الشرقية للولايات المتحدة الامريكية تبدو على شكل منحنيات محدبة الشكل في حين تبدو على شكل منحنيات مقعرة الشكل على طول سواحلها الجنوبية الغربية [٧٥] .

٤ – التضاريس .

امتداد السلاسل الجبلية ومنعها من تقدم الكتل الهوائية كما في جبال الالب في اوربا والهملايا في اسيا على عكس امريكا الشمالية التي لاتوجد فيها سلاسل جبلية تمتد من الشرق الى الغرب الامر الذي جعلها مفتوحة امام الكتل الهوائية القطبية الباردة

٥ – الرياح والكتل الهوائية التي اذا كانت باردة تخفض درجة الحرارة في المناطق التي تهب عليها والعكس بالعكس [٧٦]

٦ – الغطاء النباتي .

المناطق المغطاة بالنبات الطبيعي عكس المناطق الجرداء التي تسقط الاشعة الشمسية مباشرة فوق سطح الارض .

الفصل الرابع /الضغط الجوي Atmospheric pressure.

هو وزن عمود الهواء المسلط على وحدة المساحة من سطح الارض سم٢ (*[٧٧]) ويقدر هذا الوزن عن مستوى سطح البحر عمودا من الزئبق يعادل ارتفاعه ٧٦ سم او ٧٦٠ ملم او ٢٩،٩٤ بوصة او ١٠١٣،٢ ملليبار كما يقدر وزن عمود الهواء بـ ١٤،٧ رطلا / البوصة المربعة [٧٨] .

ان اهم العوامل التي تؤثر في اختلاف الضغط الجوي من مكان الى اخر هي (درجة الحرارة , الارتفاع عن مستوى سطح البحر, نسبة بخار الماء في الجو) [٧٩] :-

١ – الحرارة (العلاقة عكسية) بسبب اذا ارتفعت حرارة الهواء تمدد الى الاعلى وقلت كثافته ومن ثم يتناقص وزنه وضغطه والعكس بالعكس .

٢ – الارتفاع عن مستوى سطح البحر (العلاقة عكسية) لانه بالارتفاع يقل طول عمود الهواء فيقل وزنه وضغطه لذلك يكون الضغط فوق قمم السلاسل الجبلية اقل مما هو عليه في السهول المجاورة .

٣ – بخار الماء (العلاقة العكسية) لان بخار الماء العالق في الهواء اضعف وزنا منه لـــذلك فان الضغط في المناطق البحرية الرطبة يكون اقل مما هو عليه فـــي المنـــاطق القاريـــة ذات الهواء الجاف كما ان الضغط في الايام الرطبة اقل مما هو عليه في الايام الجافة .

٤ – توزيع اليابس والماء ويعتمد ذلك على ارتفاع او انخفاض الحرارة في كل منهما .

٥ – الكثافة (العلاقة طردية) .

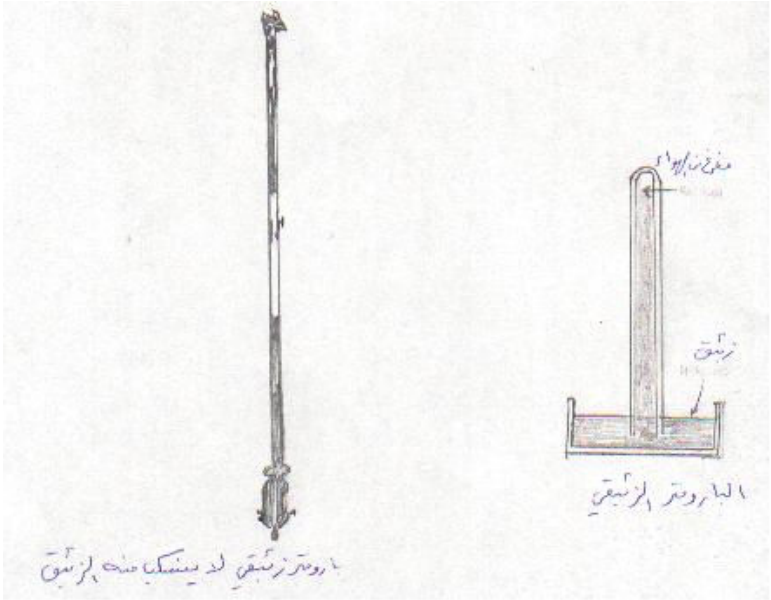
طرق وادوات قياس الضغط الجوي

Measurement of atmospheric pressure

١ – البارومتر الزئبقي mercurial Barometer [٨٠]

