

علم الطقس و المناخ و الأرصاد الجوية

المؤلف : حسام حسن الزعبي

قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع
١	- المقدمة
٢	- الطقس و المناخ
٣	- طبقات الغلاف الجوي
٥	- تركيب الغلاف الجوي
٧	- التصنيف العالمي للغيوم
٩	- الإشعاع الشمسي
١٠	- الانقلاب الحراري
١١	- التغير اليومي و السنوي لدرجة الحرارة
١٢	- الضغط الجوي
١٤	- أنظمة الضغط الجوي
١٥	- الرياح و قياس سرعتها
١٦	- القوى المؤثرة في الرياح
١٨	- التيارات النفاثة
١٩	- الأعاصير
٢٠	- العواصف الرعدية ، البرق ، الرعد
٢١	- الرطوبة الجوية
٢٢	- التكاثف
٢٣	- الندى
٢٤	- التساقط و أشكاله
٢٥	- أنواع التساقط المطري
٢٦	- خرائط الحرارة و خرائط الضغط الجوي
٢٧	- الكتل الهوائية و أنواعها
٢٨	- الجبهات الهوائية
٣٠	- تحرك الكتل الهوائية
٣١	- أساسيات التنبؤ الجوي

المقدمة

الحمد لله رب العالمين ، و الصلاة و السلام على نبينا محمد و على آله و صحبه أجمعين ، أما بعد :

أقدم لكم كتاب " علم الطقس و المناخ و الأرصاد الجوية " لزيادة معرفة الجميع بهذا العلم و بمصطلحات الطقس ، حيث يحتوي الكتاب على معلومات هامة و أساسية تخص الطقس و كل ما يدور في الغلاف الجوي لكوكبنا الأرض ، و يضم هذا الكتاب شرح لعدة مصطلحات خاصة بالطقس . و يحتوي هذا الكتاب على ٢٦ موضوعًا هامًا و مشروحًا بطريقة سهلة الفهم بعيدًا عن التعقيد .

و في الختام أتمنى أن يكون هذا الكتاب مصدرًا للعلم و المعرفة ، و أتمنى أن أكون قد وفقت في عرض هذا الكتاب ، حتى يكون فيه منفعه و فائدة للجميع ، مؤكدًا إحترامي و تقديري لكل نقد أو إقتراح بناء بهدف إغناء هذا الكتاب و سعيًا إلى تطويره .

يسرني إستقبال آرائكم و ملحوظاتكم على هذا الكتاب عبر :

hossamalzoubi503@gmail.com

و الله ولي التوفيق

الطقس و المناخ



الطقس : هو وصف حالة الجو السائدة من درجة حرارة و رطوبة و أمطار و رياح و ضغط جوي و غيرها ، في أثناء مدة زمنية قصيرة قد تدوم ساعات أو أيام أو أسابيع ، في منطقة جغرافية محددة مثل مدينة ما .



المناخ : هو متوسط حالة الجو في أثناء مدة زمنية طويلة ، فصول أو عقود عدة ، في منطقة جغرافية واسعة مثل بلد ما .

و للطقس عناصر مختلفة ؛ منها درجة الحرارة و الرطوبة و الرياح ، يقيسها أشخاص متخصصون هم الراصدون الجويون و يرصدونها و يتابعونها في " محطات الرصد الجوي " ، و يقوم الراصد الجوي بمتابعة تغيرات الأحوال الجوية من ساعة إلى أخرى و من يوم إلى آخر و من فصل إلى آخر ، مدونًا و موثقًا .



محطة الرصد الجوي : هي المكان الذي تقاس فيه عناصر الطقس المختلفة بانتظام .

طبقات الغلاف الجوي

أولاً : طبقة التروبوسفير

هي الطبقة السفلى في الغلاف الجوي ، و تحدث فيها جميع الظواهر الجوية من سحب و أمطار و عواصف ... إلخ ، و تعتبر هذه الطبقة ثقيلة الوزن بسبب كثافة هوائها ، و قد قدر وزنها ٨٠% من وزن الهواء ، و تتناقص حرارتها بالإرتفاع بمعدل ٠,٦٤ درجة مئوية لكل ١٠٠ متر ، و يكون هذا التناقص غير منتظم في الـ ٣ كم الأولى بسبب تأثر هذا المعدل بعدة عوامل منها الرطوبة و السحب ، و ينتظم التناقص بعد هذا الإرتفاع .

ثانياً : طبقة الستراتوسفير

هي الطبقة الثانية من الغلاف الجوي ، و يتراوح إرتفاعها بين ١١-٨٩ كم فوق طبقة التروبوسفير ، و تكون حرارة الهواء على إرتفاع ٥٠ كم مساوية لدرجة حرارة الهواء على سطح الأرض ، و مصدر الحرارة في هذه الطبقة هو أشعة الشمس فوق البنفسجية التي يمتصها غاز الأوزون الموجود في هذه الطبقة .

ثالثاً : طبقة الميزوسفير

هي الطبقة الثالثة من الغلاف الجوي ، و تبعد عن سطح الأرض ٥٠-٨٠ كم ، و من أهم مميزاتنا إنخفاض درجة الحرارة بالإرتفاع إلى أن تصل ٩٠ درجة مئوية تحت الصفر ليلاً عند أعالي الطبقة ، و ترتفع نهاراً إلى أن تصل ١٧٠ درجة مئوية ، و مصدر الحرارة في هذه الطبقة هو إمتصاص الأوزون الموجود فيها لأشعة الشمس فوق البنفسجية ، و تحدث عمليات إحتراق الشهب و النيازك الساقطة فيها .

