً في البناء، نعمد إلى تنفيذ ما يسمى «نسيم – رياح» شبيهة بخطوط التحوطات، بهدف تخفيف سرعة الرياح من خلال تجديدها وتغيير اتجاهها تدريجياً. في ما يتعلق بالمتساقطات، نعمد إلى بعض التقنيات للحد من خطر الفيضانات (أحواض لاستبقاء المياه، خزانات أرضية...) أو إلى عمليات تنظيمية (ضرورة تخزين جزء من النباتات لتمكين التسرب الطبيعي).

تحليل التغيير المناخي

بات المناخ قضية بيئية وسياسية هامة بفعل تغير تكوين الغلاف الجوي، الأمر الذي قد يؤدي إلى تغيرات مناخية هامة.

تغير تكوين المناخ الجوي

في حال استثنينا بخار الماء، يتكون الغلاف الجوي من 99 % من الأوكسجين والنيتروجين، وتتوزع نسبة 1 % المتبقية بين عدة أنواع من الغازات الأخرى التي تتواجد بكميات ضئيلة جداً. يتميّز جزءٌ من الغازات هذه بالشفافية في النور المرئي وبالغموض في الأشعة ما دون الحمراء، ويُطلق عليها اسم غازات الدفيئة التي تضم أساساً ثاني أكسيد الكربون، الميتان، وأكسيد النيتروجين التي تتواجد أصلاً في الغلاف الجوي، بالإضافة إلى غازات جديدة اصطناعية ومنها الكلوروفلوروكربون والهيدروكلوروفليوروكربون. تزيد محتويات هذه الغازات جميعها بانتظام. فعلى سبيل المثال، في ما يتعلق بثاني أكسيد الكربون، تشير قياسات قامت بها محطة مونا لوا أنه منذ العام 1960 ازداد هذا المحتوى بمعدل 15 %. على صعيد زمني طويل، أتاح حفر جليدي في الأنترتيكا إعادة تشكيل 160 ألف عام من تاريخ محتوى الغلاف الجوي من ثاني أكسيد الكربون.

معجم

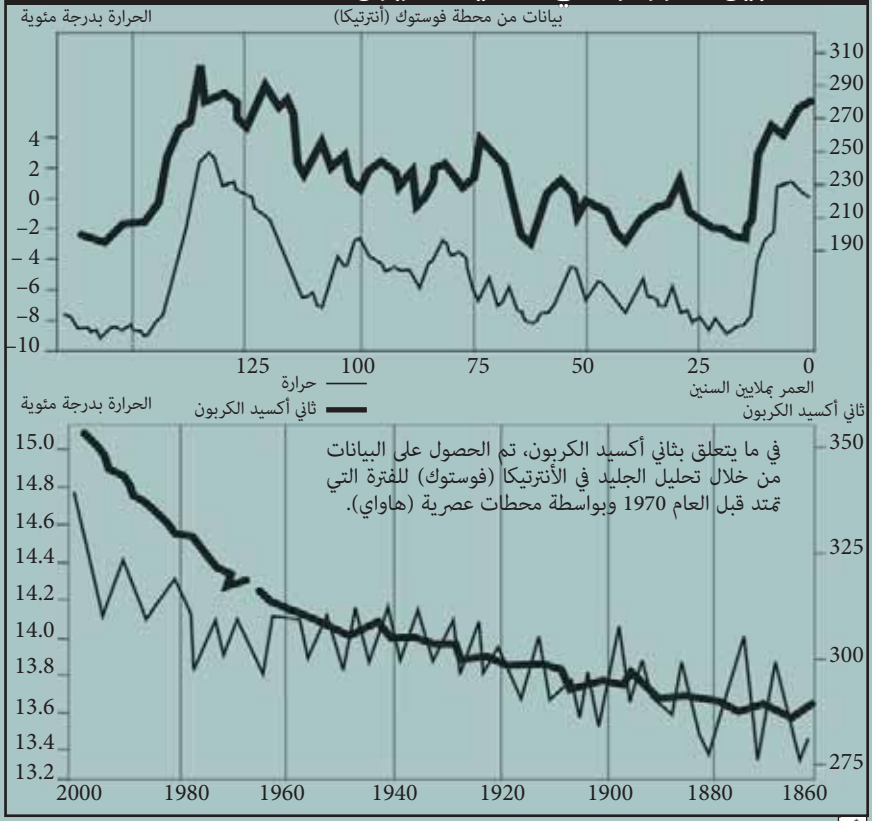
كلوروفليوروكربون (CFC) غاز مركب يتألف من الميتان والإيتان والبروبين. هيدرولكوروفليروكربون ورمزه HCFC

نستنتج بالتالي أن ارتفاعاً ملحوظاً في محتوى ثاني أكسيد الكربون قد بدأ منذ العام 1850: إذ تبلغ 30 % في خلال قرن من الزمن، وهي الزيادة الأسرع منذ 160 ألف عام.

