محاضرات مقرر فيزياء الأرصاد الجوية

تجميع وإعداد د/ فاطمة الزهراء محمد نبيه حسن

مدرس الفيزياء النظرية بقسم الفيزياء-كلية العلوم -جامعة دمياط.

الفصل الخامس:الضغط الجوي
الفصل السادس: الرياح

المراجع

- جغرافية المناخ والبيئة تأليف أ.د./ محمد إبراهيم محمد شرف، ٢٠٠٨ ،دار المعرفة الجامعية.
- موقع ويكيبيديا الموسوعة الحرة .
- موقع طقس العرب

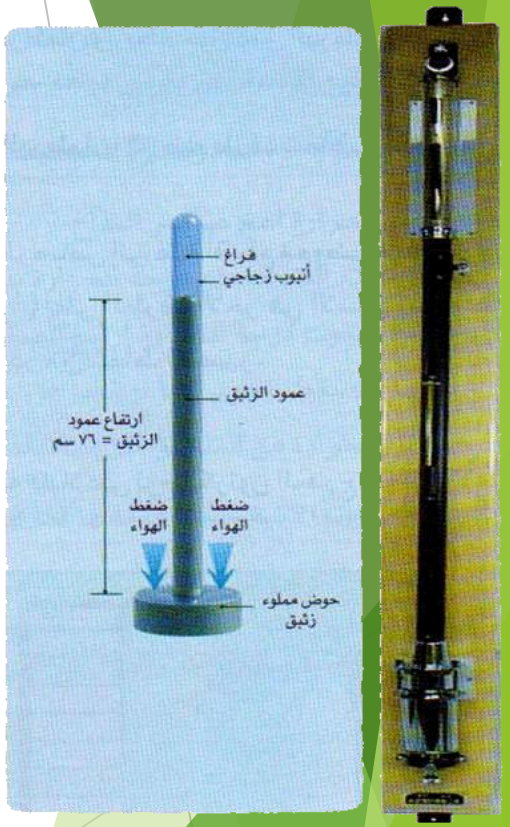
الفصل الخامس الضغط الجوي

- على الرغم من أننا لا نرى الهواء فإننا نشعر به، فهو مادة غازية لها وزن يشكل قوة على سطح الأرض.
- الضغط الجوي هو مقدار قوة وزن الهواء فوق سطح الأرض.
- تنجذب كتلة الهواء(الذي يتكون من مجموعة جزئيات الغازات المختلفة المتحركة دائما النيتروجين ٧٨% و الأكسجين ٢١%، بالإضافة إلى غازات أخرى) نحو سطح الأرض بفعل الجاذبية الأرضية فتشكل ثقلاً(وزنا) عليه أو بمعنى آخر ضغطاً عليه.
- يعرف الضغط على أنه وزن عمود الهواء الذي يمتد من الحد العلوي للغلاف الجزي وحتى سطح الأرض فوق سنتيمتر مربع واحد على سطح الأرض.
- الضغط الجوي = ١ atmأو بالتقريب ١ بار. وهو يتكوّن من عدة غازات -يتناقص الضغط الجوي مع الإرتفاع عن مستوى سطح البحر، ويبلغ عند مستوى سطح البحر ١ atm أو ١.٠١٣٢ بار.
- ينظم الضغط الجوي عملية دفع الهواء داخل أجسام الكائنات الحية(التنفس) لأنه يؤثر في كمية الهواء الداخلة إلى الجسم وبالتالي كمية الأكسجين التي يحتاجها الجسم.
- أنسب قيمة للضغط الجوي هي قرب سطح البحر وكلما أرتفعنا عن سطح البحر تعرض الانسان لضيق التنفس والإختناق والدوار بسبب إنخفاض الضغط الجوي وإنخفاض كمية الهواء (كمية الأكسجين) الداخلة للجسم.
- يعتبر الضغط الجوي عاملاً منظماً لحركة الهواء الرأسية والأفقية على سطح الأرض(الرياح) وهذا بدوره يشارك في توزيع درجة الحرارة على سطح الأرض، وتوزيع كمية بخار الماء وحركة السحب وبالتالي التساقط.

رياضياً : يحسب الضغط الجوي من العلاقة P=F/A حيث P الضغط الجوي ، F القوة المؤثرة ، A المساحة

قياس الضغط الجوي

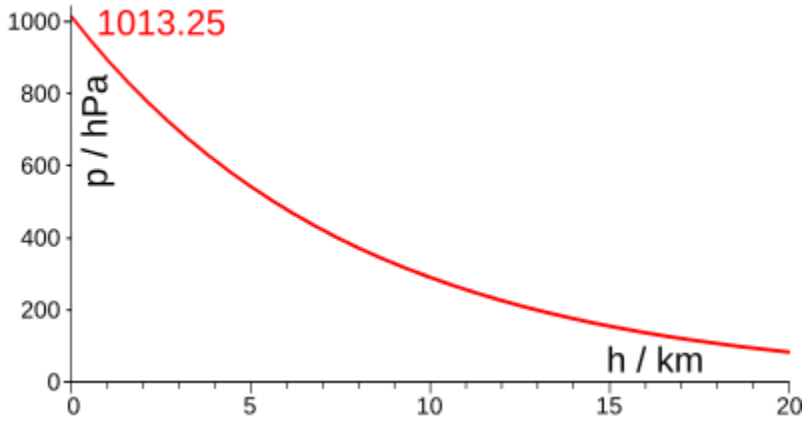
- **البارومتر** أو **مقياس الضغط الجوي** جهاز لقياس الضغط الجوي **وهو أما زئبقي أو معدني أو رقمي**. تستخدم مراكز الأرصاد الجوية البارومتر لمعرفة التغيرات في ضغط الهواء، وكثيرا ما تعني هذه التغيرات أن الطقس سيتغير. ويمكن استخدام البارومتر أيضا لقياس الارتفاعات المختلفة حيث يقل الضغط الجوي كلما زاد الارتفاع.
- اخترع العالم الإيطالي إيفانجليستا توريشلي البارومتر عام ١٦٤٣ م. وكان جهاز توريشلي يتكون من أنبوب زجاجي طويل وضعه مقلوباً وهو مملوء بالزئبق، في كوب من الزئبق فانخفض عمود الزئبق في الأنبوب، وأصبحت قمته على ارتفاع ٧٦ سم فوق سطح الزئبق الذي في الكوب. وظل الزئبق ثابتا في الأنبوب نتيجة لضغط الهواء على سطح السائل في الكوب. وبذلك أثبت توريشلي أن الضغط الجوي يعادل تقريبا وزن عمود من الزئبق طوله ٧٦ سم.
- يتكون جهاز البارومير الزئبقي من أنبوب زجاجي مغلق الفوّهة ومفتوح القاعدة، وفي القاعدة طبق دائري ضحل مليء بالزئبق والذي يتغير مع تغير الضغط الجوي، فعندما يرتفع الضغط الجوي يرتفع الزئبق إلى أعلى الأنبوب، ويمكن معرفة القياس عن طريق قراءة الرقم أو العداد الذي يرتفع إليه الزئبق.
- وتقيس البارومترات الحديثة الضغط الجوي بالمليمتر الزئبقي أو بوحدة تسمى البار تنقسم إلى ألف مليبار. والبار وحدة ضغط في النظام المتري، ويسجل العلماء معظم قياسات الضغط بالمليبار. فمتوسط الضغط الجوي عند مستوى سطح الأرض ١,٠١٣ مليبار، وهو يساوي ٧٦٠ ملم زئبقي.
- ولمقارنة قياسات الضغط المأخوذة عند الارتفاعات ودرجات الحرارة المختلفة يُحوِّل العلماء هذه القياسات إلى القيمة التي تساوي الصفر المئوي عند سطح البحر.