رابعاً : طبقة الأيونوسفير

تعتبر هذه الطبقة كحد يتميز بحدوث الشفق القطبي فيه ؛



" الشفق القطبي هو ظاهرة ضوئية تحدث كوهج نتيجة لشحنات كهربائية مغناطيسية تحدث في طبقة الأيونوسفير ، و يحدث بالمعتاد في القطبين و الأماكن القريبة منهما " .

خامسًا : طبقة الأكروسفير

هي عمومًا تغلف باقي الطبقات و تفصلها عن الفضاء .

تركيب الغلاف الجوي

يتركب الغلاف الجوي من غازات مختلفة بعضها ثابت مثل الأوكسجين و النيتروجين ، و بعضها غير ثابت و تتغير نسبة وجوده من مكان إلى آخر مثل بخار الماء و ثاني أكسيد الكربون ، و يضم الغلاف الجوي مواد أخرى غير غازية مثل ذرات الغبار و قطرات الماء .

و يتكون الغلاف الجوي من ثلاثة غازات رئيسية " الأوكسجين و النيتروجين و ثاني أكسيد الكربون " ، كالتالي :

الأوكسجين ٧٨% | النيتروجين ٢١% | ثاني أكسيد الكربون ٠,٩%

و لكل عنصر خصائص يختلف بها عن العناصر الأخرى ، و أهم العناصر أو الغازات المكونة للغلاف الجوي :

١- الأوكسجين : يشكل ٧٨% من حجم الهواء ، و هو عديم اللون و

الطعم و الرائحة ، و لكنه غاز نشيط كيميائياً يساعد على الإشتعال و

يستطيع الإتحاد مع جميع العناصر مكوناً أكاسيدها ، **و من فوائده و**

وظائفه :

- إحتياجة في التنفس ف بدونه تنعدم الحياة .

- يدخل في تركيب الماء و يذوب فيه .

- يدخل في عمليات الإحتراق .

٢- النيتروجين : يشكل ٢١% من حجم الهواء ، و هو عديم اللون و الطعم

و الرائحة ، و هو لا يتحد بسرعة مع غيره من العناصر إلا أنه يدخل في كثير

من المركبات العضوية ، **و من أهم تأثيراته على الغلاف الجوي :**

- ينظم عمليات الإحتراق .

- يقدر على إذابة الأوكسجين .

- ينظم عمليات الأكسده .

أما الغازات التي تكون نسبتها غير ثابتة فأهمها **بخار الماء و ثاني**

أكسيد الكربون و ذرات الغبار :

١- بخار الماء : هو أكثر مكونات الغلاف الجوي تغيراً و تختلف نسبة

وجوده من مكان إلى آخر و من وقت إلى آخر ، **و هو مسؤول عن :**
- عمليات التكاثف و التساقط على سطح الأرض .
- حفظ الإشعاع الأرضي بالقرب من سطح الأرض و تقليل تسربه للفضاء الخارجي .

٢- ثاني أكسيد الكربون : هو من الغازات المتغيرة النسبة إذ تغيرت نسبة وجوده في الغلاف الجوي بنسبة ١٠% بعد الثورة الصناعية في أوروبا ، و تزيد عمليات الزفير و الإحتراق و الينابيع الحارة و الثورانات البركانية نسبة وجوده في الجو .

٣- ذرات الغبار : هي عبارة عن إصطلاح عام يشمل جسيمات الصخور و جسيمات الدخان ، و يقصد به الدقائق التي تسبح في الهواء ، و ذرات الغبار عمومًا مواد صلبة ممثلة بجسيمات صغيرة من الأتربة و الرمال و الدخان و الغبار البركاني ، و تتركز في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي و تختلف نسبة وجودها من مكان إلى آخر و من وقت إلى آخر ، **و تقوم**

ذرات الغبار الموجودة في الجو على :

- إمتصاص جزء من الإشعاع الشمسي و إنتشار الأشعة .
- تساعد على إنطلاق عمليات التساقط " نويات التكاثف " .
- زيادة نسبة الغبار تؤدي إلى تناقص الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض .

التصنيف العالمي للغيوم

أولاً : الغيوم العالية

تُقسم إلى :

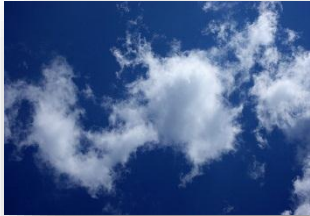
- الغيوم السمحاقية : هي سحب رقيقة بيضاء ليفيه ، تتكون من بلورات ثلجية و حرارة -٢٥ درجة مئوية .



- الغيوم السمحاقية الركامية : هي سحب صغيرة بيضاء اللون رقيقة تكون على شكل موجات أو قطع صغيرة ، و تتكون من بلورات ثلجية على شكل أعمدة صغيرة و حرارة -٢٥ درجة مئوية .



- الغيوم السمحاقية الطباقية : هي قطع من الغيوم البيضاء أو الزرقاء و تكون ليفيه قليلاً ، و هي أخف وزناً من الغيوم المتوسطة الطباقية ، و تتكون من بلورات ثلجية على هيئة مكعبات .



ثانياً : الغيوم المتوسطة

تُقسم إلى :

- الغيوم الركامية المتوسطة : هي قطع كبيرة على شكل أمواج ، بيضاء أو رمادية اللون ، و تتكون من قطرات مائية .





- الغيوم الطبقيّة المتوسطة : هي غيوم متجانسة و مخططة و ترى الشمس و القمر من خلالها على شكل هالة ، و هي خليط من قطرات الماء و بلورات الثلج .

ثالثًا : غيوم رأسيّة النمو

تُقسم إلى :



- الغيوم الركامية : تكون كثيفة و تتكون بصورة عمودية مع قواعد رمادية اللون لها قمم بيضاء بشكل قب .