الرابط بين تكوين الغلاف الجوي والحرارة

أتاح هذا الحفر الجليدي أيضاً إعادة تشكيل تاريخ الحرارة على مدى 160 ألف عام، وتبيان العلاقة بين عاملين: يتبع التكوين الغازي والحرارة الميول عينها. يبدو كل شيء عادياً: تأثير غازات الدفيئة يظهر في العملية التي تتيح لغازات الغلاف الجوي التقاط أشعة الأرض ما دون الحمراء وتحويلها إلى أشعة محسوسة. وبهذا يستفيد الغلاف الجوي العالمي من حرارة متوسطة تصل إلى 13 درجة، والتي يُقدر أنها قد تصبح – 18 درجة، في ظل غياب هذه الغازات وبخار الماء. بفضل هذه العملية تنعم المدن بليل أكثر انتعاشاً من ليل الريف (تحت تأثير غازات الدفيئة الملوثة)، في حال كانت السماء ملبدة بالغيوم (تحت تأثير بخار الماء)، وتسيطر على السواحل درجات حرارة أقل من تلك التي تسيطر على المناطق القارية.

العلاقة بين الحرارة وثاني أكسيد الكربون



مصدر غازات الدفيئة

تتواجد أغلبية الغازات المخالفة طبيعياً في الغلاف الجوي، إلا أن الأمر ليس سيان في ما يتعلق بزيادة محتواها، إذ يُعزى جزء من هذه الزيادة، التي لا تُعتبر طبيعية، إلى الأنشطة البشرية، وفي المقام الأول إلى كميات الطاقة المستعملة. في الواقع، عند حرق الطاقة الأحفورية، يتم تفريغ كربون أحفوري منذ العصر البدائي. يتورط النشاط الصناعي وكذلك وسائل النقل أو الاستهلاك المنزلي في زيادة ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيترات. أما الميتان فيرتبط بالأنشطة الزراعية (عملية التخمير الهضمي لدى الحيوانات التي تجتر) وإلى التنظيف (التخمير في المستنقعات). تستعمل غازات الكلوروفلوروكربون والهيدروكلوروفليوروكربون في مرذاذ المواد المبيدة للحشرات وأنظمة التبريد. غالباً ما يكون بخار الماء مرتبطاً بحرارة الجو: كلما ارتفعت، كلما كان التبخر أعظم.

توقع التغير المناخي

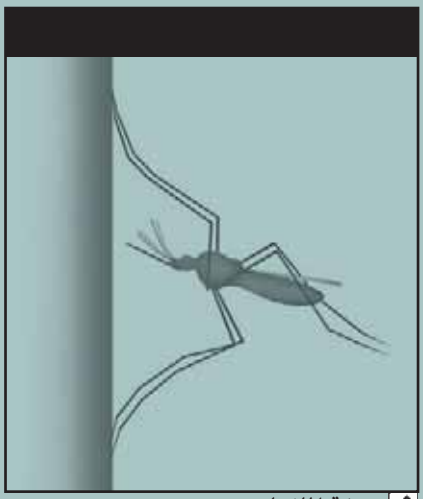
إن المعرفة التي تتوفر لدينا عن طبيعة عمل الغلاف الجوي، تفسح المجال أمامنا لتوقع ارتفاع حرارته. ما هي النتائج العالمية التي قد تنتج عن ارتفاع الحرارة؟

النماذج ومدلولاتها

كما يتوقع الإنسان حالة الطقس للأيام الخمسة أو الخمسة عشرة المقبلة، يمكن كذلك إعداد نماذج عن المحاكاة المناخية: تستعمل لتحديد مدى الاحترار المناخي المتوقع حصوله نتيجة تغير تكوين الغلاف الجوي ومواعيده النهائية. وبالتالي، في ظلّ نظرية تضاعف كمية ثاني أكسيد الكربون، تزداد الحرارة بمعدل يتراوح بين 1.9 درجة و5.3 درجة، وكذلك التبخر والمتساقطات بنسبة تتراوح بين 3 و15 %. أما في ما يتعلق بمواعيد هذه المضاعفة (بالنسبة إلى الشروط الأساسية التي كانت سائدة في العام 1850)، يُعتقد أنه يمكن بلوغها في الفترة الممتدة بين 2020 و2100. تميل النماذج أيضاً إلى تحديد نتائج ارتفاع الحرارة والمتساقطات فوق المناطق الجليدية والبحار عند ذوبان الجليد، ونتحدث هنا عن أرقام تتراوح بين 14 و80 سم حتى نهاية القرن الواحد والعشرين.