- البارومير اللاسائلي بالإنجليزي (Aneroid Barometer): في عام ١٨٤٤ اخترع العالم الفرنسي لوسين فيدي جهاز البارومتر اللاسائلي والذي حل محل البارومتر الزئبقي تدريجياً لكونه أقل كلفةً وأسهل للاستخدام والنقل، إذ يتكون هذا الجهاز من طبقة معدنية مغلقة تتقلص أو تتمدد تبعاً للضغط الجوي المحيط بها، وتقيس أدوات ميكانيكية درجة تقلص أو تمدد هذه الطبقة.
- البارومير الرقمي بالإنجليزي (Digital Barometers): تُظهر أجهزة البارومير الرقمية الحديثة البيانات الجوية الأكثر تعقيداً بدقة وسرعة أكبر من قبل، كما وتظهر العديد منها القراءات الحالية والقراءات لما قبل ساعة أو ثلاث أو ست أو اثنا عشر ساعة، كما وتظهر بيانات مثل الرياح والرطوبة للحصول على تنبؤات جوية أدق.
- الباروجراف : Barographوهو جهاز يسجل الضغط الجوى مباشرة على خريطة لمدة أسبوع ويتركب الجهاز من قاعدة مثبت عليها عدة علب من الصفيح الرقيق، بحيث يثبت السطح العلوي للعلبة الواحدة بالسطح السفلى للأخرى وذلك لمضاعفة تأثير الضغط الجوى على العلب المخلخلة من الهواء وتثبت العلبة السفلى من أسفلها فى قاعدة بحيث يمكن رفعها هي وزميلتها أو خفضها بواسطة مسمار محوري وبالتالي ترفع العلب جميعا إلى أعلى أو تنخفض إلى أسفل ويثبت على سطح العلبة العليا رافعة متصلة بعدة روافع تحرك قلم والقلم يسجل على خريطة مقسمة إلى أيام وساعات فى تقسيماتها الطولية والضغط بالمليبار فى التقسيمات العرضية والخريطة مثبتة فى جهاز تسجيل.

تغير الرأسـي للضغط الجوي

من المعروف أن الهواء قابل للإنضغاط، فهو متغير الحجم والكثافة، ولأن الهواء يكون متراكما رأسيا (طبقات الغلاف الجوي)، فإن الهواء الموجود في الحد السفلي للغلاف الجوي (الملامس بسطح الأرض) يتحمل وزن الهواء الذي يعلوه حتى نهاية الحد العلوي للغلاف الجوي، ولهذا يكون الهواء في الطبقات السفلى للغلاف الجوي أكثر ضغطاً من الهواء الذي يعلوه، فكلما إرتفعنا رأسيا بعيداً عن سطح البحر ينخفض سمك الغلاف الجوي وتتناقص الغازات الثقيلة التي تدخل في تركيبه ويصبح أقل وزنا(ضغطا)، ومعنى ذلك أن الضغط الجوي يكون أكبر ما يمكن عند سطح الأرض وينخفض تدريجيا بالارتفاع رأسيا بعيدا عنه.



جزء من 1 atm	متوسط الارتفاع	
	(متر)	(قدم)
1	0	0
1/2	5،486	18،000
1/3	8،376	27،480
1/10	16،132	52،926
1/100	30،901	101،381
1/1000	48،467	159،013
1/10000	69،464	227،899
1/100000	86،282	283،076