يتكون من انبوبة طويلة من الزجاج مفرغة من الهواء مساحة قاعدتها ١سم٢ وتقســم الى وحدات قياس وطرفه العلوي مغلق وفي داخله زئبق يرتفــع بمقــدار الضــغط الجــوي وموضوع وضعا رأسياً وطرفه المفتوح في حوض مملؤ بالزئبق ومعرض للجــو . فعنــدما يضغط الهواء على الزئبق في الحوض فان عمود الزئبق [لاحظ الشكل رقم (٧)] في الانبوبة سيرتفع الى الاعلى والعكس بالعكس وهنالك اجهزة كثيرة من البارمتر الزئبقي .

شكل رقم (٧) البارومتر الزئبقي



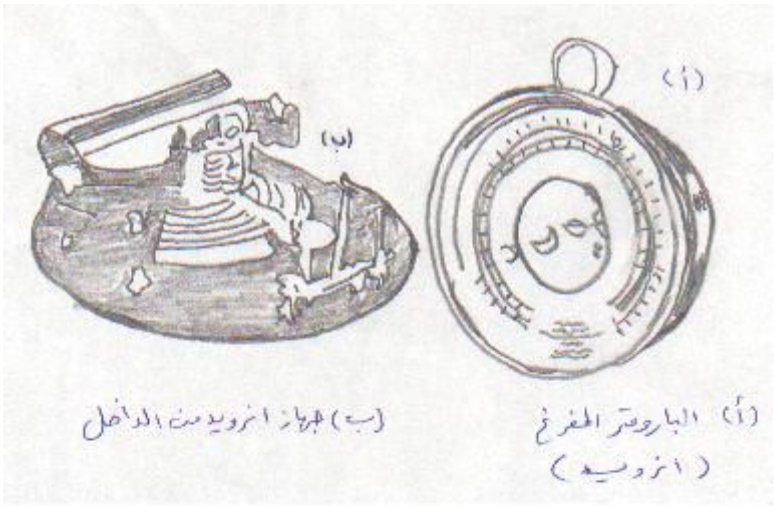
وهي اجهزة متطورة منها:-

١ – فورتين Fortin – type ٢ – فيوس Fuess ٣ – كيو ذو المستودع الثابت [٨١] .

٢ – البارومتر المفرغ او المعدني او غير الزئبقي او جهاز (انرويد) Aneroid barometer .

وهو جهاز ميكانيكي غير سائلي يتكون من علبة معدنية مفرغة جزئيا من الهواء Sylph on cell ومحكمة الاقفال ولها سطح رقيق قابل للانثناء اذا ما تعرض لضغط الهواء , وللعلبة سلك زنبكي شديد الحساسية يتاثر بسرعة لاي تغيرات تحدث في وزن الضغط الواقع بجواره فاذا ازداد الضغط الضغط الجوي الخارجي يضغط الهواء بدوره على سطح العلبة المفرغة من الهواء فتضغط جدرانها الى الداخل واذا قل تمددت جدران العلبة الى الخارج ويوضح هذه التغيرات مؤشر يتحرك على قرص دائري مقسم الى وحدات قياس ليوضح مقدار التغير في الضغط ولسهولة حمله تستخدمه الطائرات او الناس على المرتفعات (ومعنى كلمة انرويد هو بدون سائل) [٨٢] انظر الشكل رقم (٨).