الشكوك

لا تكفي هذه الأرقام لتأكيد الأمور، فهي لا تتيح مثلاً معرفة الدور الذي قد تؤديه زيادة التلبد بشكلٍ دقيق. في الحقيقة، كلما زادت الغيوم البياض الكوكبي، تلقت الأرض كميات أقل من الأشعة المباشرة وانخفضت درجة الحرارة. إلى ذلك، تتعدد الفرضيات التي تتناول تطور الدورة الجوية أو المحيطية: أي مسارات ستختار المرتفعات والمنخفضات الجوية والأعاصير والتيارات المحيطية؟ لا تقدّم النماذج توقعات تقوم على أساس جغرافي أدق. وأخيراً يصعب وصف المناخات التي ستسود محلياً في نهاية القرن الواحد والعشرين. يسود الشك أيضاً حول مسألة معرفة ما إذا كان التغير المناخي الكبير قد بدأ أم بعد: في خلال قرن، ارتفع معدل الحرارة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية بمعدل 0.58 درجة، وكانت فترة العقد التي تتراوح بين العام 1990 و2000 الأكثر حرارة منذ العام 1860 حين ظهرت أولى المقاييس الموثوقة. أما في ما يتعلق بالجليد، الذي تتم مراقبته عبر المجهر، فقد ذاب جزء منه محلياً (الطوف الجليدي في الأنترتيكا من دون أن يكون لذلك أي نتائج على المستوى البحري، لا سيما وأن هذا الطوف يعوم فوق الماء)، في حين أن حجم بعضها الآخر يزداد (في الأرجنتين وشيلي)، مستفيدةً من زيادة كمية الثلوج المتساقطة...



بعوضة الملاريا

طيور مصابة في تشيكيا، أحصنة في فرنسا، حالات وفاة في الولايات المتحدة... منذ بضع سنوات، بدأنا نلاحظ انتشار بعض الأمراض (فيروس اللسان الأزرق، فيروس إيبولا، فيروس حمى وادي ريفت...) التي غالباً ما يرتبط انتشارها بالبعوض. في حال ثبت تأثير تطور وسائل النقل العالمية والمنشآت العالمية (السدود...) في هذا الأمر، فإن البعض يرى فيها علامةً للاحترار المناخي.

القضايا المجتمعية

استرعت مسألة المناخ والتكلفة الكبيرة جداً لهذه الكارثة المناخية المحتملة إهتمام المسؤولين السياسيين والاقتصاديين. وكان توقيع اتفاقيات دولية (اتفاقية كيوتو) أمراً صعباً نظراً لثقل المقاييس الاقتصادية والمجتمعية، لا سيما وأن الأمر يعتمد على تخفيف استهلاك الطاقة الأحفورية.

من ناحية أخرى، لا يهدد خطر التغير المناخي الدول كافةً: فالخطر الذي تواجهه جزيرة المحيط الهادئ الصغيرة على سبيل المثال لا يشمل روسيا التي تمنع استعمال الوقود الأحفوري والتي يمكن أن تُؤيد باحترار مناخي.

إضافة إلى هذه الإشكالية، تتضمن القضية كيفية الحدّ من انبعاث غازات الدفيئة، وإلى أي حدّ يجب أن نخشى أو أن نتأمل باحترار مناخي محتمل. وبالتالي، ينتهي الاحترار في دول كالمالديف والسيشيل بإبادة بسيطة. ولكن الاحترار المناخي يجعل المناخ في الدول الشمالية الكبرى ككندا وروسيا التي تعاني فصل شتاء طويل وقاس، أكثر اعتدالاً، الأمر الذي يؤدي إلى زيادةً الإنتاج الزراعي وتراجع محتمل في كمية الطاقة المستعملة للتدفئة وتحسن في قطاع النقل....