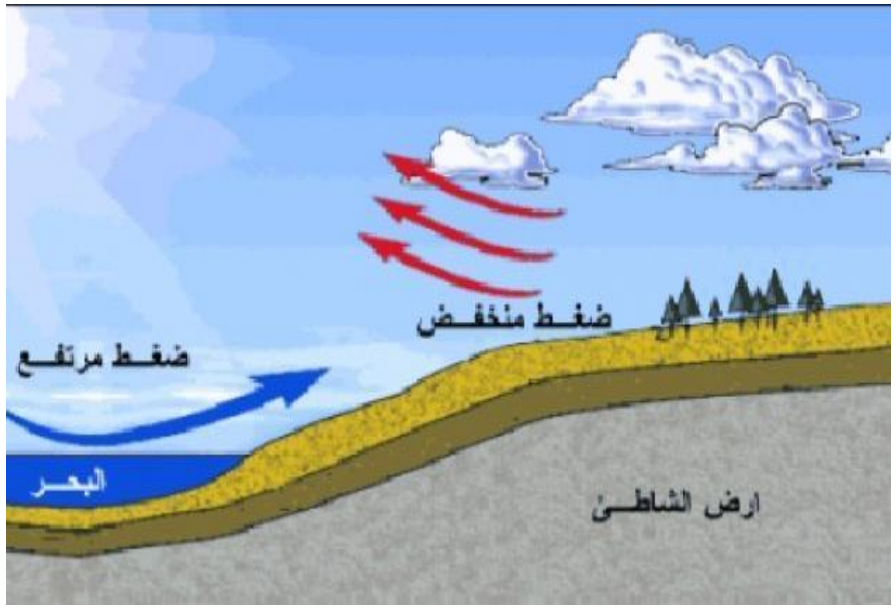
- ينخفض الضغط الجوي كلما زاد الارتفاع عن سطح البحر طبقا ل دالة أسية. وعلى الرغم من تغير الجو أيضا بسبب أحوال الطقس والحرارة فقد قامت ناسا بحساب تغير متوسط الضغط على ارتفاعات مختلف لجميع المناطق الأرض. وتعطينا القائمة التالية تغير الضغط الجوي بالارتفاع بالتقريب.
- https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B6%D8%BA%D8%B7_%D8%AC%D9%88%D9%8A

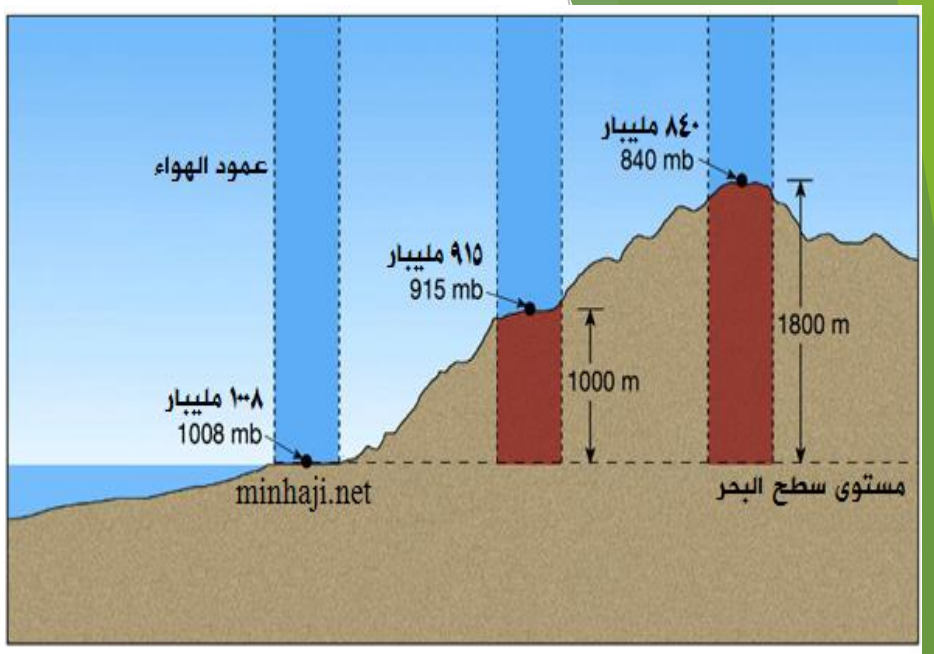
تأثير إنخفاض الضغط الجوي

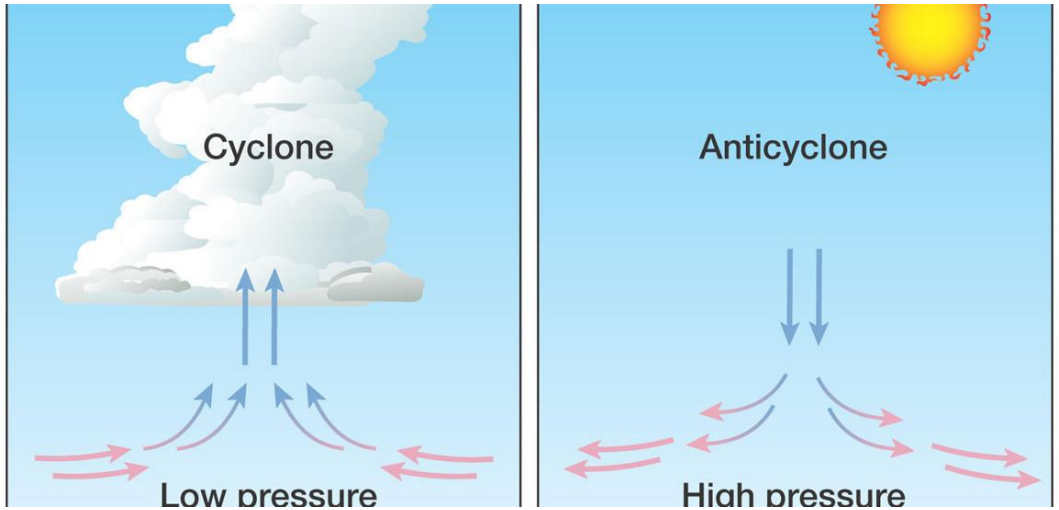
- يؤثر إنخفاض الضغط الجوي بالإرتفاع رأسيا بعيدا عن سطح البحر سلبا على صحة الإنسان ومعيشته، فيؤدي إنخفاض الضغط الجوي إلى إنخفاض كمية الهواء (كمية الأكسجين) الداخلة إلى الدم عبر الرئتين، مما يعرض الانسان لضيق التنفس والإختناق والدوار بسبب ذلك.
- يؤثر إنخفاض الضغط الجوي بالارتفاع على الدرجة التي يغلي عندها الماء ودرجة الغليان هي درجة الحرارة التي يتساوى عندها ضغط البخار مع الضغط المحيط بالماء فتكون ١٠٠ ْ م عند مستوى سطح البحر بينما يغلي الماء عند ٩٠ْم على إرتفاع ٣٣٠٠ متراً بينما تكون ٨٤ْم على إرتفاع فوق ٥٠٠٠ مترا فوق سطح البحر ويترتب علي إنخفاض درجة غليان الماء بالارتفاع بعيدا عن سطح البحر زيادة المدة التي يحتاجها طهي الطعام بالغليان مقارنة مع مثيلتها عند سطح البحر.
- يؤثر كذلك في المركبات الجوية وخاصة طائرات نقل البضائع والركاب، فيجب أن يتعادل الضغط الجوي داخل الكابينة مع مثيله عند مستوى سطح البحر طوال فترة الرحلة، فيزداد داخل الكابينة منذ اللحظة الأولى ببإقلاع كلما إرتفعنا لتعويض الإنخفاض الذي تم، وبالمثل عند الهبوط من أعلى إلى أسفل يتم تخفيض الضغط الحوي داخل الكابينة تدريجيا ليتعادل مع قيمته عند مستوى سطح البحر. يؤدي التغير السريع في الضغط إلى الشعور بالطنين بالأذن.

