الرياح وحركة الجو العامة

إن للهواء المحيط بسطح الأرض أهميته الكبرى في علم المناخ، وذلك باعتباره الوسط الذي تحدث فيه كل الظواهر الجوية. ويعتبر هذا العنصر أهم بكثير من مسببه (الضغط الجوي).

إن حركة الهواء تعمل على تقارب الاختلافات الحاصلة على سطح الأرض من حرارة ورطوبة وضغط لذلك فإن حركة الهواء تعتبر كمنظم هام جداً ورئيسي في الجو.

تعريف الرياح:

تعرف الرياح بأنها الحركة الأفقية للهواء ما بين مكانين مختلفين في الضغط الجوي فوق سطح الأرض أو في جوها.

الرياح غير مرئية يستدل عليها من الظواهر والآثار التي تحدثها. حيث هناك نوعين من الرياح:

- الرياح العلوية وتوجد في أعالي الجو.
- الرياح السطحية وتوجد بالقرب من سطح الأرض.

إن الفروقات الحرارية ما بين الأجزاء العليا والسفلى من الجو وما بين خط الاستواء والقطبين تعطي الطاقة اللازمة لتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية يطلق عليها اسم الرياح.

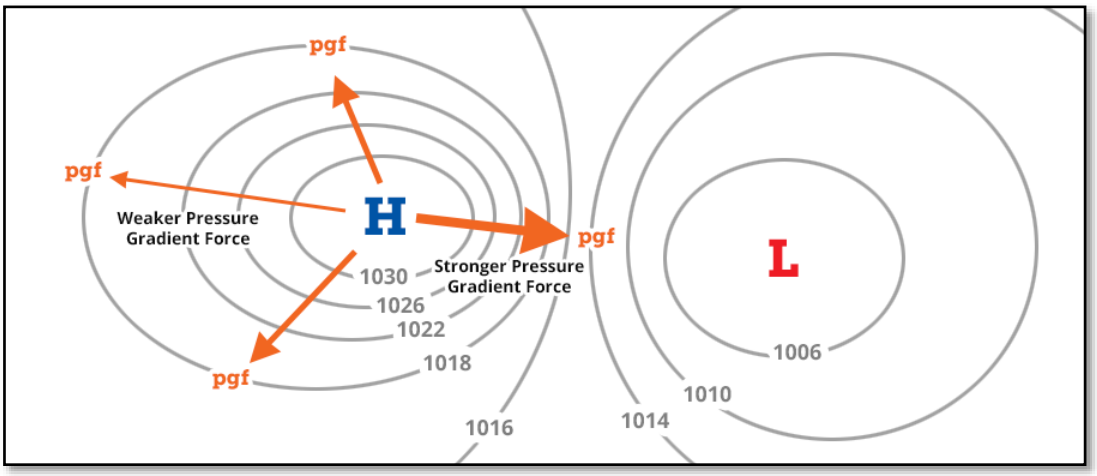
تعبر الجهة التي تهب منها الرياح عن اتجاهها، فيطلق اسم الرياح التي تهب من الغرب بالرياح الغربية والتي تهب من الشرق الرياح الشرقية وهكذا ....

القوى التي تتحكم بالرياح:

تؤثر على الرياح عدة قوى تسبب حركتها وتتجاذب محصلتها لتأخذ مسارها الموازي لخطوط الضغط.

1. قوة اختلاف الضغط:

إن اختلاف الضغط ما بين منطقتين متفاوتتين في درجة الحرارة يتولد عنه قوة تتجه من الضغط المرتفع إلى الضغط المنخفض مولداً الحركة الأولية للرياح التي تتناسب طرداً مع هذه القوة. أي كلما زادت قيمة تدرج الضغط (تقاربت خطوط الضغط المتساوية isobars من بعضها) كلما زادت سرعة الرياح.



الشكل (1): يوضح حركة وسرعة الرياح وفق خطوط تساوي الضغط

2. قوة كوريوليس:

وهي القوة الناجمة عن دوران الأرض حول نفسها، تبلغ سرعة دوران الأرض حول محورها 1670 كم/سا عند خط الاستواء وتتناقص هذه السرعة مع زيادة خط العرض حتى تصبح صفراً عند القطبين.

حيث ينجم عن دوران الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق تأثير على اتجاه الرياح في مناطق الأرض المختلفة والمتأثرة بهذا الدوران. إذ ما أن تبدأ الرياح بالتحرك من مركز الضغط المرتفع تجاه الضغط المنخفض حتى تبدأ قوة كوريوليس فعلها حارفة الرياح إلى يمين خط انحدار الضغط (المتعامد مع خطوط الضغط المتساوية isobars) في نصف الكرة الشمالي، وإلى يسار خط الضغط في نصف الكرة الجنوبي. وتتناسب هذه القوة مع سرعة الرياح ومع خطوط العرض فتكون على أشدها في القطبين وتصبح معدومة عند خط الاستواء.

قوة كوريوليس = (ضعف السرعة الزاوية لدوران الأرض) ×(سرعة الرياح) ×(جيب عرض المكان)
ويمكن القول أن قوة كوريوليس تؤثر في اتجاه الرياح ولا تؤثر في سرعتها أو قوتها.

قوة الطرد (التسارع) المركزي:

إن أي جسم يتحرك بطريق منحن لا بد وأن يتسارع باتجاه مركز الدوران تحت تأثير قوة الجذب المركزية ولما كان لكل فعل رد فعل، لذلك فإن قوة التسارع المركزية يقابلها قوة طاردة مركزية ناتجة عن سرعة الجسم الدائر حول المركز وباتجاهه وتقوم هذه القوة بإبعاد الجسم المتحرك عن المركز، وتتناسب درجة فعلها طرداً مع مربع سرعة الرياح. وبما أن الأرض في حالة دوران لذا فإنها تمارس قوة طائرة مركزية للأجسام المتحركة على سطحها تعاكس قوة الجذب لتلك الأجسام نحو مركزها.

وبما أن سرعة دوران الأرض عند خط الاستواء أكبر من سرعتها عند القطبين لذا فإن القوة الطاردة المركزية تقل باتجاه القطبين وتكون هذه القوة متجهة من محور الأرض نحو الخارج.