تعيق الشكوك القدرة على التفكير مرتين. حتى في ظل فرضية إمكانية الحصول على ظروف مناخية جديدة، تبدو التكلفة كبيرة جداً: فالانتقال من التايغا إلى الأراضي الخصبة يبقى أمراً صعباً. لذلك، تلجأ الدول لأسباب مختلفة إلى الاتفاقيات الدولية: تشكل الوقاية من التغيرات المناخية الكبرى أحدى أكبر التحديات التي يجب مواجهتها في العالم حالياً.

نموذج المحاكاة

لإعداد النماذج، يُعتبر الغلاف الجوي مجموعة طبقات تراعي وظيفتها وعلاقاتها بعضها مع بعضها الآخر قوانين علم الفيزياء (السوائل والديناميكا الحرارية)، القابلة للصياغة على شكل معادلات في علم الرياضيات. تعتمد دقة النموذج وموثوقيته على عدد العوامل الأولية التي أُخذت بعين الاعتبار (معلومات حول وضع الغلاف الجوي الأساسي، دور المحيط والنباتات...)، التناغم الجغرافي وخطوة الزمن المؤقت. ويعني ذلك حسابات هامة. ترتبط مصداقية النماذج بقدرة المسؤولين عن الحاسبات وبالمعلومات المتوفرة عن وظيفة الغلاف الجوي.

معجم المصطلحات

أزمة مناخية
شذوذ مناخي ملحوظ ومستدام يتناسب مع عدم قدرة النظام الجوي على ضبط نفسه (تعد ظاهرة النينو أحد أهم هذه الأزمات).

الإشراق
(أو طاقة التشميس أيضاً) هي المدة التي يتلقى في خلالها مكان معين أشعة الشمس المباشرة.

إشعاع
راجع أشعة.

إشعاع
كمية الطاقة المشعة التي تتلقاها مساحة معينة.

أشعة
عملية انتقال الطاقة على شكل جزيئيات أو موجات مغناطيسية أو صوتية.

الاضطراب
تحرك السائل حين يكونٍ في حالة دوامة استناداً لحركة الهواء المتوسطة.

الاضطراب
نظام دوامة يتميز بمقاييس كبيرة عامةً وبانقطاع حقول الضغط والحرارة والرطوبة.

الالتقاء
حركة كتلتين هوائيتين تتوجهان نحو نقطة واحدة.
امتصاص
عملية احتباس الطاقة من قبل مادة معينة.

الانتشار
انتشار أشعة الشمس في مختلف الاتجاهات عبر الغازات والهباء الجوي.

الانحراف
تدفق الهواء خارج التدفق الرئيسي.

الانصهار
انتقال المياه من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة.

انعكاس
تحول اتجاه الأشعة الواردة التي تصل إلى المساحة العاكسة من دون تغيير طول الموجة.

البياض
جزء من أشعة الشمس الواردة المعكوسة بسطح أو جسم معين بالنسبة إلى الأشعة الواردة.

التأفق
حركة كتلة الهواء في شكلٍ أفقي.

التبخر – النتح
كمية المياه التي تتبخر في الجو سواء عن طريق تبخر المياه الحرة أو عن طريق نتح (تعرق) النباتات.

التبخر
تحول المياه من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية.

التبريد الفائق
حالة الماء حين تبقى سائلة رغم أن حرارتها أو الحرارة الخارجية تقل عن صفر درجة.

التجلد
فترة جيولوجية تتميز بامتداد الكتل الجليدية اتجاه الارتفاعات المنخفضة وامتداد الكتل الجليدية الجبلية اتجاه الوديان.

التحام
عملية تكدس القطرات

الجزيئية بفعل التصادم.

تروبوسفير
الطبقة السفلى في الغلاف الجوي.

تشبع
كتلة بخار الماء القصوى التي يمكن أن يحتويها حجم مائي معين استناداً إلى درجة حرارته وضغطه.

التكثف
انتقال الماء من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة او الصلبة.

التلبد
كمية الغيوم الموجودة في السماء.

التمثيل الضوئي
عملية تحول المياه والكربون المتواجد في الغلاف الجوي والإشراق الشمسي إلى مواد عضوية داخل النباتات.

التيار النفاث
ريح قوية تهب في الغلاف الجوي على ارتفاع يفوق 6 كلم.

الجبهة
منطقة انقطاع (حراري، رطوبة، ضغط) داخل الغلاف الجوي.

جفاف
ظروف يتخطى في خلالها التبخر المحتمل المتساقطات في شكلٍ دائم.