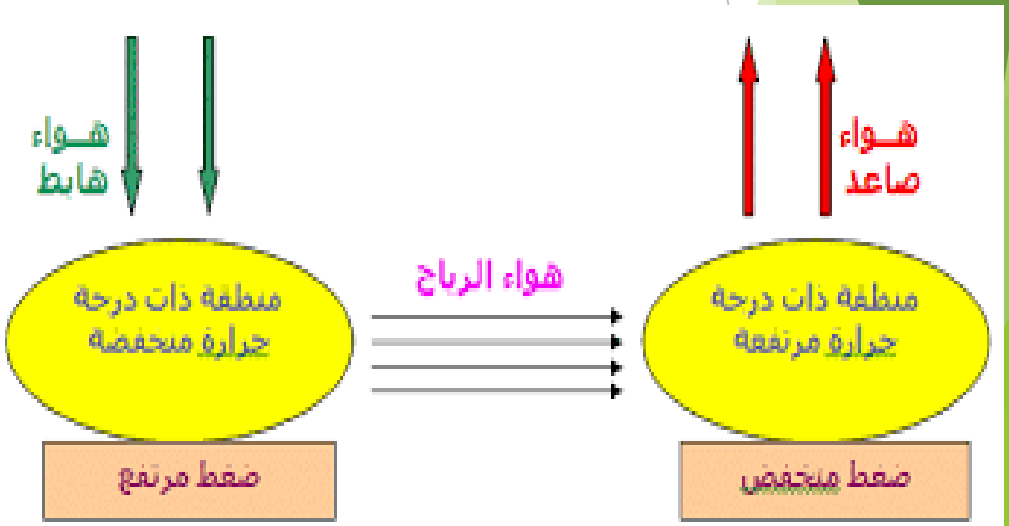
التغير الأفقي للضغط الجوي

- يتباين الضغط الجوي من مكان إلى آخر على سطح الأرض، بعبارة آخرى يتباين وزن الكتل الهوائية المؤثرة في سطح الأرض، فتشكل كتلة هوائية توجد فوق مكان ما على سطح الأرض ضغطا أكبر أو أقل من كتلة هوائية آخرى توجد في مكان آخر على سطح الأرض.
- تتباين كتل الهواء بسبب تباين كثافة الهواء التي تتبع بدورها درجة الحرارة.
- **لدرجة الحرارة** آثر في تباين الضغط الجوي فعندما ترتفع الطاقة تتزايد الطاقة الحركية لجزيئات الهواء وترتفع رجة حرارته، فتزيد المسافات بين جزيئات الهواء فيتمدد وبالتالي تقل كثافته فينخفض ضغطه والعكس صحيح، وعليه فإن تساوت كتلتين هوائيتين في الحجم وأختلفتا في درجة الحرارة فإن الكتلة الحارة سوف تشكل ضغطا أقل من مثيله الذي تسببه الكتلة الباردة.
- **لبخار الماء** كذلك آثر في تباين الضغط الجوي لأن زيادة بخار الماء في الهواء يعني إنخفاض كثافته وكذلك ضغطه، فالهواء الرطب أقل كثافة من الهواء الجاف(في حالة تساوي درجة الحرارة لكل منهما) وذلك لأن جزيئات الماء أقل من متوسط وزن جزيئات الهواء الجاف. عندما تدخل جزيئات الماء للغلاف الجوي كغاز فإنها تحل محل جزيئات غاز آخر وبخاصة النيتروجين والأكسجين. عندما تتساوى كتلتان هوائيتنان في الحجم ودرجة الحرارة وكانت أحداهما جافة والآخرى رطبة فسوف تشكل الكتلة الرطبة ضغطا أقل من الكتلة الجافة.


ضغط منخفض
ضغط مرتفع
البحر
ارض الشاطئ

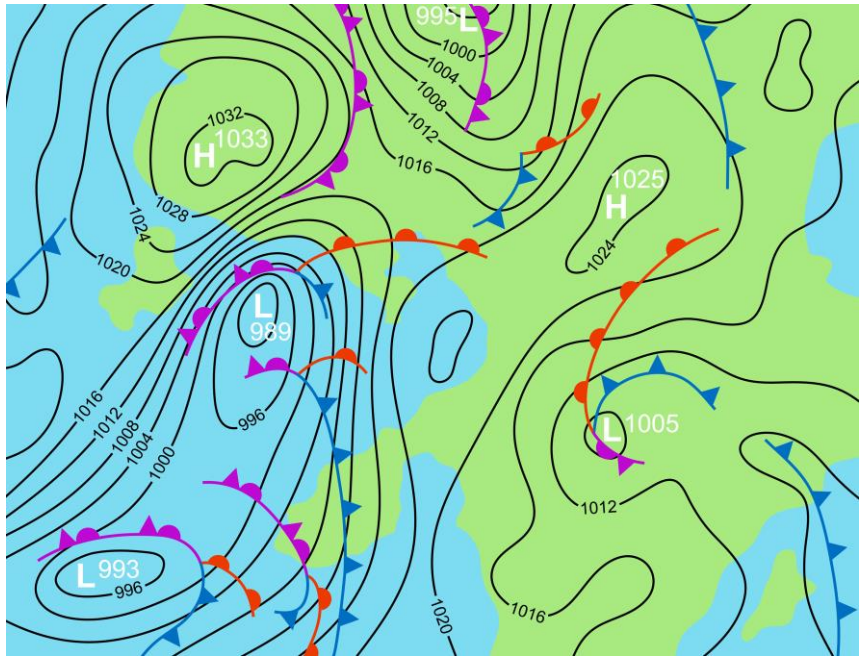

عمود الهواء
٨٤٠ مليبار
840 mb
٩١٥ مليبار
915 mb
١٠٠٨ مليبار
1008 mb
1000 m
1800 m
minhaji.net
مستوى سطح البحر