- الغيوم المزنيّة الركامية الممطرة : رمادية اللون و لها قاعدة مظلمة ، هطولها على شكل زخات مطر غزيرة و يصاحبها حبات برَد مصحوبة بعواصف رعدية .

الإشعاع الشمسي



هو المصدر الرئيسي للطاقة في الغلاف الجوي ، إذ يسهم بأكثر من ٩٩% من الطاقة المستغلة في الغلاف الجوي و على سطح الأرض ، و الطاقة الشمسية هي المسؤولة عن العمليات المناخية التي تحدث في الغلاف الجوي كالإضطرابات و السحب و الأمطار و غيرها .

الإشعاع الشمسي هو مجموعة من الإشعاعات الأثيريه و مصدرها الشمس .

و الشمس كتلة غازية ملتهبه يزيد قطرها عن ١٣٠٠٠٠٠٠ كم ؛ أي إنها أكبر من قطر الأرض بـ ١٠٠ مرة ، أما حجمها فيزيد عن حجم الأرض بمليون مرة ، و تقدر درجة حرارة سطح الشمس بأكثر من ٦٠٠٠ درجة مئوية ، بينما تقدر درجة حرارة مركزها بأكثر من ٢٠ مليون درجة مئوية .

و الأشعة الشمسية ليست كلها متساوية الطول أو النسبة بل تختلف فيما بينها في الأطوال و في النسب أيضًا ، و يمكن أن نميز ثلاث إشعاعات رئيسة وفقًا لطول موجاتها ، هي :

- **الأشعة فوق البنفسجية** : أشعة قصيرة الموجة ، نسبتها ٦-٧% من الأشعة .

- **الأشعة الضوئية** : أشعة متوسطة الموجة ، نسبتها ٤١% من الأشعة .

- **الأشعة تحت الحمراء** : أشعة طويلة الموجة ، نسبتها ٥١% من الأشعة .

الإنقلاب الحراري

يحدث الإنقلاب الحراري في طبقات الجو السفلى ، و هو عكس القاعدة العامة لتناقص الحرارة بالارتفاع ، إذ تزداد في هذه الحالة بالارتفاع بالإنقلاب الحراري الثابت ، و أكثر الأماكن التي تحدث فيها هذه الحالة هي العروض العليا " المناطق القطبية " و عند الأسطح المغطاة بالثلج حيث يرتد الإشعاع الشمسي بشدة فوق الأسطح الثلجية ، و ينجم عن ذلك إنخفاض درجة حرارة الهواء الملامس لهذه الأسطح الثلجية ، في حين ترتفع الحرارة كلما إرتفعنا إلى أعلى هذه الأسطح و قد يستمر الإرتفاع الحراري لمسافة رأسية تبلغ عدة مئات من الأمتار .

و في حالة حدوث نسيم الجبل أو الوادي حيث ينساب من أعالي السفوح الجبلية الهواء البارد الأكبر كثافة و الأثقل وزناً و يتجه هذا الهواء إلى بطون الأودية في حين يندفع الهواء الساخن الأقل كثافة من باطن الوادي إلى أعلى و على ذلك ترتفع في هذه الحالة درجة الحرارة كلما إرتفعنا من بطون الأودية إلى المنحدرات العليا ، و قد إستفاد زُراع الأشجار المثمرة في مثل هذه المناطق الجبلية في هذه الظواهر الطبيعية حيث يزرعون الأشجار فوق المنحدرات الجبلية و ليس في أرضية الأودية النهرية الجبلية .

التغير اليومي و السنوي في درجة الحرارة

١- التغير اليومي في درجة الحرارة



بعد أن يغيب الشفق يتوقف تمامًا إنتاج الحرارة و يكون النشاط كله نشاط تصريف للحرارة المنتجة بواسطة الإشعاع الشمسي ، و بذلك يستمر الإنخفاض في درجات الحرارة طوال الليل .

و يبدأ إنتاج الحرارة من جديد في الصباح و في بداية الأمر يكون بصورة غير مباشرة من الضوء المنعكس في السماء من أشعة الشمس التي لا تزال مختفيه وراء الأفق الشرقي و الذي يُعبّر عنه بطلوع النهار ، ثم يكون بصورة مباشرة مع شروق الشمس و مع ذلك فإن درجات الحرارة تستمر منخفضة بعد الشروق .

و مع إرتفاع الشمس يزداد معدل إنتاج الحرارة ، و تبلغ أعلى درجة حرارة وقت الذروة عند تعامد الشمس ظهرًا و لكنه لا يكون في ذلك الوقت الذي تبلغ فيه الحرارة ذروة إرتفاعها و هذا لأن معدل الإرتفاع يستمر متفوقًا على معدل الإشعاع حوالي ساعتين أُخريتين فتبقى الحرارة ترتفع إلى الساعة الثانية أو الثالثة ظهرًا ، و بعدها يتفوق الإشعاع على الإنتاج فتأخذ الدرجات في الإنخفاض مع تزايد ميل أشعة الشمس حتى تبلغ أدها في صباح اليوم التالي .