الحدّ الأقصى
في مجموعة من القيم ولفاصل زمني معين، مهلة تتميز بأعلى قيمة، ويمكن احتساب معدل الحدود القصوى اليومية أو الشهرية...

الحرارة الكامنة
طاقة تمتصها أو تحررها مادة في ظلّ تغيير المرحلة (انصهار، تبخر، تكثف).

حرارة محسوسة
حرارة تغير درجة حرارة الجسم.

الحمل الحراري
نمط تحول الحرارة في السائل من خلال انتقاله تحت تأثير الفوارق الحرارية.

خشونة
عائق أو قسوة مادة معينة ما يسبب عوامل اضطراب.

خط الاستواء الأرصادي
راجع منطقة الالتقاء شبه المداري

خط الاستواء الحراري
الخط الخيالي الذي يلي معدل الحرارة السنوي الأقصى عند كل خط زوالي.

خط التحاور
خط، مكان أو مساحة خاضعة لدرجة حرارة واحدة لفترة زمنية معينة.
خط تساوي الضغط الجوي يُطلق على سطح أو خط يساوي الضغط الجوي.

خلية
دورة جوية يولدها توزع مورد الطاقة وتربط في الحركات العامودية والأفقية بين التروبوسفير الأعلى والأدنى.

الدورة المائية
مجموعة دورة المياه بين مختلف الخزانات في العالم.

الرذاذ
نيزك سائل تتألف من قطرات دقيقة من الماء (يقل قطرها هن 0.5 ملم) والتي تسقط كما وأنها تعوم في الهواء.

الرطوبة النسبية
كتلة بخار الماء الموجودة في حجم معين من الهواء مرتبطة بكتلة قصوى من بخار الماء التي يمكنِ أن يحتويها الهواء وفقا

للحرارة والضغط (%).

الرطوبة
قياس ودراسة بخار الماء الموجود في الغلاف الجوي.

زاوية الورود
زاوية مؤلفة من الإشعاع المباشر والمساحة المتلقية.

شذوذ مناخي
فارق بين عدد من عوامل المناخ الناتجة في شكل غير منتظم ومن دون قياس مشترك مع تطرف أو مبالغات مناخية.

الصواعد
حركة الهواء العمودية اتجاه الأعلى.

الضباب
تركز قطرات صغيرة من الماء معلقة على مقربة من الأرض (يُستعمل هذا المصطلح حين تكون الرؤية الأفقية تساوي كيلومتر واحد أو أقل من ذلك).

عامل مناخي
عمل يميّز الغلاف الجوي (الإشراق، الريح، رطوبة الجو والمتساقطات).

عدم الاستقرار
خاصية نظام معين (كتلة هوائية على سبيل المثال) التي يميل مختلف أنواع الاضطرابات التي تشملها هذه الخاصية إلى التضخم.

علم الأحياء المناخي
فرع من علم البيئة يدرس العلاقات بين الكائنات الحية والبيئة المناخية.

علم الأرصاد الجوية
علم الغلاف الجوي الذي يدرس حالاته المختلفة بهدف تحديد توقعات الطقس.

علم الأمطار
دراسة المتساقطات وماهيتها وتوزعها الزمني والمكاني وتقنيات القياس.

علم الزراعة
تطبيق علم المناخ على الزراعة.

علم المناخ
علم يرمي إلى وصف، تصنيف، وتفسير توزع مختلف أنواع المناخ وتاريخها.

عنصر
جزء خاص من حركات الهواء العامودية والأفقية.

غشاوة
ضباب خفيف يحد من الرؤية لمسافة تتراوح بين 1 و5 كلم.

فون
رياح جافة، حارة وسريعة وخامدة تهب في وجه التضاريس المحمية من الرياح.

القارية
مجموعة التغيرات المناخية التي يحددها ضعف التأثيرات البحرية كلما تغلغلنا إلى قلب القارة.

قطب البرد
نعني بها المنطقة التي تُسجل أعلى الحدود الدنيا في كلّ من نصفي الكرة الأرضية.

قيمة عادية
قيمة إحصائية لعامل مناخي محددة لفاصل زمني يصل إلى 30 عام.

كتلة هوائية
وحدة جوية ممتدة جداً تتشابه خصائصها (الحرارة، الرطوبة...) نسبياً.

كسر الإشراق
النسبة بين مدة الإشراق ومدة الإشراق الحراري القصوى.