3. قوة الاحتكاك:

وهي عبارة عن القوة الناتجة عن تأثير احتكاك الرياح بسطح الأرض وتحت تأثير هذه القوة تقل سرعة الرياح لتهبط إلى حوالي ثلث سرعة الرياح العليا غير المتأثرة بالاحتكاك.

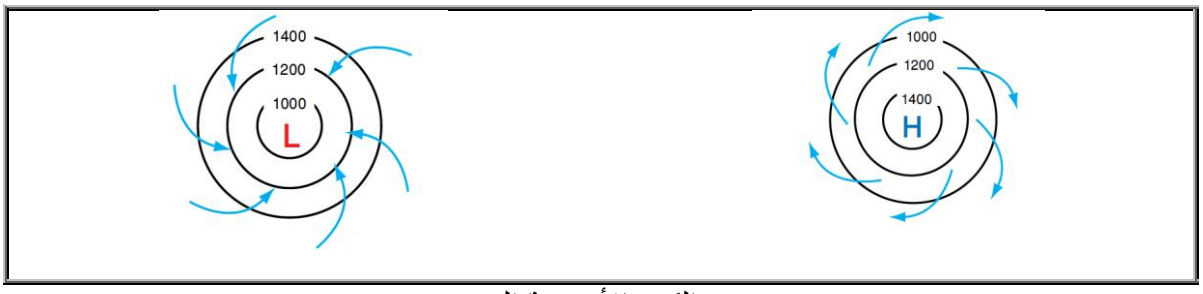
كما يتغير اتجاه الرياح السطحية بعمل الاحتكاك بحيث تتحرك نحو اليسار باتجاه المضغط المنخفض بزاوية قدرها 20-30 درجة. ويكون تأثير قوة الاحتكاك أكبر ما يمكن عند سطح الأرض في حال جريان الهواء فوق سطح خشن ويقل تأثير هذه القوة مع الارتفاع حتى تصبح مهملة عند قمة طبقة الاحتكاك على ارتفاع يقارب من 500-1000م.

حركة الرياح:

إن اتجاه الرياح السائد متعلق بمصدرها وعلى هذا الأساس فإن الرياح تتجه من منطقة الضغط المرتفع إلى منطقة الضغط المنخفض إلا أنها لا تصل مباشرة إلى المركز وإنما تدور حول المنطقة وبذلك تكون حركة الرياح في مناطق الضغط المنخفض ضد اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي وموافقاً لاتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي في الوقت الذي تكون فيه حركة الرياح في مناطق الضغط المرتفع موافقة لاتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي.

وهذا ما نجده واضحاً في قانون بويزبالوت والذي يمثل العلاقة التي تربط اتجاه الرياح بمناطق توزيع الضغط الجوي وينص على أنه إذا وقف الإنسان في نصف الكرة الشمالي وظهره للرياح فإن منطقة الضغط المرتفع تقع على يمينه ومنطقة الضغط المنخفض تقع على يساره.

نصف الكرة الأرضية الشمالي



نصف الكرة الأرضية الجنوبي

أنواع الرياح:

تتسبب الدورة الهوائية العامة في وجود الرياح التي تؤدي بالتالي لإيجاد نظام شبه ثابت لهذه الرياح. يمكن تصنيف الرياح حسب ديمومة هبوبها، سعة انتشارها في المجموعات الأربعة التالية:

1. مجموعة الرياح الدائمة.
2. مجموعة الرياح الموسمية.
3. مجموعة الرياح المحلية.
4. مجموعة الرياح اليومية.

أولاً – مجموعة الرياح الدائمة:

هي الرياح التي تهب من أحزمة الضغط المرتفع الرئيسة وتتميز هذه الرياح بديمومتها واستمرار هبوبها على مدار العام ومنها:

1. الرياح التجارية (الاليزية) (The Trades):

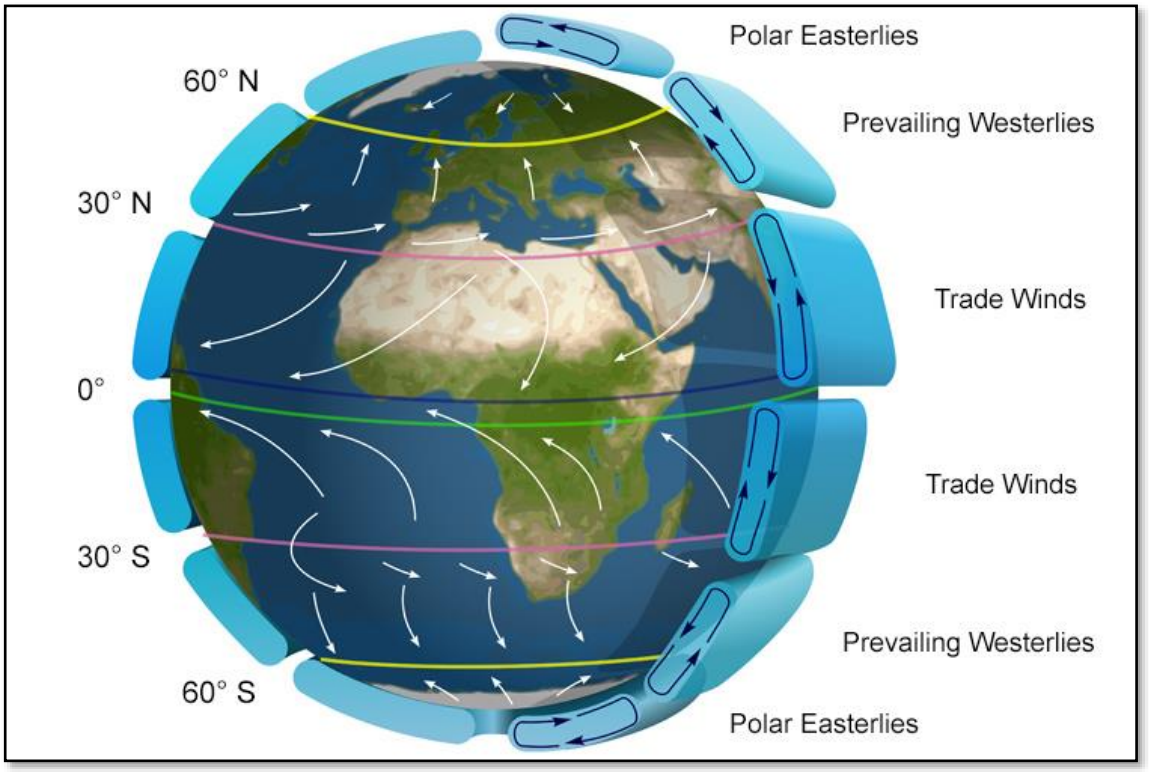
وهي ذات أهمية كبيرة لضخامة المنطقة التي تهب عليها، والتي تتجاوز نصف مساحة الكرة الأرضية. تتولد هذه الرياح من جوانب حجيرات الضغط المرتفع فوق منطقة مدار السرطان في نصف الكرة الشمالية، وفوق منطقة مدار الجدي في نصف الكرة الجنوبي، وتتجه نحو منطقة الضغط المنخفض الاستوائي الدائم (منطقة الركود الاستوائي)، كما يوضح الشكل ()، وتحل هذه الرياح محل الهواء الصاعد عند هذه المنطقة.