Cyclone
Low pressure
Anticyclone
High pressure


هواء
هابط
هواء
صاعد
منطقة ذات درجة
حرارة منخفضة
هواء الرياح
منطقة ذات درجة
حرارة مرتفعة
ضغط مرتفع
ضغط منخفض

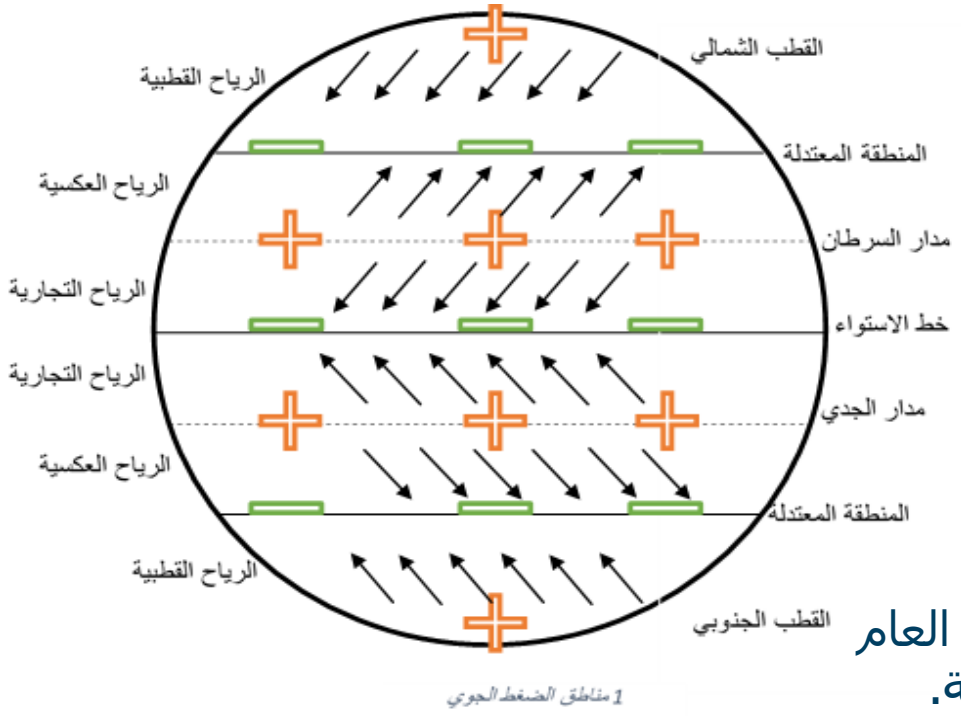
- يتغير الضغط الجوي أفقيا من مكان لآخر على سطح الأرض بسبب التغير في كمية الهواء الذي يتحرك أفقيا وما يترتب علي ذلك من هبوط أو صعود الهواء رأسيا، ففرضا إن تحرك الهواء أفقيا متشعبا في جميع الجهات مبتعدا عن مركزا ما فإن ذلك يسمح بهبوط الهواء من طبقات الجو العليا مندفعا نحو هذا المركز أكبر من سرعة الهواء الذي ابتعد أفقيا وعليه فإن كثافة الهواء والضغط الجوي يرتفعان(يحدث عند القطبين) وبالعكس في حالة تحرك الهواء أفقيا من جميع الجهات متجها نحو مركز ما فإن تقابل الهواء إلى إعلى فإن الضغط والكثافة تنخفضان(يحدث عند الدائرة الإستوائية) وعليه ينخفض الضغط الجوي عند الاستواء ويرتفع عند القطبين.
- يوجد سبعة نطاقات للضغط الجوي على سطح الأرض أربعة نطاقات للضغط المرتفع وثلاثة للضغط المنخفض.
- نطاقات الضغط المرتفع هي نطاق الضغط المرتفغ حول دائرة عرض ٣٠˚ شمالا وكذلك دائرة عرض ٣٠˚ جنوبا-نطاق الضغط المرتفع فوق القطب الشمالي-نطاق الضغط المرتفع فوق القطب الجنوبي.
- نطاقات الضغط المنخفض هي نطاق الضغط المنخفض عند دائرة الاستواء-نطاق الضغط المنخفض عند دائرة عرض ٦٠˚ شمالا-نطاق الضغط المنخفض عند دائرة عرض ٦٠˚ جنوبا.

الفصل السادس الرياح



- **الريح** أو **الرياح** هي عبارة عن انتقال أو تحرّك للكتل الهوائيّة من منطقة إلى أخرى بشكل أفقي في الجو، وذلك تبعًا لاختلاف قيم الضغط الجوي من منطقة إلى أخرى؛ بحيث تتحرّك الرياح دائمًا حركة تسارعيّة من المناطق ذات الضغط الجوي المرتفع إلى المناطق ذات الضغط الجوي المنخفض.
- ويمكن تعريفها بأنها الهواء المتحرك الذي ينشأ بفعل التباين في كثافة الهواء والضغط الجوي، وتعتبر الرياح مظهرا غير مرئي من مظاهر تدفق الطاقة على سطح الأرض، فعندما تتدفق الطاقة الشمسية نحو الأرض وتؤثر فيه يحولها إلى طاقة حرارية تتسبب في رفع درجة حرارة الهواء المملامس له ونشاط عملية التبخر، وبالتالي تتباين كثافته وضغطه ومن ثم يتحرك الهواء أفقيا ورأسيا وتسهم تلك الحركة في توزيع درجة الحرارة وبخار الماء وإنتقال الطاقة كما يحدث عندما تصطدم الرياح بمستوى الماء في المسطحات المائية فتتموج ويتناسب كل من طول الموجة وإرتفاعها مع قوة الرياح.
- يتحرك الهواء صاعدا عند مناطق الضغط المنحفض وهابطا عند مناطق الضغط المرتفع وبتحرك أفقيا أيضا من مناطق الضغط المرتفع نحو مناطق الضغط المنخفض. من الصعب أن نفصل بين حركة الهواء الرأسية والأفقية فهما يشتركان معا في آلية واحدة تعرف باسم الدورة الهوائية العامة على سطح الأرض.