الكلوروفلوروكربون
غاز اصطناعي مصنوع من

الميتان والإيتان والإيتيلين والبروبين يؤدي دوراً في تغيير طبقة الأوزون.

المتساقطات
مجموعة النيازك المائية السائلة أو الصلبة التي تهطل من الغلاف الجوي؛ مجموعة العمليات التي تبدأ بتكثف بخار الماء وتصل إلى هطول النيازك المائية.

متوسط
مجموع قيم مجموعة من الأرقام مقسمة وفقاً لرقم القيمة، في علم المناخ، يُحتسب المتوسط لفترة معينة تتراوح بين يوم وعقد أو أكثر من ذلك.

المدى
الفارق بين القيمة القصوى والقيمة الأدنى لمجموعة من البيانات في فاصل زمني معين (السنة، اليوم...)

مطري
مهيأ لتحمل رطوبة عالية.
ملجأ

المناخ القديم
مناخ الماضي ومناخ الفترات الجيولوجية عموماً.

المناخ
مجموعة حالات الغلاف الجوي (حرارة، ريح...) في مكان معين وفترة محددة (شهر، عام، ألفية).

منطقة الالتقاء المداري
راجع منقطة الالتقاء شبه المداري.

منطقة الالتقاء شبه المداري
الخط الذي يفصل بين الدورة الجوية في كل من نصفي الكرة الأرضية.

موقع ملائم كملجأ
موقع محمي من فائض المناخ بفعل عائق معين (نبات، مبنى، تضاريس) أياً كان حجمه.

ميل حراري
معدل تغير الحرارة على المستوى الأفقي أو العمودي.

ميل مطري
راجع ميل حراري.

نظام مطري حراري
إيقاع يتبعه عنصر مناخي (متساقطات، حرارة) على صعيد موسمي.

نظام مطري
راجع نظام (مطري، حراري).

نقطة التشبع
درجة الرطوبة التي تتشبع بها الكتلة الهوائية بفعل درجة الحرارة والضغط.

نموذج
تمثيل مبسط أو الممسوحة ضوئياً للغلاف الجوي وخصائصه يهدف إلى توقع الحالة الجوية أو محاكاة المناخ.

نيزك
ظاهرة يمكن رؤيتها في الغلاف الجوي (متساقطات، ظواهر بصرية أو كهربائية) باستثناء الغيوم.

النينو
ظاهرة محيطية تتميز باحترار مياه وسط المحيط الهادئ وغربه في شكل غير عادي لا سيما على طول سواحل البيرو.

هطول المطر
كمية المتساقطات التي تهطل في مكان معين وفي فترة محددة.

الورود
حركة الهواء العامودية نحو الأسفل.