2. الرياح العكسية (الغربية) (The Westerlies):

يكون اتجاهها جنوبياً غربياً في نصف الكرة الشمالي، وشمالياً غربياً في نصف الكرة الجنوبي، وتندفع هذه الرياح من مناطق الضغط المرتفع شبه المداري إلى مناطق الضغط المنخفض شبه القطبية. وتتسم هذه الرياح بأنها أشد حرارة من المناطق التي تساب إليها لذلك فهي تعمل على تخفيف حدة البرودة.

3. الرياح القطبية (Polar Easterlies):

وتتجه من مراكز الضغط الجوي المرتفع عند القطبين الشمالي والجنوبي إلى مراكز الضغط المنخفض عند العروض المعتدلة الباردة. وتكون شمالية شرقية في نصف الكرة الشمالي، وجنوبية شرقية في نصف الكرة الجنوبية.



الشكل (2): يوضح نطاقات هبوب الرياح الدائمة ودورة الرياح العامة

ثانياً – مجموعة الرياح الموسمية:

وهي التي تهب خلال فصل معين تبعاً للتغيرات الفصلية التي تطرأ على درجة الحرارة والضغط الجوي ومن هنا أتت تسميتها. وتتصف **الموسميات الصيفية** بكونها بحرية رطبة وهي ذات مصدر جنوبي في نصف الكرة الشمالي وينجم عليها أمطار غزيرة وفيضانات. أما **الموسميات الشتوية** فتكون قارية المنشأ وهي جافة وباردة تهب شتاء من اليابسة التي تكون مركز لضغط مرتفع.

ثالثاً – مجموعة الرياح المحلية:

تعد هذه المجموعة من الرياح ذات تأثير محلي، بمعنى أنها تهب فوق مناطق محدودة الاتساع من العالم وخلال أوقات زمنية قصيرة.

وتقسم الرياح المحلية إلى:

1. الرياح المرافقة للمنخفضات الجوية:

- **رياح الخماسين:** هي رياح جنوبية جافة حارة محملة بالغبار المعلق والأتربة من الصحراء تهب على الجزء الشمالي من مصرفي فصل الربيع قادمة من الصحراء. سميت كذلك كونها تهب قرابة خمسين يوماً من أيام الربيع في شهري نيسان وأيار. يتغير اتجاهها تبعاً للانخفاضات ويرافق الطقس الخماسيني تقلبات سريعة في الحرارة والرطوبة حيث ترتفع درجة الحرارة وقد تصل إلى

58 درجة مئوية وتهبط الرطوبة النسبية في الهواء. وتؤثر رياح الخماسين على صحة المواطنين وتقتل الأمراض والحشرات والآفات التي تصيب المزروعات أيضاً.

- **رياح السيروكو:** وهي رياح حارة جافة تهب من الصحراء الكبرى على شمال شرقي الجزائر حيث تعرف هناك بهذا الاسم وقد تعبر البحر المتوسط لتصل حتى صقلية وشبه الجزيرة الإيطالية على شكل رياح رطبة.
- **رياح السموم:** تتصف بمصدرها الصحراوي الجنوبي وتهب على سورية.
- **رياح المسترال:** التي تهب على الساحل الفرنسي المتوسطي كرياح باردة جافة.

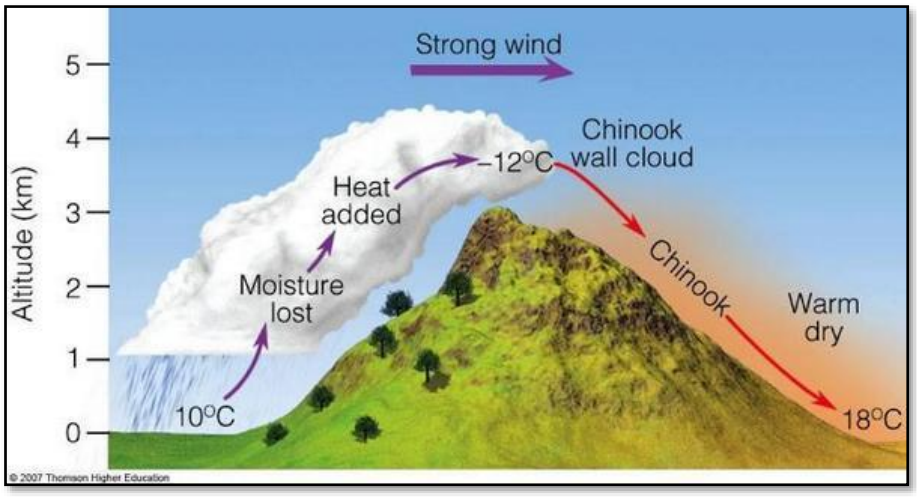
2. رياح الفوهن:

وهي الرياح التي يطرأ الكثير من التغيرات في صفاتها في أثناء هبوطها فوق السفوح المعاكسة لجبهة هوائية وهي من الخصائص المميزة لمناخ السفوح الشمالية بجبال الألب وأصلها رياح جنوبية حارة وجافة جداً قادمة من شمال افريقيا وتترطب بعبورها البحر المتوسط، وما أن تصطدم هذه الرياح بمقدمة جبال الألب الجنوبية حتى تصعد للأعلى مما يجعلها تتبرد ذاتياً.