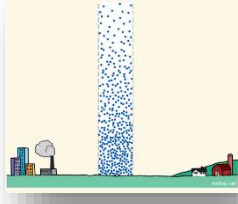
٢- التغير السنوي في درجة الحرارة



تتغير درجة الحرارة من يوم إلى آخر خلال أيام السنة و هذا التغير يكون منتظم بسبب دوران الأرض حول الشمس ، ف في النصف الشمالي ترتفع درجة الحرارة تدريجيًا من يوم إلى آخر إعتبارًا من شهر آذار بسبب إنتقال الشمس إلى

مدار السرطان ، فتزداد الحرارة بسبب زيادة الأشعة المكتسبه و المفقودة ، إلا أن المكتسبه أكثر مما يؤدي إلى زيادة درجة الحرارة في جو الأرض و تستمر هذه الحالة بعد الانقلاب الصيفي في ٢١ حزيران عندما تأخذ الشمس بالتحرك ظاهريًا نحو الجنوب مبتعده عن مدار السرطان .
و تعتبر أكثر الشهور حرارة هي الفترة التي تتعامد فيها الشمس على مدار السرطان " شهر حزيران " إذ أن شهري تموز و آب هما أكثر شهور السنة حرارة لأن الشمس تبقى قريبة من العموديه في هذين الشهرين .
و تستمر الشمس في حركتها نحو الجنوب إلى أن تتعامد على خط الإستواء في ٢٣ أيلول ثم تستمر نحو الجنوب إلى أن تتعامد في ٢١ كانون الأول ، و في هذه الحالة تكون كمية الإشعاع الشمسي الواصلة إلى النصف الشمالي من الكرة الأرضية قليلة جدًا إلا أن أبرد شهور السنة في نصف الكرة الشمالي ليس شهر كانون الأول ؛ و إنما شهري كانون الثاني و شباط .

الضغط الجوي



هو وزن عمود من الهواء يمتد رأسيًا من سطح الأرض إلى نهاية الغلاف الجوي ، و يُقاس الضغط الجوي بوحدة الهكتوباسكال أو المليبار ، حيث تبلغ قيمة الضغط الجوي عند سطح البحر ١٠١٣ هكتوباسكال " مليبار " .

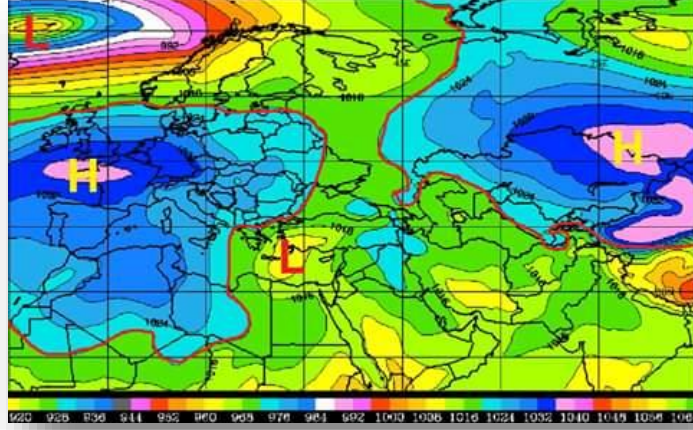
- أهم العوامل التي تؤثر في إختلاف الضغط الجوي من مكان إلى آخر :

- (١) الإرتفاع عن مستوى سطح البحر : لأنه بالإرتفاع يقل طول عمود الهواء فيقل وزنه و ضغطه لذلك يكون الضغط الجوي فوق القمم الجبلية أقل مما هو عليه في السهول المجاورة .
- (٢) بخار الماء : لأن بخار الماء العالق في الهواء أضعف وزنًا منه لذلك فإن الضغط الجوي في المناطق البحرية الرطبة يكون أقل مما هو عليه في المناطق القارية ذات الهواء الجاف .
- (٣) توزيع اليابس و الماء : يعتمد ذلك على إرتفاع أو إنخفاض الحرارة في كل منهما .



يُقاس الضغط الجوي بجهاز " الباروميتر "

أنظمة الضغط الجوي



تكون قيم الضغط الجوي أقل ما يمكن في منطقة ما ثم تتزايد في جميع الإتجاهات كلما إبتعدت عن مركز هذه المنطقة ، و تُسمى هذه المنطقة بـ **" المنخفض الجوي "** و يُرمز لها على خريطة الضغط الجوي بالحرف **L** يوضع في مركز المنخفض الجوي ، و يصاحب المنخفض الجوي تيارات صاعدة للأعلى تنخفض درجة الحرارة فيها حتى درجة الإشباع ، حيث يتكاثف بخار الماء مكونًا الغيوم التي بدورها تُفضي إلى الهطول بأنواعه المختلفة .

و تكون قيم الضغط الجوي في منطقة أخرى أعلى ما يمكن ثم تتناقص في جميع الإتجاهات كلما إبتعدت عن المركز ، حيث تُسمى هذه المنطقة بـ **" المرتفع الجوي "** و يُرمز لها على خريطة الضغط الجوي بالحرف **H** و يوضع في مركز المرتفع الجوي ، و يصاحب المرتفع الجوي تيارات هابطة للأسفل تُفضي إلى إرتفاع درجة حرارة الهواء و إنخفاض رطوبته النسبية ، حيث يخلو المرتفع الجوي من الغيوم و ما يتبعها من هطل .

الرياح و قياس سرعتها



هناك نوعان لحركة الرياح : الأول هو إنتقال الهواء من منطقة الضغط الجوي المرتفع إلى منطقة الضغط الجوي المنخفض و يُدعى " الرياح " ، و الثاني هو إنتقال الهواء رأسياً على شكل تيارات هوائية هابطة و تيارات هوائية صاعدة .

فالتيارات الهوائية الصاعدة للأعلى تنشأ في مناطق الضغط الجوي المنخفض لأن كثافة الهواء الساخن أقل و لذا يرتفع للأعلى ، أما التيارات الهوائية الهابطة فتنشأ في منطقة الضغط الجوي المرتفع لأن الهواء البارد أكثر كثافة .