فهرس

فهرس
آثار الدفيئة 54–55، 103، 115
أثر الإخماد 47
أجهزة قياس (راجع قياس)
الاحترار الكوكبي (راجع التغير المناخي)
إحصائيات 76
أربعينيات مزمجرة 31، 35
إشراق، كسر الإشراق 15، 30، 42–43، 46–47ظن 77، 85، 87، 100، 103، 106، 110
إشعاع الشمس 43، 44–45، 46
أشعة الشمس 26، 48، 50، 54، 83
اضطراب 98 ، 67، 69، 81
إعادة تشكل المناخات 11، 23
اعتدال 46، 87
إعصار 16، 17، 20، 33، 36–37، 39
أفغانت 34، 101
انقلاب الشمس صيفاً 46
أوزون (راجع طبقة الأوزون)
برد 69، 70، 73
بورا 85
البياض 48، 49، 107، 111، 114
تأفق 67، 69، 100
تباين حراري 101
تبخر – نتح 85، 87، 106
تبخر 38، 47، 65
تجلد 15، 95
التحام 69، 70–71، 73
تشبع 62–63، 67، 68
تصنيف مناخي 10، 12–13، 49، 77، 78–79
التعرض لأشعة الشمس (راجع إشراق، إشعاع الشمس)
تغير مناخي 14–15، 16، 55، 95
تقلب 15
تكثف 34، 52، 65، 69، 72
تكييف 21
تكييف تطبيقي 17، 19، 20–21، 23، 43، 115
تمثيل ضوئي 55، 106
تنوع 11، 17، 76، 95
توقعات الأرصاد الجوية 19، 23
تيار الخليج 38، 39، 50
تيار نفاث 20، 31، 33، 62، 81، 86
تيار هومبولدت 38، 39
التيفون 36
ثالوج 32
ثلج 49، 71، 77، 83، 100، 111
جبهة 51، 68
جفاف 16–17، 39، 77، 85، 92، 101
جليد 71
الجليد 19
جليد أبيض 71
جهاز قياس الثلج 71
جهاز قياس الضغط الجوي 73
جهاز قياس المتساقطات اليدوي أو مرسام المطر الآلي 59
حاجز جبلي 31، 34، 43، 59، 80، 83، 91، 100، 103
حرارة 17، 20، 27، 47، 50–53، 54–55، 77، 88، 94، 99، 103، 114
حرارة كامنة 34، 39، 51، 65
حرارة محسوسة 34، 39، 65
حمل حراري 67، 69
خريطة الأرصاد الجوية 19
خشونة 34
خط الاستواء الجوي 87، 89
خط التحاور 53، 98
خط تساوي الضغط الجوي 19، 32، 34
خلية فيريل 27، 33
خلية هادلي 27، 32–33
الخمسينات الغاضبة 31، 35
دورة 15، 30، 46، 52، 82، 88–89، 90
الدورة الجوية، المحيطية 22، 27، 28–29، 30–31، 39، 47، 50، 115
دورة المياه 11، 64 – 65، 87، 98، 106–107، 115
ذوبان 99
رذاذ 85، 106
الرطوبة 51، 62–63، 67، 86، 94، 13، 106، 111، 112
رياح 17،20،30، 31، 32–33، 34–35، 36–37، 73، 77، 81، 85، 90، 94، 101، 111، 113، 114
رياح الأليزيه 27، 31، 35، 59، 85، 86، 87، 90–91، 108–109
رياح الخماسين 85
رياح الميسترال 20، 85
رياح شرقية جافة 85
رياح فون 34، 101، 111
رياح موسمية 35، 39، 76، 86، 90–91
زاوية الورود 46، 47
زوبعة 17، 36–37
سجل 76–77
سحب المزن 68
سحب المزن الركامي 20، 37، 66، 67، 68، 69، 70، 72، 86
سحب المزن الطبقي 66
سحب رقيقة مرتفعة/ سمحاقية 66–67
سحب ركامية 33، 66
سحب ركامية طبقية 66
سحب ركامية متوسطة 66
سحب سمحاقية ركامية 66، 67
سحب طبقية 66، 70
سحب طبقية سمحاقية 66
سحب طبقية متوسطة 66، 68
سكون الغلاف الجوي 53
شينوك 34، 101
الصواعد 27، 32، 59، 67، 68، 72، 103، 111، 112، 114
الصواعد الجبلية 67، 68، 112
الصواعد الدينامية 67، 68
ضباب 112، 113
ضباب متجمد 20، 71