فإذا كانت رطوبة الهواء مرتفعة أدى ذلك إلى تكاثف بخار الماء ونشر الحرارة الكامنة، وما أن يعبر الهواء قمة جبال الألب حتى يهبط على السفح الشمالي ويتسخن ذاتياً بالانضغاط ويستمر الهواء في الهبوط وزيادة معدل التسخين (1 م° لكل 100 م ارتفاع) فترتفع درجة الحرارة سريعاً ليصل إلى قاعدة السفح الشمالي وهو حار جداً.

وإن صعود الهواء مجبراً إلى الأعلى على السفح الجنوبي للجبال يؤدي إلى تشكيل غيوم كثيفة وهطول جبلي غزير أحياناً.

وقد تتسبّب رياح الفوهن في زيادة رفع درجة الحرارة حتى 12 درجة مئوية فتذوب الثلوج وتحدث الحرائق والفيضانات، وتساعد على نضج الفاكهة والمحاصيل والخضار في الوديان ومدة هذه الرياح تتراوح بين 30-40 يوماً.



الشكل (3): يوضح تشكل رياح الفوهن

رابعاً – مجموعة الرياح اليومية:

ينتج عن تغيرات الضغط اليومية رياح على مقياس صغير تتمثل في مناطق محددة مثل:

- الرياح التي تنشأ نتيجة مجاورة اليابس والماء، وهي ما تعرف بنسيم البر والبحر.
- الرياح التي تنشأ نتيجة تنوع الأشكال التضاريسية، وتعرف بنسيم الوادي والجبل.

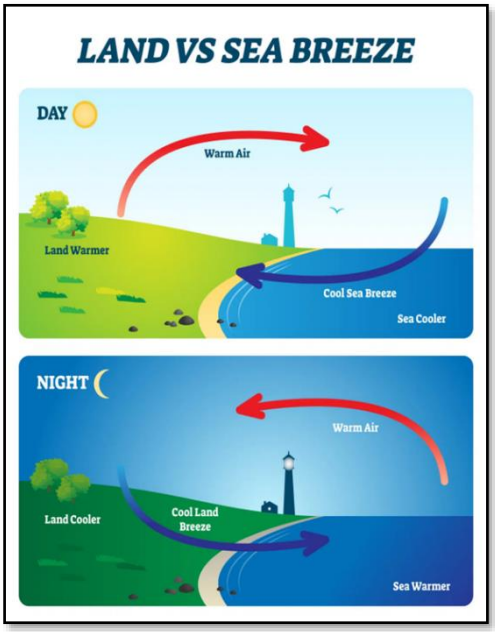
أ- نسيم البحر: هو نسمات من الرياح الرطبة المنعشة تهب من البحر إلى اليابسة نهاراً. يبدأ بعد شروق الشمس لأنّ الهواء فوق اليابسة يسخن بسرعة أكثر من الهواء فوق الماء.

ب- نسيم البر: هو نسمات من الرياح الجافة تهب من اليابسة إلى البحر ليلاً. ويبدأ نسيم البر بصورة طبيعية أضعف بكثير من نظيره النهاري ويمثل ذروته عند الساعة 10 أو 11 مساءً.

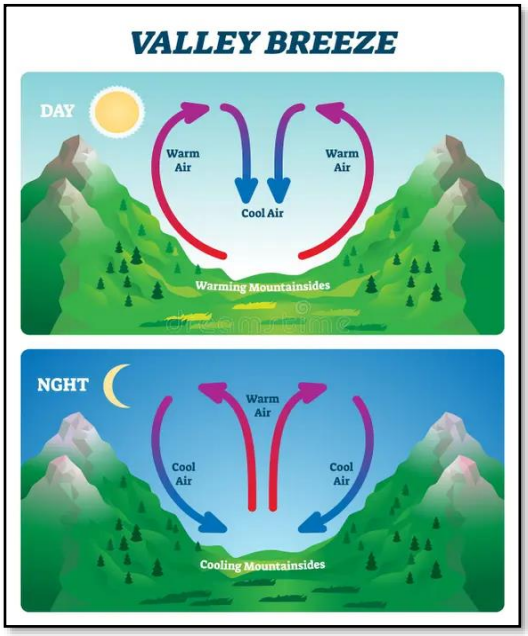
ج- نسيم الجبل: هو نسمات من الهواء تهب من قمم الجبال وسفوحها باتجاه المناطق المنخفضة والأودية ليلاً، بعد منتصف الليل.

د- نسيم الوادي: هو عبارة عن نسمات من الهواء تهب من المناطق المنخفضة والأودية نهاراً نحو السفوح والقمم الجبلية، بعد شروق الشمس بعدة ساعات.

نسيم البحر



نسيم الوادي



الدورة الهوائية العامة:

تنتج الدورة العامة للهواء الجوي عن اختلاف الضغط الجوي السائد حول خطوط العرض المختلفة للكرة الأرضية. والمحيطات لها دور أساسي في نشوء هذه الدورة وخاصة المحيطات المدارية، وهناك عوامل عديدة تتحكم في دورة الغلاف الجوي العامة وتحدد مظاهرها وتضبط آليتها أهمها طاقة الشمس الإشعاعية الحرارية ودورة الأرض حول محورها.

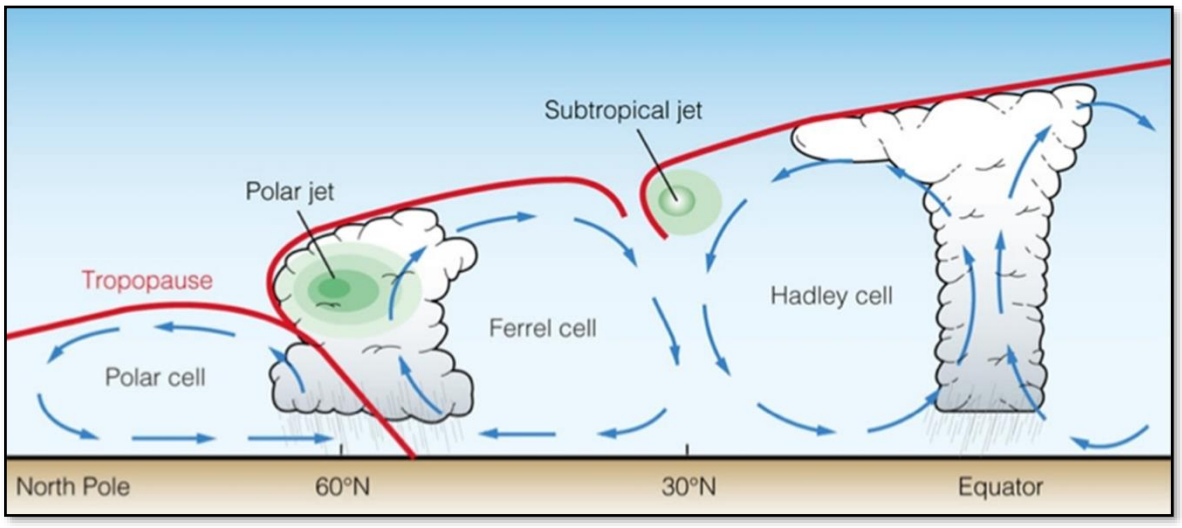
إذاً فالدورة الهوائية في الغلاف الجوي هي جريان هوائي متوسط الزمن فوق كامل الكرة الأرضية. وتتحدد عن طريق متوسط قياسات الريح لفترات طويلة من الزمن (20 سنة أو أكثر). وتعزى الاختلافات الفصلية في الدورات الهوائية العامة إلى دوران الأرض حول الشمس.