شكل رقم (٨) جهاز انرويد (البارومتر المعدني)

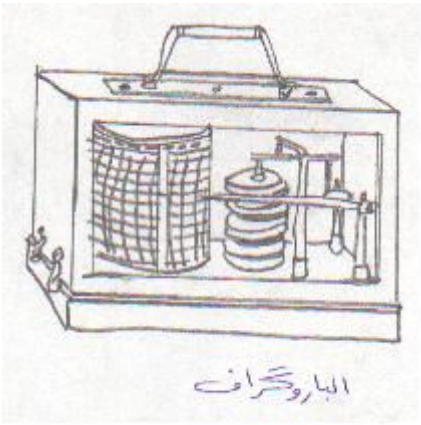


٣ – الباركراف (البارومتر المسجل) Barograph

ويرسم بواسطة قلم خطا بيانيا تمثل ذبذباته تغيرات الضغط الجوي خلال اسبوع ويكون هذا على شريط من الورق مقسم اياما وساعات وملفوف حول اسطوانة تدور حول

نفسها امام القلم مرة كل اسبوع ويتصل القلم بشكل خاص بعدد من الروافع داخـــل صـــندوق مفرغ من الهواء وذو اوجه حساسة فاذا زاد الضغط على هذه الاوجه هبطت على الروافـــع و (الاذرع) ومن ثم تؤثر على القلم وتحركه (ترفعه الى الاعلى) واذا قل الضغط يحدث العكس انظر الشكل رقم (٩).

شكل رقم (٩) جهاز الباروكراف



٤ – الهبسومتر .

هو جهاز بسيط يستخدم من قبل متسلقي الجبال لقياس الضغط الجوي .

٥ – الالتيميتر Altimeter .

جهاز لقياس ارتفاع الجبال او اعماق الوديان (ويشبه انرويد في عمله) اذ انه يستخدم العلاقة بين (نقص الضغط وزيادة الارتفاع وبالعكس) وهو عبارة عن علبة معدنية يوجد في داخلها عتلة خاصة تتاثر بتقعر وتحدب غلاف العلبة وتنقل الحركة الى مؤشر علـــى تـــدريج عليه الضغط الجوي مع ما يقابلها من ارتفاع [٨٣] .

٦ – وهناك انواع مختلفة من جهاز الالتيمتر تستخدم في الطائرات لمعرفة ارتفاعها ومقـــدار الضغط المسلط عليها ومنها [٨٤] .

أ – جهاز المايكروفاريو كراف Microbaroavrio graoh

ب – جهاز بولن Bolin

التغير اليومي والفصلي في الضغط الجوي

يحسب المتوسط اليومي للضغط الجوي على اساس انه = ضغط الساعة ٨ صباحا + ضغط الساعة الثانية ظهرا + ضغط الساعة ٨ مساءا مقسوما على ٣ .

ويختلف الضغط الجوي يوميا بحسب الاختلافات الحرارية على مستوى الساعة ونجد ذلك واضحا كما في نسيم البر والبحر مثلا .

التغير الفصلي في الضغط الجوي

١ – أ. في فصل الشتاء الشمالي .

تتعامد الشمس على مدار الجدي في النصف الجنوبي ويكون الهواء الملامس لسطح الارض في النصف الشمالي ابرد نسبيا من الهواء الملامس للمسطحات المجاورة له والواقعة معه عند نفس دوائر العرض ومن ثم يرتفع مقدار الضغط الجوي فوق اليابس وينخفض مقداره نسبيا فوق المسطحات المائية وعلى ذلك تنتقل الرياح في هذا الفصل (بالنسبة لنصف الكرة الشمالي) من مراكز الضغط المرتفع على اليابس المتمثل باواسط القارات بالمحيط الهادي والاطلسي وتحديدا :-

١ – منطقة الضغط المنخفض الايسلندي بين جزيرة ايسلندا وبرمودا عند دائرة عرض ٦٠ °ش (المحيط الاطلسي) .

٢ – منطقة الضغط المنخفض الالوشي عند ارخبيل جزر الالوشين عند دائرة عرض ٥٥ °ش(المحيط الهادي) [٨٥] .

٢ – أ. في فصل الصيف الجنوبي [٨٦] .

الشمس متعامدة على مدار الجدي والهواء الملامس لليابس يكون اعلى حرارة من الهواء الملامس للمسطحات المائية المجاورة له وعلى ذلك تتمركز مناطق الضغط على اليابس وتحديدا

أ- شمال استراليا .