ضغط جوي 19، 27، 30، 32–33/ 50، 63، 73، 110–111
طاقة الشمس (راجع الإشراق/ الإشعاع الشمسي)
طبقة الإكزوسفير 27
طبقة الأوزون 26–27، 54
طبقة الميزوسفير 27
طبقة الهوموسفير 26
طبقة الهيتيروسفير 26
طبقة تروبوسفير 27، 31، 67
طبقة ستراتوسفير 27
ظهري 32
عادي (راجع القيمة المرجع)
عاصفة 16، 17، 23
عاصفة 37، 72–73، 77، 83
عدم استقرار 69
العصور الوسطى 22
علم المناخ الحيوي 19
علم المناخ الزراعي 19، 21
غشاشة 70، 112
غطاء قطبي 99
الغلاف الجوي 23، 26–27، 28 – 29، 47، 64، 65
غيوم، تلبد 33، 34، 42، 50، 53، 54–55، 66–67، 70، 72، 81، 85، 107
الفترة المرجع 15
فصل (راجع دورة)
فيضان17، 39، 115
قارية 101
القديم 14، 22
قصعة الغبار 16
قطب البرد 87
قطرات دقيقة 69
قطيرات دقيقة 67
قمر اصطناعي (مراقبة، قياس) 8–9، 10، 18، 19، 23، 38، 62، 66
قوة كوريوليس 30، 33، 34، 35
قياس 11، 18–19، 22–23، 33، 52، 59، 62، 76
قيمة مرجع 14
كارثة مناخية 16، 77
كتلة هوائية 31، 39، 47، 50، 68
كمية المتساقطات 20، 88، 107
كمية المتساقطات الأمثل 111
متساقطات 17، 34، 58–59، 60–61، 62، 65، 68–69، 70–71، 77، 81، 82، 85، 87، 90، 100، 103، 115
متوسط (راجع القيمة المرجع محاكاة
محطة أرصاد جوية 18، 19، 70، 76
مدى حراري 53، 76، 77، 81، 82، 86، 100، 113
مراقبة 19، 22
مرتفع يصل بين قمتين 32
مرسام حراري 22
مستنقع جوي 32
مطر 68، 70، 73، 88، 89، 103
مطر متجمد 70
مقياس الحرارة التفريقي 27
مقياس الرطوبة 22، 62
مناخ استوائي 10، 12–13، 78–79، 86، 87
مناخ إقليمي
مناخ إقليمي 10
المناخ القديم 11
مناخ جاف 12–13، 95، 96–97، 98–99، 102–103
مناخ جاف بارد 96–97، 100–101
مناخ جاف حار 96–97، 102–103
مناخ جاف ساحلي 103
مناخ جاف قاري 99
مناخ جبلي 12–13، 43، 110–111
مناخ ساحلي جزري 112 113–
مناخ شبه قطبي محيطي 99
مناخ شبه مداري 12–13، 59، 78–79، 84–85
مناخ صغير 10، 106–107، 114–115
مناخ صيني (راجع مناخ شبه مداري)
مناخ قاري 82، 83
مناخ قاري شديد82، 100
مناخ قطبي 12–13، 96–97، 98–99
مناخ قطبي محيطي 99
مناخ كبير 10
مناخ متوسطي (راجع مناخ شبه قاري)
مناخ محلي 10، 104، 106–107، 108–109، 110–113
مناخ مداري 12–13، 78–79، 88–89، 90
مناخ مداري مائل إلى الرطوبة 12–13، 78–79، 89
مناخ مدني 114–115
مناخ معتدل 10، 12–13، 76 77–/ 78–79، 80–81
مناخ معتدل بارد قاري 12–13، 78–79
مناخ معتدل بارد قاري شديد 12–13، 78–79
مناخ معتدل مائل إلى الجفاف 12–13، 78–79، 89
مناخ معتدل محيطي 12–13، 78–79، 80–81
مناخ معتدل محيطي حقيقي 12–13، 78–79
مناخ معتدل محيطي متحول 12–13، 78–79
المنخفض الجوي 31، 32 – 33،34، 35، 81، 83، 85، 91، 99، 100، 112
منخفض جوي 32–33، 34
منطقة التقاء شبه مداري 30، 31، 43، 58، 86، 87، 89، 90
منظمة الأرصاد الجوية العالمية 19
ميل 15
ميل حراري 72، 87، 111
نسيم 10، 107، 111، 112، 113، 115
نقطة الندى 63
نموذج 19، 22
نيزك مائي 70
النينو 15، 39
هدوء 71
وابل الأمطار 73
ورود27، 32

المنـاخ

فيضانات، جفاف، عواصف، موجات من البرد أو من الحر، مظاهر عديدة تجسد التطرف المناخي الذي يعاني آثاره كل عام ملايين من البشر حول العالم. يحذر العلماء باستمرار الساسة والسكان في مختلف أنحاء العالم من النتائج المقلقة التي قد تترتب على الاحترار المناخي العالمي المحتمل الناتج عن النشاطات البشرية. من هنا تبدو معرفة مختلف المناخات والعوامل الأساسية التي تميز كل واحد منها مسألة غاية في الأهمية.

يجد القارئ في هذا الكتاب المفاتيح الرئيسة التي تساعده على فهم مناخ كوكبنا وذلك ضمن فصول سبعة:

- فسيفساء المناخات
- الغلاف الجوي يتحرك
- الإشراق والحرارة
- المياه في الغلاف الجوي
- المناخات الملائمة للحياة
- المناخات المتطرفة
- المناخات المحلية

بالإضافة إلى مجموعة من الخرائط والصور المتنوعة.

اتجهت لور شيميري إلى التواصل العلمي (الصحافة في البداية ثم علم المتاحف) بعد أن التحقت بتدريب جامعي في علم المناخ. ألفت عدداً من الأعمال (نذكر منها على سبيل المثال "قاموس المناخ" (Dictionnaire du Climat)، الصادر عن لاروس، وعملت لصالح مدينة العلوم والصناعة، والمتحف الوطني للتاريخ الطبيعي في باريس، ومنتدى العلوم في ڤيلنوف داسك بالقرب من ليل.

ISBN 978-603-8168-05-9