آلية دورة الغلاف الجوي العامة:

هناك عوامل عدة تتحكم في دورة الغلاف الجوي، وتحدّد مظاهرها من طاقة الشمس الإشعاعية الحرارية، ودورة الأرض حول محورها والذي ينجم عنها قوّتان تؤثر الأولى في اتجاه الرياح (قوة أو تسارع كوريوليس) بينما تؤثر الثانية في سرعة جريانها (قوة الاحتكاك).

تتحرك الرياح في الغلاف الجوي ضمن نظام عالمي يتكون من ثلاث خلايا رئيسية في كل نصف من الكرة الأرضية، وهي المسؤولة عن توزيع الحرارة من خط الاستواء إلى القطبين:

1. خلية هادلي.
2. خلية فيريل
3. الخلية القطبية.



الشكل (4): يوضح آلية دورة الرياح في الغلاف الجوي

1. خلية هادلي:

المكان: تقع بين خط الاستواء وخط عرض 30 درجة شمالاً وجنوباً.

الآلية: يسخن الهواء عند خط الاستواء فيصعد للأعلى (ضغط منخفض)، ثم يبرد ويتجه نحو القطبين في طبقات الجو العليا، وعند وصوله لخط عرض 30، يهبط للأسفل (ضغط مرتفع) ويعود لخط الاستواء على شكل الرياح التجارية.

يستغرق الهواء حوالي 3 أسابيع ليهبط من ارتفاع 12 كم إلى ارتفاع 3 كم.

2. خلية فيريل:

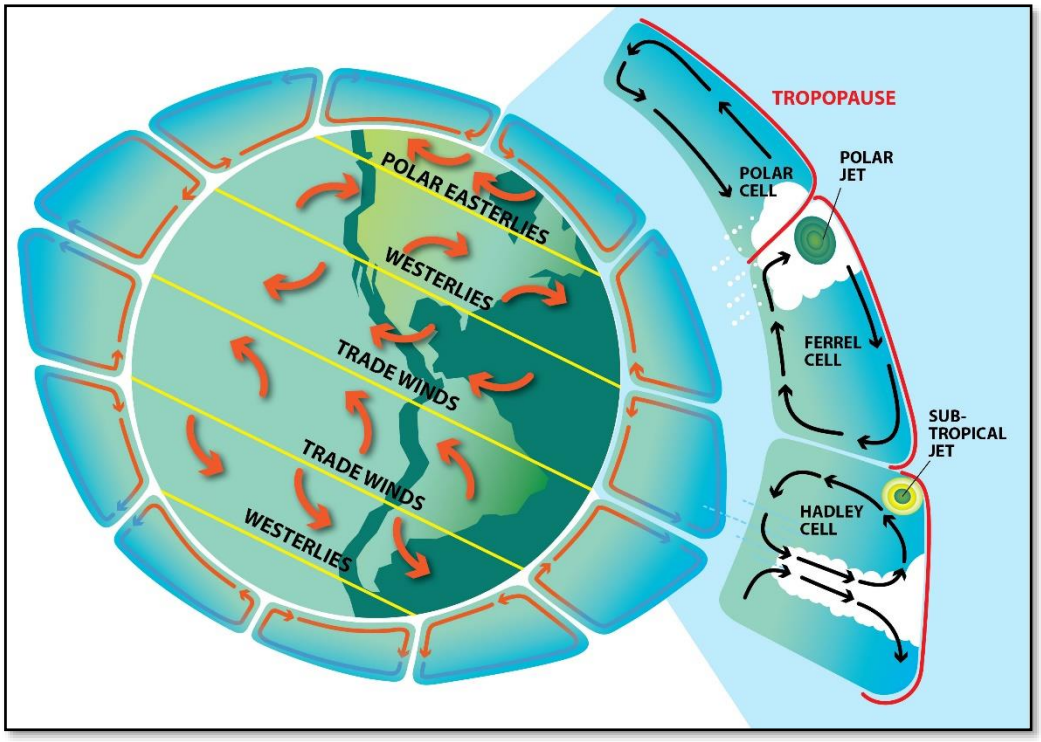
المكان: تقع بين خطي عرض 30 و60 درجة (العروض الوسطى).

الآلية: تُعرف بالخلية "الثانوية" لأن حركتها ناتجة عن الخلايا المجاورة؛ حيث يهبط الهواء عند خط عرض 30 ويتحرك جزء منه نحو القطبين على السطح، مما ينتج الرياح الغربية العكسية.

3. الخلية القطبية:

المكان: من خط عرض 60 حتى القطبين (90 درجة).

الآلية: الهواء البارد والكثيف عند القطبين يهبط للأسفل (ضغط مرتفع) ويندفع نحو خط عرض 60، هناك يسخن قليلاً ويصعد للأعلى (ضغط منخفض) ليعود مرة أخرى نحو القطبين في طبقات الجو العليا.



الشكل (5): دورة الغلاف الجوي العامة على سطح الكرة الأرضية

المسارات المنحنية والدوامات:

يطبق مفهوم تدرج الضغط على مختلف أنواع الدوامات في الغلاف الجوي. فأكبر هذه الدوامات حجماً هي المنخفضات الجوية (Cyclones) والمرتفعات الجوية(Anticyclones) ، التي يصل قطرها إلى آلاف الكيلومترات وتنشأ في خطوط العرض الوسطى حيث يتكون معظم الطقس.