أنواع الرياح



1 مناطق الضغط الجوي

للرياح أنواع مختلفة أهمها:-

١) الرياح الدائمة.
٢) الرياح الموسمية.
٣) الرياح المحلية.
٤) الرياح اليومية.

١) الرياح الدائمة: وهي أهم أنواع الرياح اذ أنها تهب طول العام وتشمل الرياح المنتظمة التجارية والعكسية (الغربية) والقطبية.

الرياح التجارية تهب الرياح من منطقتي الضغط المرتفع فيما وراء المدارين (٣٠ ° و ٣٥ ° شمالاً وجنوباً) الى منطقة الضغط المنخفض الاستوائي، ويكون اتجاهها شمالية شرقية في نصف الكرة الشمالي، وجنوبية شرقية في نصف الكرة الجنوبي، وهذه الرياح منتظمة طول السنة سواء في اتجاهها أو في قوتها، وتكاد تقتصر على طبقات الجو السفلى. والرياح التجارية ذات سرعة معتدلة تتراوح بين ١٦ - ٢٤ كيلو متراً في الساعة، وهي أكثر استقراراً وهدوء في الأجزاء الشرقية من المحيطات عنها في الأجزاء الغربية منها.

- **الرياح العكسية(الغربية):** تهب من منطقتي الضغط المرتفع فيما وراء المدارين الى منطقتي الضغط المنخفض عند الدائرتين القطبيتين، واتجاهها جنوبية غربية في النصف الشمالي للكرة الأرضية، وشمالية غربية في النصف الجنوبي، وتعرف أحياناً بالرياح الغربية أ، الغربيات، وتختلف عن الرياح التجارية بقلة انتظامها وعدم استقرارها على حالة واحدة أو في قوتها. كما تمتاز بظهور كثير من الأعاصير التي تنتقل من الغرب الى الشرق، وأثناء هبوب الأعاصير يسود الاضطراب في اتجاه الرياح وسرعتها، وقد تحدث عواصف هوجاء، تصبحها رياح تهب من كل الجهات. والرياح العكسية تهب على جهات أبرد من الجهات التي تهب منها، وتكون مشبعة بالبخار، ولذلك فإنها تجلب الدفء والأمطار للجهات التي تهب عليها في غربي القارات.

- **الرياح القطبية:** تهب من القطبين الى منطقتي الضغط المنخفض عند الدائرتين القطبيتين، ويكون اتجاهها شمالية شرقية في نصف الكرة الشمالي، وجنوبية شرقية في النصف الجنوبي، ومن أهم مميزات هذه الرياح أنها باردة وجافة، وهي رياح ضعيفة في العادة، ولهذا عندما تلتقي بالرياح العكسية، تتفوق عليها الأخيرة، وتسود في مجالات هبوبها، هذا ويؤدي التقاء الرياح العكسية بالرياح القطبية الى تشكيل جبهة هوائية تتولد على امتدادها الأعاصير التي تنتقل من الغرب الى الشرق مع الرياح الغربية.

٢-الرياح الموسمية

- تهب هذه الرياح في مواسم معينة، وتتميز بأن اتجاهها يتغير في معظم الأحيان في فصل الصيف عنه في الشتاء، وهي تظهر غالباً فيما بين المدارين، وعلى المناطق الشرقية للقارات، وخير مثال لدينا هو الرياح التي تهب على القارة الآسيوية وخاصة على الهند والهند الصينية والصين واليابان وكوريا، وهي على نوعين: موسمية شتوية، وموسمية صيفية.
- ففي الشتاء يكون الهواء بارداً فوق قارة آسيا فيزداد ضغطه بسبب ارتفاع كثافته، في حين يكون الهواء على المحيطين الهادئ والهندي أدفأ من الهواء على اليابس، وبالتالي يكون ضغطه أقل ارتفاعاً، وتبعاً لذلك تندفع الرياح من القارة الآسيوية نحو المحيطين السابقين أي أنها تهب من الداخل نحو السواحل الجنوبية والشرقية، وتتميز هذه الرياح الموسمية الشتوية بأنها باردة جافة، إلا اذا عبرت البحار أو المحيطات، فإنها تتشبع ببخار الماء الذي يسقط على شكل أمطار تعترضها المرتفعات.
- وفي فصل الصيف يحدث العكس، حيث يكون الهواء على القارة أكثر حرارة مما يقلل من ضغطه (ضغط منخفض) في حين يكون الهواء على المحيطين الهندي والهادي أقل حرارة، وبالتالي أعلى ضغطاً، فتندفع الرياح منها نحو القارة، وتكون جنوبية شرقية على شرقي القارة، وجنوبية غربي على الهند، وهذه الرياح الصيفية لها أهمية عظيمة، لأنها تأتي بالأمطار الغزيرة على جنوب القارة وشرقها، تلك الأمطار التي يتوقف عليها قيام الزراعة ونجاحها في تلك الجهات وتنفرد القارة الآسيوية بهذا النظام الموسمي المثالي. وتوجد نظم شبه موسمية في جهات أخرى من العالم مثل جنوب شرق الولايات المتحدة الأمريكية، وفي شمال استراليا، وفي الحبشة، وفي سواحل اليمن وعسير.