ب- جنوب افريقيا

ج- شرق امريكا الجنوبية

في حين تتمركز مراكز الضغط المرتفع في النصف الجنوبي خلال الصيف الجنوبي فوق المسطحات المائية الاتية :

١- المحيط الهندي .

٢ – المحيط الهادي الجنوبي .

٣ – المحيط الاطلسي الجنوبي

٣ – أ. في فصل الصيف الشمالي

تكون الشمس متعامدة على مدار السرطان ومن ثم يكون الهواء الملامس لسطح اليابس اعلى حرارة من الهواء الملامس للمسطحات المائية المجاورة له والواقعة معه عند نفس دوائر العرض. ومن ثم ينخفض مقدار الضغط الجوي فوق اليابس ويرتفع على المسطحات المائية وتنتقل الرياح بناءا على ذلك من مراكز الضغط المرتفع فوق المسطحات المائية والمتمثلة بالاتي:-

أ – المحيط الهادي وشرق اليابان .

ب – المحيط الهندي جنوب شبه القارة الهندية .

ج – شمال افريقيا

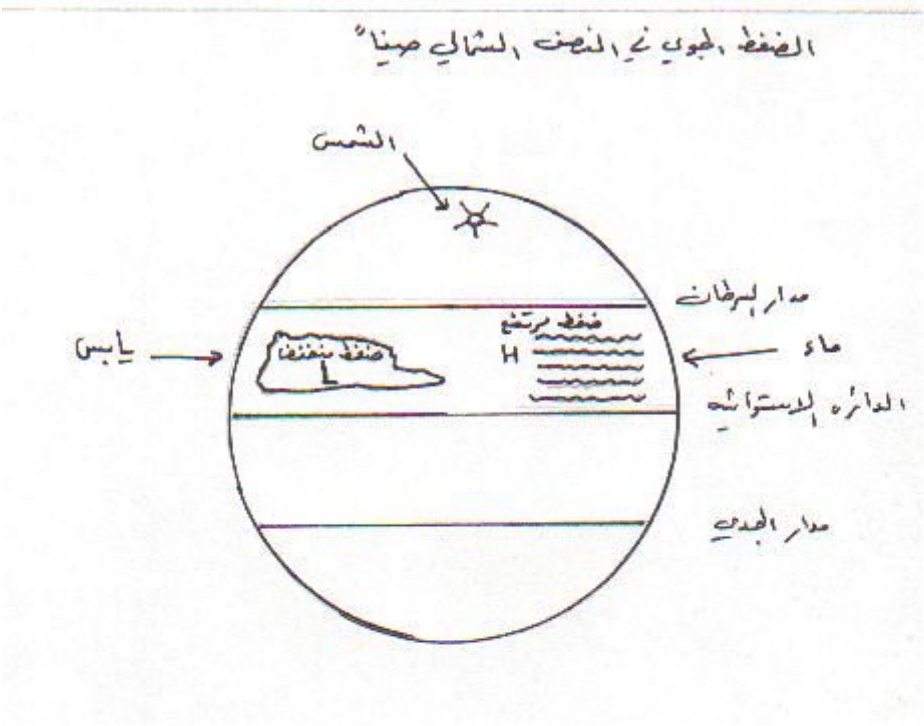
د – جنوب غرب امريكا الشمالية .

الى مراكز الضغط المنخفض على اليابس والمتمثلة بـ :

أ – اواسط اسيا .

ب- صحراء ثار في الباكستان (حيث يسمى الضغط في هذه المنطقة بالضغط المنخفض الهندي) [٨٧] انظر الشكل رقم (١٠) :-

شكل رقم (١٠) الضغط الجوي في فصل الصيف الشمالي



٤ – أ . في فصل الشتاء الجنوبي .

ويكون الهواء الملامس لسطح اليابس اقل حرارة من الهواء الملامس للمسطحات المائية المجاورة له تبعا لتعامد الشمس على مدار السرطان في النصف الشمالي وعلى ذلك تتمركز مناطق الضغط المرتفع في

أ – اواسط استراليا وغربها .

ب– جنوب افريقيا .

ج – اواسط امريكا الجنوبية .