وبشكل نموذجي لا تتجاوز سرعة الرياح القريبة من سطح الأرض حول المنخفضات والمرتفعات الجوية 70 كم/ساعة. لكن الظاهرة الأكثر تدميراً هي **المنخفض المداري** (Tropical Cyclone) الذي يُعرف باسم **الإعصار** (Hurricane) في المحيط الأطلسي وشرق المحيط الهادئ، ويصاحبه أمطار غزيرة وعواصف رعدية.

أما من حيث القوة التدميرية الشديدة وضيق النطاق، فتأتي **الزوبعة** (Tornado) التي تتميز بدورانها العنيف حيث يبلغ قطرها عادةً 1 كم أو أقل، بينما قد تصل سرعة الرياح فيها إلى 300 كم/ساعة أو أكثر، مما يجعلها من أكثر الظواهر الجوية تدميراً.

الكتل الهوائية:

الكتلة الهوائية عبارة عن حجم ضخم من الهواء المتجانس أفقياً في صفاته الحرارية والرطوبية في كل مستوياته من سطح الأرض وحتى قمته. وبتعريف آخر هي عبارة عن حجم ضخم من الهواء استقر في منطقة ما لفترة طويلة واكتسب الخصائص المميزة لهذه المنطقة (منطقة المصدر).

وتتميز بصفات طبيعية وجوية تميزها عن غيرها من حيث المنشأ والغازية والتأثير. يتراوح اتساع المنطقة التي تغطيها كتلة هوائية بين 200 ألف كم^2 وحتى مليون كم^2، وقد تصل سماكتها إلى بضعة آلاف من الأمتار (3000 م أو أكثر).

إن ما يمنح الكتلة الهوائية صفاتها العامة ما يلي:

1- طبيعة منطقة المنشأ (يابسة أم محيطات)

2- التغيرات التي تحدث لها أثناء تحركها مسافات طويلة.

3- عمر الكتلة الهوائية.

مصادر الكتلة الهوائية وشروط تشكلها:

تعرف المناطق التي تتشكل فيها الكتلة الهوائية بمناطق المنابع وهي المناطق الرئيسية للضغط الجوي المرتفع، حيث تشكل تلك المناطق مصادر الكتل الهوائية كافة.

وفيما يلي من أهم شروط تشكل الكتل الهوائية:

1. تجانس السطح الذي تتشكل عليه الكتلة الهوائية من حيث مظهره وصفاته العامة.
2. بقاء الهواء مستقراً فوق المنطقة فترة كافية من الوقت تجعله يكتسب المميزات المناخية لهذه المنطقة.
3. استقرار الجو وهدوءه وعدم وجود تغيرات أو اضطرابات جوية.
4. أن تكون المنطقة مسطحاً من اليابسة شديد الاتساع أو مسطحاً مائياً شاسعاً وذلك لتوحيد الصفات الطبيعية للكتلة الهوائية.
5. أن تكون المنطقة مركزاً لضغط جوي مرتفع ضخم يشكل في امتداده الأفقي مساحات شاسعة وله امتداد رأسي يتجاوز آلاف الأمتار، ومثل هذا لا نجده متوفراً إلا في الأجزاء السهلية الشاسعة من كندا وسهول سيبيريا ومناطق الجليد الدائم في القطبين.

استقرار الكتل الهوائية وعدم استقرارها:

أن مفهوم الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي يعبر عن الحالة التوازنية للهواء. إما أن يكون الهواء مستقراً أو مضطرباً.

A. الاستقرار: يكون الجو مستقراً عندما يكون الهواء متطبقاً حسب الكثافة (الأكثر كثافة في الأسفل والأقل في الأعلى)، مما يعني خلو الجو من التيارات الصاعدة والهابطة وحتى الاضطرابات الجوية. ويحدث الاستقرار عندما يكون معدل التناقص الحراري أقل من معدل التناقص الذاتي الجاف أو الرطب ويتحقق في الحالات التالية:
   1) حدوث تبريد حراري ليلي لسطح الأرض خاصة في الأيام الصحوة، يرافقه انقلاب حراري.
   2) مرور كتلة حارة فوق سطح بارد.
   3) وجود مناطق ضغط جوي مرتفع، لأن حركة الهواء تكون متضاغطة.

يساعد الجو المستقر في الهواء الرطب على تشكل الضباب والغيوم الطبقية.

B. الاضطراب الجوي: تحدث حالة عدم استقرار عندما يكون الهواء متطبقاً بعكس كثافته (الأقل كثافة في الأسفل) وللوصول للتوازن او الاستقرار تحدث الحركات الصاعدة والهابطة والاضطراب الجوي. ويكون الهواء في حالة عدم استقرار عندما يكون معدل تناقص حرارة الوسط أكبر من معدل التناقص الذاتي الجاف وهذا يتحقق في الحالات التالية:
   1) زيادة التسخين الحراري لسطح الأرض.
   2) عبور هواء بارد فوق سطح حار.
   3) تصادم هواء حار مع آخر بارد.
   4) تلاقي عدة أنواع من الرياح.

تترافق الغيوم الركامية والمزمنة مع العواصف الرعدية ويهطل المطر بغزارة في حال عدم الاستقرار الرطب، أما إذا كان الهواء جافاً تزداد عندئذ العواصف الترابية والدوامات الهوائية.

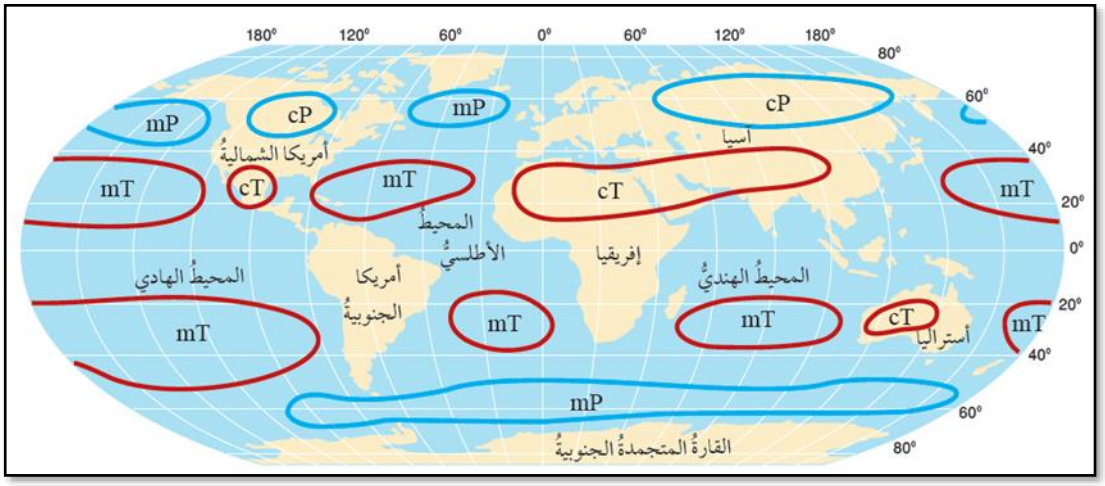
تصنيف الكتل الهوائية:

تصنف الكتل الهوائية تبعاً للعاملين التاليين:

أ. درجة الحرارة: التي تحددها الخصائص الحرارية لمنطقة المنبع وهي تنتج نموذجين رئيسيين من الكتل الهوائية إحداهما باردة (تكون قطبية أو متجمدة) والأخرى حارة (وهي مدارية).
ب. السطح الذي نشأت فوقه: هل هو بحري أم قاري وبهذا يتكون لدينا كتل هوائية بحرية وأخرى قارية.

وعلى ضوء ما تقدم يمكن تمييز ستة أنواع رئيسة من الكتل الهوائية كالآتي:

1. كتلة هوائية مدارية (حارة) قارية.
2. كتلة هوائية مدارية (حارة) بحرية.
3. كتلة هوائية قطبية (باردة) قارية.
4. كتلة هوائية قطبية (باردة) بحرية.
5. كتلة هوائية متجمدة.
6. كتلة هوائية استوائية.



الشكل (6): يوضح توزع الكتل الهوائية

جدول (1): الكتل الهوائية الرئيسة وخصائصها (للاطلاع)

	الكتلة المدارية البحرية(mT)	الكتلة القطبية البحرية(mP)	الكتلة القطبية القارية(cP)	الكتلة المدارية القارية(cT)
رمزها	mT	mP	cP	cT
خصائصها	حارة ورطبة	باردة ورطبة	باردة وجافة	حارة وجافة
مكان تكونها	فوق المحيطات المدارية (خليج المكسيك، البحر الكاريبي، المحيط الهندي)	فوق المحيطات القطبية (شمال المحيط الأطلسي، شمال المحيط الهادئ)	فوق المناطق القطبية القارية (سيبيريا، كندا، أنتاركتيكا)	فوق الصحاري المدارية وشبه المدارية (شمال أفريقيا، شبه الجزيرة العربية)
تأثيرها	تسبب ارتفاعاً في الحرارة والرطوبة، وأمطاراً غزيرة وعواصف رعدية	تسبب انخفاضاً في الحرارة مع رطوبة عالية، وأمطاراً أو ثلوجاً	تسبب انخفاضاً حاداً في الحرارة، وجفافاً، وصقيعاً	تسبب ارتفاعاً في الحرارة وانخفاضاً في الرطوبة، وقد تجلب عواصف رملية
وقت تأثيرها على المنطقة (الشرق الأوسط مثلاً)	تؤثر في الربيع والخريف وأحياناً الشتاء	تؤثر في الشتاء والربيع	تؤثر في الشتاء وأواخر الخريف	تؤثر غالباً في الصيف وأوائل الخريف

استقرار الكتل الهوائية وعدم استقرارها:

يكون الجو **مستقراً** عندما يكون الهواء متطبقاً حسب الكثافة (الأكثر كثافة في الأسفل والأقل في الأعلى)، مما يعني خلو الجو من التيارات الصاعدة والهابطة وحتى الاضطرابات الجوية. ويحدث الاستقرار عندما يكون معدل التناقص الحراري أقل من معدل التناقص الذاتي الجاف أو الرطب ويتحقق في الحالات التالية:

1) حدوث تبريد حراري ليلي لسطح الأرض خاصة في الأيام الصحوة، يرافقه انقلاب حراري.

2) مرور كتلة حارة فوق سطح بارد.

3) وجود مناطق ضغط جوي مرتفع، لأن حركة الهواء تكون متضاغطة.

يساعد الجو المستقر في الهواء الرطب على تشكل الضباب والغيوم الطبقية.

تحدث حالة **عدم استقرار** (**الاضطراب**) عندما يكون الهواء متطبقاً بعكس كثافته (الأقل كثافة في الأسفل) وللوصول للتوازن او الاستقرار تحدث الحركات الصاعدة والهابطة والاضطراب الجوي. ويكون الهواء في حالة عدم استقرار عندما يكون معدل تناقص حرارة الوسط أكبر من معدل التناقص الذاتي الجاف وهذا يتحقق في الحالات التالية:

1) زيادة التسخين الحراري لسطح الأرض.

2) عبور هواء بارد فوق سطح حار.

3) تصادم هواء حار مع آخر بارد.

4) تلاقي عدة أنواع من الرياح.

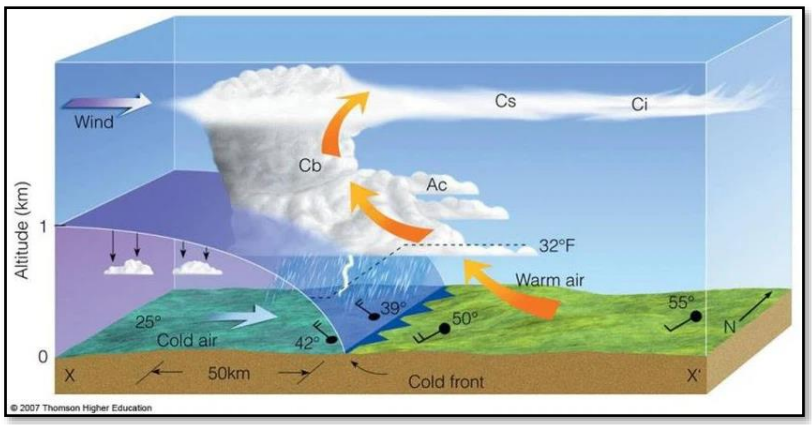
تترافق الغيوم الركامية والمزمنة مع العواصف الرعدية ويهطل المطر بفزارة في حال عدم الاستقرار الرطب، أما إذا كان الهواء جافاً تزداد عندئذ العواصف الترابية والدوامات الهوائية.