٣- الرياح المحلية:

- وهي رياح تنشأ نتيجة لاختلاف الضغط في مساحة صغيرة ولمدة قصيرة، كما تسببها عوامل خاصة بالتضاريس. وهي تختلف عن الرياح الموسمية في أنها لا تشمل موسماً كاملاً وأنما تهب في فترات متقطعة.
- وتهب الرياح المحلية حول المنخفضات الجوية، ونظام هبوبها لذلك له نظام خاص لا يتمشى بالضرورة مع دورة الهواء العامة. ففي النصف الشمالي من الكرة الأرضية تهب الرياح المحلية في مقدمة المنخفضات الجوية من الجنوب، ولذلك تكون حارة أو دافئة خصوصاً في النصف الصيفي من السنة. أما في مؤخرة المنخفض فتهب من الشمال، ولذلك تكون باردة خصوصاً في النصف الشتوي من السنة، وهي تسمى بأسماء متباينة بحسب المناطق التي تهب عليها.
- ويمكن تقسيم الرياح المحلية الى المجموعات الرئيسية الثلاث الآتية:

١- مجموعة الرياح المحلية الحارة: ويهب معظمها في مقدمة المنخفضات الجوية، وأشهرها الخامسين والقبلى، والسيروكو والسولانو، والهرمطان والهبوب.

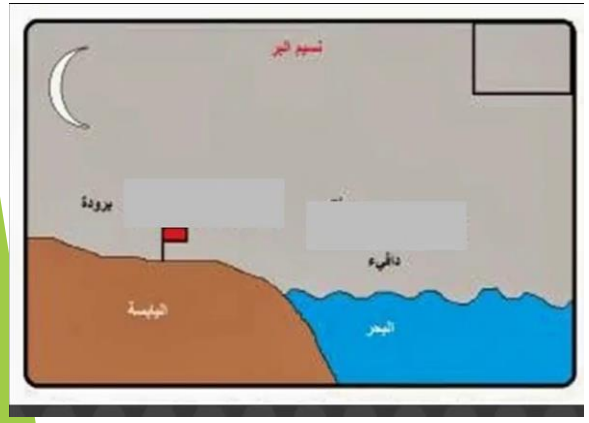
٢- مجموعة الرياح المحلية الدفيئة: ويهب معظمها في مقدمة المنخفضات الجوية، ولكنها لا تظهر الا في المناطق الجبلية، حيث تكتسب معظم حرارتها نتيجة لتضاغطها على منحدرات الجبال، ومن أشهرها رياح الفون والشنوك.

٣- مجموعة الرياح الباردة: وتهب في مؤخرة المنخفضات الجوية، كرياح المسترال في وادي الرون، ورياح البورا في شمال البحر الادرياتي.

الرياح اليومية

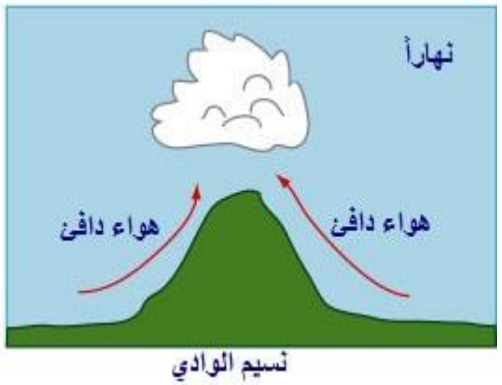
تتكون الريح اليومية نتيجة لاختلاف في درجات الحرارة و الضغط الجوى بين اليابس و الماء، أو بين المرتفعات و الأودية أثناء الليل و النهار ، و من أمثلثها :-نسيم البر و البحر ، و نسيم الجبل و الوادي .

نسيم البر Land Breeze ونسيم البحر Sea Breeze

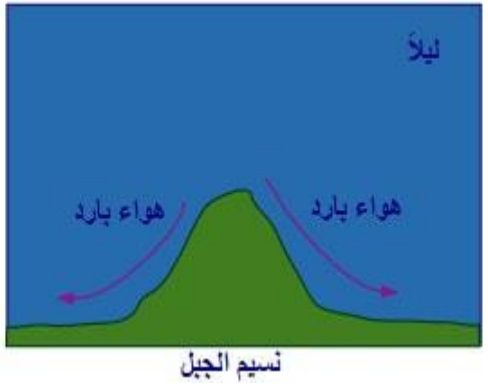


نسيم البحر ونسيم البر، هما ظاهرتان طبيعيتان تحدثان وتظهران بشكل واضح في المناطق القريبة من الشواطئ وفي البحر. السبب في حدوث ظاهرة نسيم البحر هي أن أشعة الشمس عندما تسقط على الأرض (اليابسة) فانها ترفع من درجة حرارتها وكذلك المياه ترتفع درجة حرارتها، ولكن من المعلوم أن سرعة التسخين تختلف بين اليابسة وبين الماء، فالماء يسخن ببطء وكذلك يبرد في الليل ببطء. اما اليابسة فانها تسخن نهارا أسرع من الماء لأن حرارتها النوعية أقل من الماء (سبق ذكره في الفصل الخاص بدرجة الحرارة) من كل ما سبق فإن اليابسة نهارا تسخن أسرع وهذا يؤدي إلى تسخين الهواء الملامس للارض فيقل ضغطه وبسبب التسخين يتمدد الهواء وتقل كذلك كثافته لذلك فانه يرتفع إلى أعلى، وعندها يتحرك الهواء البارد الموجود فوق البحر باتجاه اليابسة ليحل محله ويكون هذا الهواء بارد ويسمى نسيم البحر وهو هواء منعش، أما في الليل فيحدث العكس. تنحجب أشعة الشمس فتبرد اليابسة أسرع من ماء البحر وبذلك فإن الهواء الموجود فوق البحر يرتفع للأعلى لانه هواء ساخن وقليل الكثافة فيتحرك هواء من فوق اليابسة ويتحرك باتجاه البحر وهذا يسمى نسيم البر.

نسيم الوادي ونسيم الجبل



نسيم الوادي



نسيم الجبل

نسيم الوادي : يحدُث أثناء النهار، حيث تعمل أشعّة الشمس على تسخين الهواء الموجود على قمّة الجبل أكثر من ذاك الموجود في الوادي، وبالتالي يتشكّل ضغط جوي مُنخفض فوق الجبل، وضغط جوي مُرتفع في الوادي، وينتقل الهواء البارد من مكان الضغط الجوي المرتفع وهو الوادي إلى مكان الضغط الجوي المُنخفض وهو قمّة الجبل، لأنّ كثافة الهواء الدافئ الموجود على قمّة الجبل تقل، ويصعد إلى أعلى، ويحلّ مكانه الهواء البارد القادم من الوادي، وبهذا يتشكّل ما يُسمّى نسيم الوادي.