و بما أن الرياح قيمة متجهة فهي توصف بسرعتها و إتجاهها ، فمن حيث السرعة يمكن أن تتدرج من رياح خفيفة إلى نشطة إلى قوية إلى شديدة إلى عاصفة إلى إعصارية ، و يستخدم الراصد الجوي وحدة العقدة لوصف سرعة الرياح ، و تعادل العقدة ميلاً بحرياً في الساعة و تعادل ٠,٥١٥ م/ث ، و الميل البحري يساوي ١٨٦٠ م . أما إتجاه الرياح فينسب إلى الجهة التي تهب منها ، فالرياح الغربية مثلاً هي الرياح التي تهب من جهة الغرب .



و لتحديد سرعة الرياح و إتجاهها يُستخدم جهاز قياس سرعة الرياح " أنيموميتر " حيث يتم القياس عادةً على إرتفاع ١٠ متر فوق سطح الأرض ، لأن سرعة الرياح لا تبقى ثابتة ، فإننا نحسب متوسط سرعة الرياح في فترة زمنية مدتها ١٠ دقائق لوصف سرعتها في أي وقت من الأوقات .

القوى المؤثرة في الرياح

١- قوة تحدر الضغط الجوي

تُسمى القوة الناتجة من فرق قوة تحدر الضغط الجوي هي دائماً تتجه من الضغط المرتفع إلى الضغط المنخفض ، و إن القوة المؤثرة في الهواء تتناسب طردياً مع شدة تحدر الضغط الجوي و حركة الرياح ، فكلما كان الفرق كبيراً بين الضغط الجوي المرتفع و الضغط الجوي المنخفض كانت القوة أكبر و دفعت الهواء بسرعة أكبر ، و تعتبر هذه القوة المحرك الرئيس للهواء إذ يستمر هبوب الرياح طالما هناك فرق في الضغط الجوي بين الموقعين .

٢- قوة كوريوليس

هي قوة تنتج بسبب دوران الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق ، و تؤثر هذه القوة في جميع الأجسام التي تتحرك ذاتياً مثل الماء و الهواء . و تعمل قوة كوريوليس على تغيير إتجاه الهواء عند تحركه بفعل قوة تحدر الضغط الجوي ، حيث ينحرف نحو يمين حركته في النصف الشمالي للكرة الأرضية و نحو يسار حركته في النصف الجنوبي ، و تتناسب هذه القوة طردياً مع سرعة الرياح و مع دائرة العرض ، حيث تساوي قيمتها صفراً عند دائرة الإستواء و تزداد تدريجياً مع دوائر العرض حتى تصبح أكبر قيمة لها عند القطبين .

و تستمر قوة كوريوليس بحرف إتجاه الرياح حتى يصبح موازياً تقريباً لخطوط تساوي الضغط الجوي ، أي بمعنى أن قوة كوريوليس تحول دون تحرك الهواء في خط مستقيم من الضغط المرتفع إلى الضغط المنخفض بفعل دوران الأرض حول محورها ، و إنما تهب الرياح في النصف الشمالي للكرة الأرضية بحيث يكون المنخفض الجوي على يسار الرياح و المرتفع الجوي على يمينها .

٣- قوة الإحتكاك

هي قوة تنتج بفعل إحتكاك الرياح السطحية بتضاريس الأرض . الأمر الذي يقلل من سرعة الرياح ، و بما أن هناك سطوحًا خشنة مثل اليابسة و سطوحًا أقل خشونة مثل سطح مياه المحيطات ، تكون قوة الإحتكاك فوق المحيطات أقل و عليه تكون سرعة الرياح أكبر . و كما تم الذكر سابقًا أن قوة تحدر الضغط الجوي تحرك الهواء من الضغط الجوي المرتفع إلى الضغط الجوي المنخفض ، ثم تحرفه قوة كوريوليس حتى يصبح موازيًا لخطوط تساوي الضغط الجوي بحيث يكون المنخفض الجوي على يسار حركة الرياح و المرتفع الجوي على يمينها في نصف الكرة الشمالي ، أما قوة الإحتكاك فتقلل من سرعة الرياح ؛ الأمر الذي يضعف قوة كوريوليس و يجبر الرياح على الإنحراف نحو القوة الأكبر ، و هذا يجعل الرياح في النصف الشمالي للكرة الأرضية تدور عكس حركة عقارب الساعة حول المنخفض الجوي قاطعة خطوط تساوي الضغط الجوي بزاوية (١٥ - ٣٠) درجة ، و مع حركة عقارب الساعة حول المرتفع الجوي قاطعة خطوط تساوي الضغط الجوي بزاوية (١٥ - ٣٠) درجة ، مبتعدة عن مركز المرتفع .

- **خطوط تساوي الضغط الجوي :** هي الخطوط الواصلة بين محطات الرصد الجوي ذات قيم الضغط الجوي المتساوية .

التيارات النفائة

هي تيارات رياح توجد في طبقات الجو العليا تقريبًا على ارتفاع ١٠ - ١٢ كم و تعتبر من الرياح الشديدة .

- تتميز بما يأتي :

- ١- أقصى قوة لها في فصل الشتاء ، و أقل قوة لها في فصل الصيف .
- ٢- يصل سُمك التيار النفائات ١٠٠٠ متر .
- ٣- يتراوح عرض التيار بين ٥٠٠ - ٦٠٠ كم .
- ٤- تصل سرعتها إلى ٥٥٠ كم / ساعة .
- ٥- تؤثر على طرق الملاحة الجوية ؛ إذ يحاول الطيارون أن يسلكوا طرق تتفق مع التيارات النفائة حيث تزيد من سرعة الطائرة و تقلل إستهلاك الوقود .

- أهم المناطق التي تتواجد فيها التيارات النفائة :

- ١- جنوب أفريقيا ، و أستراليا ، و نيوزيلندا .
- ٢- المنطقة القطبية الشمالية .
- ٣- المنطقة القطبية الجنوبية .