الجبهات الهوائية:

الجبهة الهوائية (الجوية): هي عبارة عن سطح التماس بين كتلتين هوائيتين مختلفتين في صفاتهما (الحرارية والرطوبية) ومتعاكستين في اتجاههما، بحيث يقود هذا التعاكس إلى تقابلهما وتصادمهما مع بعض.

وعبارة أبسط تتشكل الجبهة الهوائية عند التقاء كتلة هوائية باردة بكتلة هوائية دافئة.

عندما تسيطر الكتلة الهوائية الباردة على الكتلة الهوائية الدافئة تتشكل عندها جبهة هوائية باردة، أما إذا سيطرت الكتلة الهوائية الدافئة على الكتلة الهوائية الباردة فعندها تتشكل جبهة هوائية دافئة.



شروط تشكل الجبهات:

لا بد لتشكل الجبهات من تشكل شرطين رئيسين في وقت واحد وهما:

1. التناقض في درجة الحرارة والرطوبة بين كتلتين هوائيتين، حيث تكون أحدهما أشد برودة وبالتالي أعظم كثافة من الأخرى.
2. الحركة الجوية العامة التي تسهم في تحقيق التصادم بين الكتلتين الهوائيتين.

هذا وتلعب سرعة الرياح دوراً كبيراً في تشكل الجبهات وتطورها.

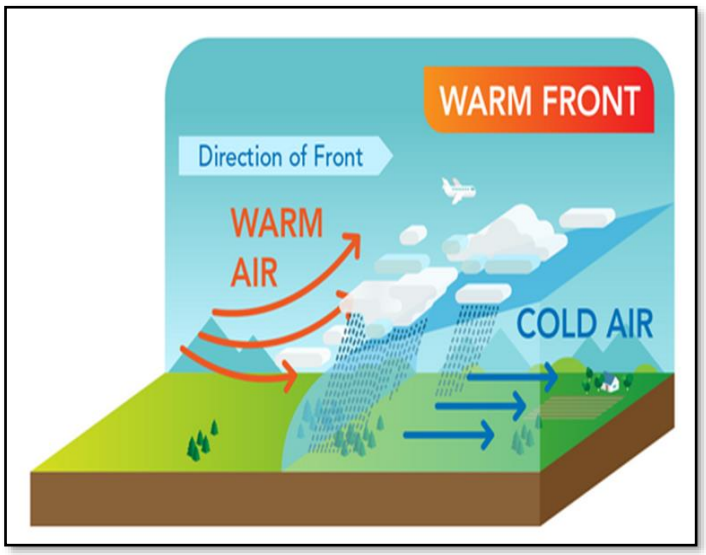
تصنيف الجبهات الهوائية:

تصنف إلى نوعين رئيسين: جبهات دافئة – جبهات باردة.

الجبهات الدافئة:

تنشأ الجبهة الهوائية الدافئة عندما تندفع كتلة هوائية دافئة باتجاه كتلة هوائية باردة، بحيث ترتفع الكتلة الهوائية الدافئة فوق الكتلة الهوائية الباردة الأمر الذي يتسبّب في ظهور السحب والعواصف، إذ تتكوّن العديد من أنواع السحب حينها، وبمرور الجبهة الهوائية فوق منطقة ما يمكن أن ينخفض مستوى السحب ويُرافق ذلك هطول للأمطار، وفي حال كان الهواء غير مُستقر حول الجبهة الدافئة يمكن أن تحدث عواصف رعدية.

يتمّ تمثيل الجبهات الهوائية في خرائط الطقس بخط متصل ملون بالأحمر مع وجود أنصاف دوائر مغلقة ممتلئة على امتداد الخط تشير إلى الاتجاه الذي تتحرك فيه.

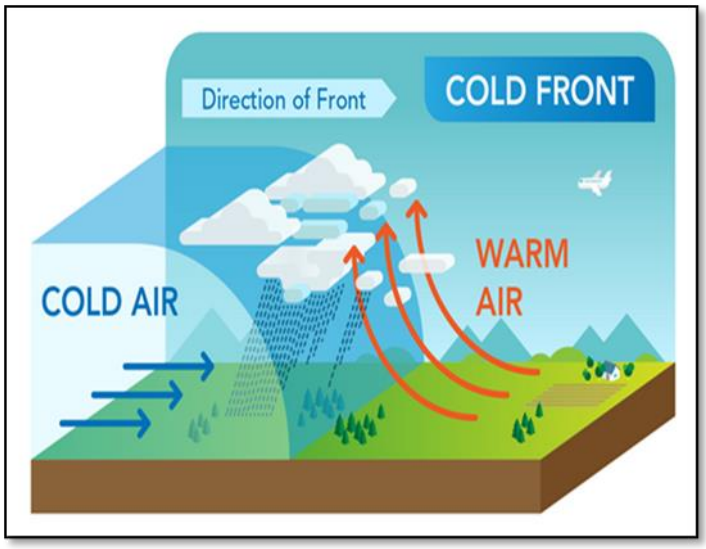


الشكل (7): الجبهة الدافئة

الجبهات الباردة:

تنشأ الجبهة الهوائيّة الباردة عندما تحل الكتلة الهوائية الباردة مكان الكتلة الهوائية الدافئة، بحيث تتحرك الكتلة الهوائية الأعلى كثافةً باتجاه الكتلة الهوائية الأقل كثافةً منها، كما يكون الهواء خلف الجبهة الباردة أكثر برودةً وجفافاً مقارنةً بالهواء الموجود في مقدمتها، ويشار إلى أن مرور الجبهة الباردة فوق منطقة ما يتسبب في انخفاض درجات الحرارة بمعدل يزيد عن 15 درجة مئوية خلال الساعة الأولى من مرورها، كما تمتاز الجبهات الهوائية الباردة بالارتفاع المفاجئ على طول حدودها الأمامية، ويمكن أن يرافقها أمطار غزيرة وعواصف رعدية لفترات قصيرة في حال تطورت السحب إلى سحب ركامية مسطحة.

ويتم تمثيلها في خرائط الطقس بخط متصل مع إضافة مثلثات على طول اتجاه الجبهة، بحيث تشير إلى الهواء الأكثر دفئاً في اتجاه حركة الجبهة.



الشكل (8): الجبهة الباردة