في حين تتكون مراكز من الضغط المنخفض في النصف الجنوبي فوق المسطحات المائية والمتمثلة بـ [٨٨] :–

أ – المحيط الهندي .

ب– المحيط الاطلسي الجنوبي .

ج– المحيط الهادي الجنوبي .

التوزيع الافقي والعمودي في الضغط الجوي

التوزيع الراسي في الضغط .

ترتفع كثافة الهواء قرب سطح الارض وتقل كثافته وينخفض مقدار ضغطه كلما ارتفعنا الى الاعلى ويرجع ذلك الى :–

١ – انضغاط الطبقات السفلى من الغلاف تحت الطبقات الهوائية التي فوقها .

٢ – قلة وزن غازات الهواء العلوي وتخلخله .

وعلى ذلك فقد تبين ان نصف كتلة الغلاف الجوي تقع على ارتفاع ١٨٠٠٠ قدم فوق مستوى سطح البحر.

ان اكبر مقدار للضغط الجوي تم قياسه في المناطق المنخفضة كان سطح البحر الميت بسبب ان البحر الميت هو اخفض نقطة على سطح الارض اما اكبر كمية للضغط فقد قيست على المناطق المرتفعة فقد كانت عند بلدة او (محطة) اركتسك في سيبيريا عام ١٨٩٣ وبلغ مقداره ١٠٧٥،٢ مليبار في حين بلغ اقل مقدار للضغط تم رصده في مركز او عين اعصار التايفون (غرب جزر ماريانا)

عام ١٩٥٨ حوالي ٨٧٧ مليبار . ونظرا لقابلية الهواء على الانكباس والتمـــدد فـــان كثافته تختلف عند المستويات المختلفة وتكون اكبر ما تكون في المستوى الاســـفل وتتنـــاقص بالارتفاع فوقه , ويعرف مقدار النقص في الضغط بالارتفاع على انه الانحدار الراسي للضغط والذي يكون بالشكل التالي :

وفيما ياتي مقدار النقص في الضغط بالارتفاع [٨٩] .

ينقص ربع الضغط على ارتفاع ٢٠٠ م.

ينقص نصف الضغط على ارتفاع ٥٥٠٠ م

ينقص ثلاث ارباع الضغط على ارتفاع ١١٠٠٠م

ينقص ٠,٩٩٩ الضغط على ارتفاع ٥٠٠٠٠م

انظر الشكل رقم (١١) :ـــ

شكل رقم (١١) تناقص الضغط الجوي بالارتفاع

٩٩٩و٠	٥٠ كيلومتر
٤/٣	١١ كيلومتر
٢/١	٥٥٠٠ متر
٤/١	٢٠٠ متر
ســـــــــــطح الارض	

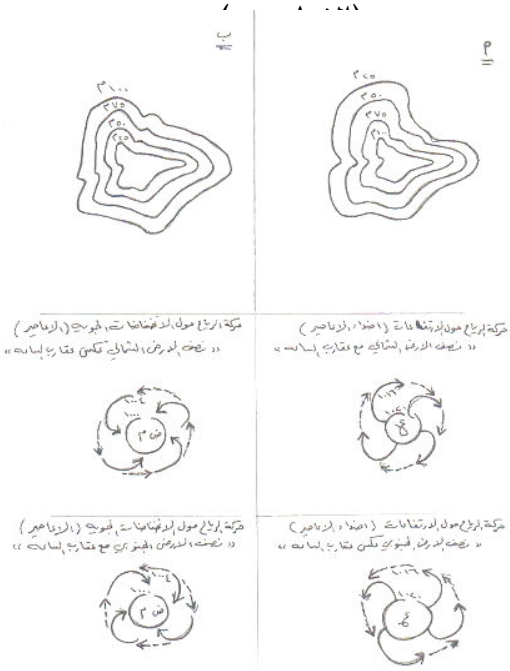
توزيع الضغط افقياً

تدل تسجيلات اجهزة القياس في محطات الرصد العالمية ان معدلات السنوية للضغوط تنتظم في نطاقات على اليابس والماء , الا ان هذه المعدلات السنوية تتعرض للتشويش الـــذي يكون على اليابس كبيرا بسبب التغيرات الفصلية في درجات الحرارة التي تحدث نتيجة لحركة الشمس الظاهرية نحو الشمال او الجنوب , فحين ترتفع الحرارة في الصيف ينخفض الضـــغط وحين تنخفض الحرارة في الشتاء يزداد الضغط , { ويوجد اكبر التشويش في تموز وكـــانون الثاني } يرسم الضغط على خرائط تسمى خرائط الضغط المتساوي وتكون هذه الخطوط فـــي