الأعاصير



هي أكثر العواصف تدميرًا ، و تتكون في المناطق الدافئة في مقدمة الجبهة الباردة ، و ذلك عندما يلتقي هواء قطبي بارد مع هواء مداري دافئ رطب قادم من خليج المكسيك ، و أكثر بلدان العالم تعرضًا للأعاصير هي الولايات المتحدة الأمريكية .

- أسباب القوة الهائلة و الرياح المدمره التي ترافق الأعاصير :

- ١- شدة إنخفاض الضغط الجوي في مركز الإعصار ؛ حيث يتراوح بين ٦٠٠ - ٨٠٠ مليبار .
- ٢- يغلب تكون الإعصار في البحر و ينتقل إلى اليابسة .
- ٣- تصل سرعة الرياح المرافقة له إلى ٥٠٠ كم / ساعة .
- ٤- تكون مسارات الأعاصير عشوائية .
- ٥- صغر مساحته .

و يُسمى الإعصار عندما يتكون في البحر " تويستر " و يكون أقوى و أعنف لأنه يحتوي على أمطار طوفانية ، و يقوم على رفع و تحريك الأمواج في البحر بشكل قوي .

و يُسمى الإعصار بأسماء مختلفة ؛ ف في المناطق الحارة غرب أفريقيا يُسمى الإعصار الأفريقي و يحدث بفعل إلتقاء رياح جافة شمالية تهب من الصحراء الكبرى مع الرياح الموسمية الرطبة الجنوبية ، و يكون مصحوب بالرعد و الأمطار الغزيرة .

أما في روسيا يُسمى " سميرج " و يُشبه الإعصار الذي يحدث في أمريكا .

العواصف الرعدية ، البرق ، الرعد



العواصف الرعدية : هي عواصف يُسمع فيها الرعد و لا تتكون في المناطق القطبية و الصحراوية بسبب قلة نشاط التيارات الهوائية الصاعدة و قلة الرطوبة .
و تحتاج العواصف الرعدية لحدوثها إلى رطوبة بنسبة عالية و وجود فرق كبير بين حرارة الأرض و حرارة طبقات الجو العليا .

البرق : هو شرارة كهربائية تحدث نتيجة تفريغ صاعقة أو بين سحابتين بجانب بعضهما أو بين الهواء المحيط بالسحابة . أما **ومضة البرق المرئية** هي قناة من الهواء المتوهج لا يتجاوز قطرها ٥ سم ، و ينتقل بسرعة الضوء ٣٠٠٠٠٠٠ كم / ثانية .



الرعد : هو الانفجار الناتج عن تمدد الهواء المفاجئ ، و ينتقل الرعد بسرعة الصوت ٣٣٠ م / ثانية .

الرطوبة الجوية



هي مقدار بخار الماء الموجود في الهواء ، و تلعب الرطوبة الجوية دور هام في الطقس و المناخ فهي عامل أساسي في تكوين مظاهر التساقط و التكاثر المختلفة مثل المطر و البَرَد و الثلج و الضباب و الندى و الصقيع .

و تحدث هذه المظاهر عند تكاثر الرطوبة الجوية عندما تنخفض درجة حرارة الهواء إلى ما دون نقطة الندى " نقطة الندى هي درجة الحرارة التي يحدث عندها تكاثر بخار الماء الموجود في الجو و يُطلق عليها درجة حرارة التكاثر " ، و تنخفض درجة حرارة الهواء إلى ما دون نقطة الندى بسبب الإرتفاع أو إنتقال الهواء الرطب من منطقة دافئة إلى باردة أو فقدانه لحرارته بفعل الإشعاع خاصة اثناء الليل ، و تُقدر كمية الماء الكلية بحوالي

١٥٠٠ مليون كم^٣ ، و تتوزع بالشكل الآتي :

١- مياه البحار و المحيطات ، نسبتها ٩٥%

٢- مياه عذبة ، نسبتها ٥%

- أهمية بخار الماء في الغلاف الجوي :

- ١- يُعد المصدر الرئيس لكل عمليات التساقط و التكاثر .
- ٢- تستمد العواصف المدارية كالأعاصير طاقتها من تكاثر بخار الماء .
- ٣- تؤثر الرطوبة في إستمرار التبخر من المسطحات المائية و اليابسة .
- ٤- يُنظم وصول أشعة الشمس إلى الأرض .

التكاثف

هو عملية تحول بخار الماء من الحالة الغازية إلى السائلة أو الصلبة ، و يتحول بخار الماء إلى قطرات ماء أو بلورات ثلج إذا توفرت الشروط

التالية :

- ١- وجود نويات تكاثف عالقه في الهواء " نويات التكاثف هي جسيمات صغيرة تجذب حولها بخار الماء مكونة المطر و الثلج " ، و يحدث التكاثف عندما تصل الرطوبة النسبية إلى ٧٠% .
- ٢- إنخفاض درجة حرارة الهواء إلى ما دون نقطة الندى .
- ٣- وجود هواء رطب .

- صور التكاثف :



١- قرب سطح الأرض ، مثل الضباب و الندى و الصقيع .



٢- في طبقات الجو العليا ، مثل السحب .

الندى



هو قطرات مائية تشاهد في الصباح على أوراق النباتات و زجاج النوافذ نتيجة لتكاثف بخار الماء في الهواء الملامس لها .

- شروط تكون الندى :

- ١- صفاء السماء و خلوها من السحب ليلاً ؛ إذ يساعد ذلك على زيادة الإشعاع و تبريد الأرض و الأجسام الصلبة .
- ٢- سكون الهواء و هدوءه .