نسيم الجبل : يحدُث أثناء الليل، حيث يبرُد الهواء الموجود على قمّة الجبل بسرعة بسبب ارتفاعها و انكشافها و صغر مساحتها، وبالتالي يرتفع الضغط الجوي، وفي نفس الوقت يكون الهواء الموجود في الوادي دافئاً، فينخفض فيه الضغط الجوّي، و يرتفع الهواء الدافئ الموجود في الوادي إلى أعلى ليُفسح المجال أمام الهواء البارد الموجود على قمّة الجبل للتدفّق نحو الوادي، وهذا ما يُسمّى نسيم الجبل، وهو أكثر شيوعاً في الأشهر الباردة.

العوامل المؤثرة في حركة الهواء الرأسية

١- **الرفع الميكانيكي** ويقصد به ارتفاع الهواء إلى أعلى بسبب إنخفاض كثافته وينتج ذلك عندما تتلاقى كتل هواء غير متجانسة الكثافة، وأفضل مثال على ذلك ما يحدث فوق نطاق الضغط المرتفع حول دائرة عرض ٦٠° شمالا وجنوبا عندما تتقابل الرياح القطبية الباردة الآتية من القطب مع الرياح العكسية الدافئة (الأقل كثافة) الآتية من نطاق الضغط المنخفض حول دائرة عرض ٣٠° شمالا وجنوبا فتنساب الرياح العكسية الأدفأ والأقل كثافة إلى أعلى الرياح القطبية الأبرد والأكبر كثافة في صورة تيارات هوائية صاعدة متسببة فيما يسمى ظاهرة المنخفضات الجوية.

٢- **الرفع الحرارى:** يقصد بها ارتفاع الهواء إلى أعلى بسبب إرتفاع درجة حرارة الهواء القريب من سطح الأرض الساخن كما هو الحال في الأقاليم الإستوائية، فتنخفض كثافته وينخفض ضغطه ويصعد إلى أعلى في صورة تيارات هوائية صاعدة.

٣- **تشعب الهواء أفقيا** ويؤدي إلى هبوط الهواء من أعلى إلى أسفل في حالة بعده عن مركز ما وصعوده إلى أعلى في حالة تجمعه نحو مركز ما.

٤-إعتراض المرتفعات: فعندما تعترض المرتفعات حركة الهواء الأفقية يرتفع الهواء إلى أعلى ثم يهبط إلى أسفل مؤديا حركة رأسية محدودة تعرف بالاضطرابات الهوائية الجبلية.

العوامل المؤثرة في حركة الهواء الأفقية

- **١- قوة إنحدار الضغط الجوي:** يعد كل من الضغط الجوي والرياح من العناصر المناخية وثيقة الارتباط ببعضها البعض، فيعد التغير في الضغط الجوي من منطقة لآخرى على سطح الأرض السبب الرئيسي في حركة الهواء.

- معدل إنحدار الضغط الجوي (ملليبار/كم)=$\frac{\text{الفارق في الضغط الجوي بين نقطتين (ملليبار)}}{\text{المسافة بين النقطتين (كيلومتر)}}$

- كلما إزداد قيمة إنحدار الضغط كلما زادت سرعة الرياح.

- **٢- تأثير دوران الكرة الأرضية حول نفسها(قوة كوريولي)** ينشأ عن دوران الكرة الأرضية حول محورها من الغرب إلى الشرق إنحرافا للهواء نحو الشرق أو الغرب.

- **٣-قوة الإحتكاك:** هي القوة التي تنشأ بسبب إحتكاك الرياح بمظاهر سطح الأرض مثل التضاريس، المسطحات المائية، الأشكال النباتية، المباني وغيرها، فيؤدي الإحتكاك بين الرياح ومظاهر سطح الأرض إلى خفض سرعتها وتغيير إتجاهها، وتؤدي في النهاية إلى هدوء الرياح وتقليل فترة دوامها.

- **٤- قوة الجذب المركزية:** تتناسب قوة الجذب طرديا مع حاصل ضرب كتلة الجسم المتحرك مع مربع سرعته وعكسيا مع نصف قطر المدار وعليه فإن أقصى قيمة لها تكون عند الدائرة الاستوائية لأن معدل سرعة الرياح ينخفض بالاتجاه من الدائرة الإستوائية نحو القطبين، ويظهر تأثير قوة الجذب المركزية واضحا في حالة دوران الرياح المصاحب للأعاصير والمنخفضات الجوية.

سرعة الرياح وإتجاهها

- تقاس سرعة الرياح بالعقدة أو متر/ثانية.
- ١ متر /ثانية=٣.٦ كيلومتر/ساعة=١.٩٤ عقدة.
- العقدة=١.٨٥ كيلومتر /ساعة=٠.٥١ متر/ثانية.
- تقاس سرعة الرياح بجهاز يسمى الأنيمومتر Anemometer ويارکب من عمود فولاذي مرتكز على قاعدة ويدور على طرفه الأعلى ثلاث أو أربع أذرع متساوية الطول ومتعامدة عليه، يزداد دورانها بزيادة سرعة الرياح وتسجل عدد دورات الأذرع بواسطة عداد مثبت علي قاعدة الجهاز.
- بينما يقاس إتجاه الرياح بإستخدام دوارة الرياح وهو يتركب من عمود فولاذي رأسي مرتكز على قاعدة فولاذية، مركب في أعلاه سهما معدنيا في نهايته ذيل عريض(حتى تدفعه الرياح إلى الجهة التي تنطلق إليها) خفيف الوزن لكي يسهل على الرياح تحريكه،ويثبت على العمود الفولاذي أسفل السهم ذراعان متقاطعان عموديا تشير أطرافهما إلى الجهات الأربعة الأصلية وعندما تهب الرياح يتحرك ذيل السهم نحو الجهة التي تتجه نحوها الرياح ويشير رأس السهم إلى الجهة الآتية منها الرياح. تثبت دوارة الرياح فوق المباني أو أعلى محطات الأرصاد.