التساقط و أشكاله



- **التساقط** : هو صورة من صور الرطوبة التي تسقط على الأرض في حالة مطر أو رذاذ أو بصورة صلبة ثلج أو بَرَد ، و يحدث التساقط بسبب تبريد الهواء الصاعد للأعلى و تكوين الغيوم إذ يتكاثف بخار الماء إلى قطرات ماء أو بلورات ثلج .

- أشكال التساقط :

- ١- **المطر** : هو تساقط يزيد فيه حجم قطرات الماء عن ٠,٥ ملم و تقل شدته عن ٠,١ ملم / ساعة .
- ٢- **الرذاذ** : هو تساقط خفيف يكون على شكل قطرات ماء صغيرة يصل قطرها إلى ٠,٥ ملم و تقل شدة التساقط عن ٠,١ ملم / ساعة .
- ٣- **الثلج** : هو تساقط بلورات دقيقة للجليد تحدث في الفصل البارد لكنها لا تحدث في كل دول العالم .
- ٤- **البَرَد** : هو تساقط كتل من الجليد كروية أو غير منتظمة الشكل ، يتراوح قطرها من مليمترات إلى عدة سنتيمترات .

أنواع التساقط المطري

١- الأمطار التضاريسية : تحدث في المناطق المعتدلة و المناطق الجبلية ، و تتكون عند إصطدام الرياح الرطبة بالسفوح الجبلية ، ف يسقط المطر و تنزل الرياح الجافة على السفوح الأخرى التي تُسمى سفوح ظل المطر .

٢- الأمطار الإعصارية : تحدث عند تقابل كتلتان هوائيتان مختلفتان في الحرارة و الرطوبة ، و يرجع سقوطها للمنخفضات الجوية في المنطقة المعتدلة التي تسير في نطاق الرياح .

٣- الأمطار التصعيدية : تحدث في المناطق الإستوائية و المدارية نتيجة لتسخين الهواء الرطب ، حيث يرتفع الهواء بشكل تيارات هوائية صاعدة فتتشكل الغيوم المزنية الركامية و التي تؤدي إلى هطول أمطار غزيرة مصحوبة بالرعد و البرد خاصةً مع ساعات المساء .

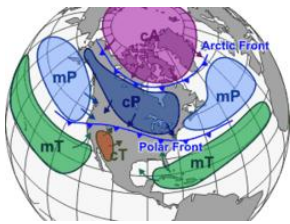
الكتل الهوائية و أنواعها

- **الكتلة الهوائية** : هي كمية ضخمة من الهواء متجانسة أفقيًا من حيث درجة الحرارة و الرطوبة ، و تمتد رأسيًا إلى إرتفاعات عالية قد تصل إلى عدة كيلومترات .

و عندما يمكث حجم كبير من الهواء فوق منطقة جغرافية واسعة و متجانسة فإنه يكتسب خواص تلك المنطقة و حينها يُسمى هذا الحجم من الهواء " الكتلة الهوائية " .

- **أنواع الكتل الهوائية** : يُمكن تصنيف الكتل الهوائية حسب منشئها ؛ أي حسب المناطق الواسعة التي يمكث فوقها الهواء ساكنًا مدة طويلة تُقدر بالأسابيع أو بالأشهر ، و تكتسب خصائصها و تُسمى بإسمها ، فمثلاً إذا تكونت الكتلة الهوائية فوق المناطق القطبية سُميت **كتلة هوائية قطبية** و إذا تكونت فوق المناطق المدارية سُميت **كتلة هوائية مدارية** ، و يُمكن تصنيف كل من الكتلتين القطبية و المدارية حسب سطح الأرض في هاتين المنطقتين إلى قسمين ثانويين ، **قاري و بحري** كما يأتي :

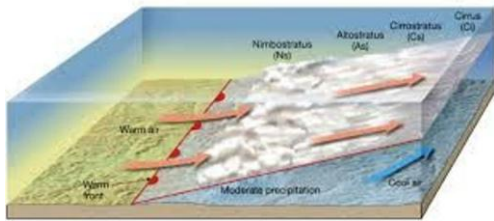
- ١- **كتلة هوائية قطبية قارية** : و ذلك إذا نشأت و تكونت فوق المناطق القطبية القارية ، و تكون باردة و جافة ، و يُرمز لها بالرمز " cP " .
- ٢- **كتلة هوائية قطبية بحرية** : و ذلك إذا نشأت و تكونت فوق المحيطات ، و تكون باردة و رطبة ، و يُرمز لها بالرمز " mP " .
- ٣- **كتلة هوائية مدارية قارية** : و ذلك إذا نشأت و تكونت فوق المناطق المدارية القارية ، و تكون دافئة و جافة ، و يُرمز لها بالرمز " cT " .
- ٤- **كتلة هوائية مدارية بحرية** : و ذلك إذا نشأت و تكونت فوق المحيطات ، و تكون دافئة و رطبة ، و يُرمز لها بالرمز " mT " .



الجبهات الهوائية

عند إلتقاء كتلتين هوائيتين مختلفتين في درجة الحرارة يصعد الهواء الدافئ إلى الأعلى لأن كثافته أقل و يبقى الهواء البارد ذو الكثافة الأعلى في الأسفل ، و يُسمى السطح الفاصل بينهما " الجبهة الهوائية " ، و هناك أنواع من الجبهات الهوائية ؛ منها الجبهة الهوائية الباردة و الجبهة الهوائية الدافئة .

١- الجبهة الهوائية الباردة



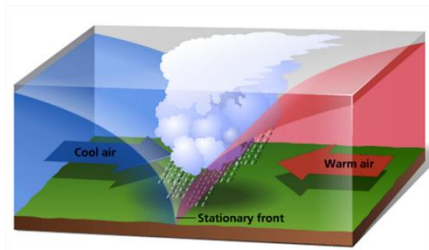
تتكون هذه الجبهة عندما تتحرك كتلة هوائية باردة نحو كتلة هوائية دافئة ، حيث تمثل الجبهة الهوائية الباردة مقدمة الكتلة الهوائية الباردة المتحركة

، و لأن الهواء البارد أثقل من الهواء الدافئ تندفع الكتلة الباردة تحت الدافئة مجبرة الهواء الدافئ على الإرتفاع للأعلى على إمتداد الجبهة ، فيبرد و يتكاثف بخار الماء فيه مكونًا سحب ركامية و تسقط زخات من الهطل " مطر أو ثلج أو بَرَد " .

و تُرسم الجبهة الباردة على خريطة الطقس على شكل قوس باللون الأزرق تبرز منه مثلثات صغيرة تشير إلى إتجاه حركة الجبهة و الهواء البارد خلفها .



٢- الجبهة الهوائية الدافئة



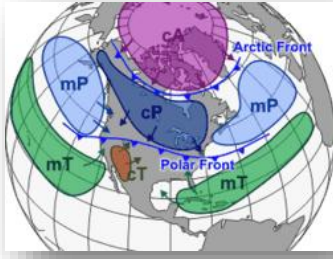
تتكون هذه الجبهة عندما تتحرك كتلة هوائية باردة فتتكون جبهة هوائية دافئة في مقدمة الكتلة الهوائية الدافئة المتحركة على السطح الفاصل بين الكتلتين ، و لأن الهواء

الداقي أقل كثافة من الهواء البارد يتصاعد الهواء الداقي ببطء فوق الهواء البارد على إمتداد الجبهة الهوائية مكوناً سحب طبقية تترافق بهطول متواصل .

و تُرسم الجبهة الدافئة على خريطة الطقس على شكل قوس باللون الأحمر تبرز منه أنصاف دوائر تشير إلى إتجاه حركة الجبهة الدافئة و الهواء الداقي من خلفها .



تحرك الكتل الهوائية



الكتل الهوائية تتحرك من منطقة إلى أخرى نتيجة إختلاف الضغط الجوي بين هذه المناطق ، و تنتقل الكتل الهوائية مسافات كبيرة قد تصل إلى آلاف الكيلومترات .

و تعمل المنخفضات الجوية على تحريك الكتل الهوائية تحت تأثير القوى الثلاث " تم شرحها مسبقاً " ، حيث يتحرك الهواء بعكس إتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي فيندفع الهواء الدافئ نحو البارد فيحل محله ، و يعمل على ارتفاع درجات الحرارة مع تحرك الجبهة الهوائية الفاصلة بين الكتلتين و تغير الحالة الجوية تبعاً لذلك ، و مع إستمرار إندفاع الكتلة الهوائية الباردة و تدفق الهواء البارد نحو المناطق الدافئة يحل الهواء البارد محل الهواء الدافئ في هذه المناطق فتنخفض درجة الحرارة و تتغير حالة الطقس .

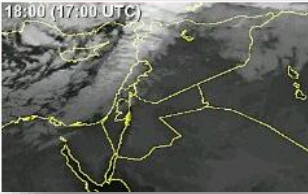
أساسيات التنبؤ الجوي

التنبؤ الجوي هو علم يستخدم النظريات العلمية و التكنولوجيا لوصف الطقس المتوقع أثناء فترة زمنية محددة .

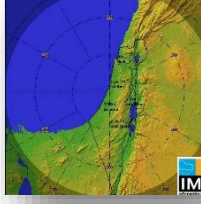


و حتى يتمكن المتنبئ الجوي من التنبؤ بالطقس و إصدار نشرة جوية يجب عليه أن يكون لديه خرائط الطقس السطحية و خرائط طبقات الجو العليا موضحةً عليها المرتفعات و المنخفضات الجوية و الكتل الهوائية و الجبهات الهوائية ، التي تم قياسها حديثًا فوق منطقة جغرافية واسعة في الوقت نفسه .

و باستخدام النظريات العلمية و المعادلات الرياضية يقوم المتنبئ الجوي بحساب بيانات الطقس المختلفة و حساب سرعة حركة أنظمة الضغط الجوي و الكتل و الجبهات الهوائية و إتجاهها لتقدير مواقعها بعد فترة زمنية محددة ثم التنبؤ بالأحوال الجوية التي تنتج منها .



و تعد صور الغيوم الملتقطة بواسطة الأقمار الصناعية من أهم الأدوات التي يعتمد عليها المتنبئ الجوي في عملية التنبؤ بالطقس ، حيث تقوم الأقمار الصناعية بالتقاط صور متتالية للغيوم المصاحبة للمنخفضات الجوية و تحديد سرعة حركة هذه الغيوم و إتجاهها و نوعها و حجمها و أنواع الهطل و الأحوال الجوية الناتجة عنها .



و يعتمد المتنبئ الجوي أيضاً على معطيات رادار الطقس ليتمكن من معرفة أنواع الهطل و أماكن توزعه ، و يقوم مبدأ عمل رادار الطقس على إرسال موجات كهرومغناطيسية في جميع

الإتجاهات فتصطدم هذه الموجات بقطرات الماء كبيرة الحجم التي تشكل الغيوم الماطرة أو المطر الهائل منها و تنعكس ثانية على الرادار ، و تعتمد الأمواج المنعكسه على كثافة الغيوم و نوعها و حجم قطراتها و على غزارة المطر الهائل أو الثلوج المتساقطة ، و يقوم الرادار بالتقاط هذه الأمواج المنعكسه و يحللها و يوفر بذلك وسيلة جيدة للمتنبئ الجوي لتعرف مكونات الغيوم المتحركة قبل وصولها .

تَم بِحَمْدِ اللَّهِ