خرائط المناخ ممثلة لمعدلات مقادير الضغوط على سطح الارض طوال مدة سنين الرصد .ويكون الفرق في الضغط بين الخط والخط الاخر في هذه الخرائط ٢ او ٤ او ٥ملم .

وتبدو خطوط ملتفة بشكل بيضوي او مستدير او مستطيل وتحصر في داخلها مناطق واسعة للضغوط الثقيلة او الخفيفة ويغطي كل منها عشرات الالاف من الكيلومترات المربعة انظر الشكل رقم (١٢):ــ

شكل رقم (١٢) حركة الرياح حول الارتفاعات (اضداد الاعاصير) وحول الانخفاضات



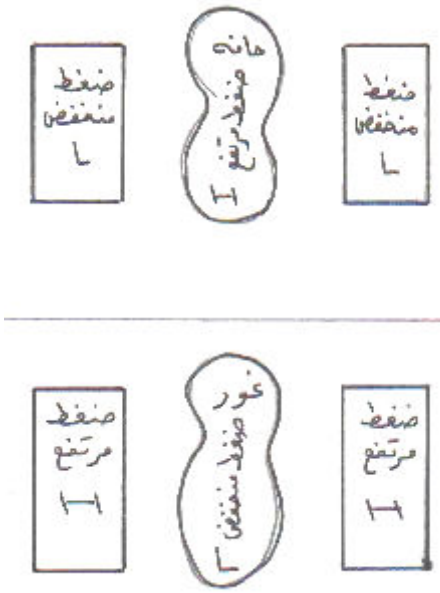
وفي مناطق الضغط الثقيل يكون الضغط الاثقل في الوسط ويتناقص منه نحو الخارج وفي الاخرى يكون الضغط الاخف في الوسط ويزداد منه نحو الخارج.

وتسمى منطقة الضغط الثقيل بمنطقة الضغط العالي وتكتب في الخرائط High كان تكون خطوطها خطوط كنتور لجبل تتدرج ارتفاعاتها من قمته الى قواعده وتسمى منطقة ضد اعصار لان اهويتها تخرج منها متوزعة نحو مناطق الضغوط الخفيفة على شكل رياح اتجاهها مع اتجاه عقرب الساعة في النصف الشمالي وبعكس اتجاهها في النصف الجنوبي .

اما منطقة الضغط الخفيف فانها تسمى بمنطقة الضغط الواطيء او المنخفض وتكتب في الخرائط Low كان تكون خطوطها خطوط كنتور لمنخفض في اليابس يرتفع مستواها في قاعه الى حافاته وتسمى منطقة اعصارية لانها تمثل منطقة تتجمع فيها الاهوية الخارجة من المناطق ضد الاعصارية القريبة منها على شكل رياح يكون اتجاهها عكس عقرب الساعة في

النصف الشمالي ومع اتجاه عقرب الساعة في النصف الجنوبي .اذا تقاربت منطقتان من الضغط الخفيف تحصران بينهما نطاقا من الضغط العالي يسمى حافة Ridge or Wedge انظر الشكل رقم (١٣).

شكل رقم (١٣) الحافة والغور



* اذا تقاربت منطقتان من الضغط الثقيل تحصران نطاقا من الضغط الخفيف فيسمى غور trough[٩٠] راجع الشكل رقم (١٣) .

* مناطق الضغوط تقوى في الشتاء وتهزل في الصيف .

خطوط الضغط المتساوي Isobars

هي خطوط تشبه خطوط الحرارة المتساوية, وهي عموما خطوط وهمية ترسم على خرائط الطقس لتربط بين المناطق التي يتساوى فيها الضغط الجوي .

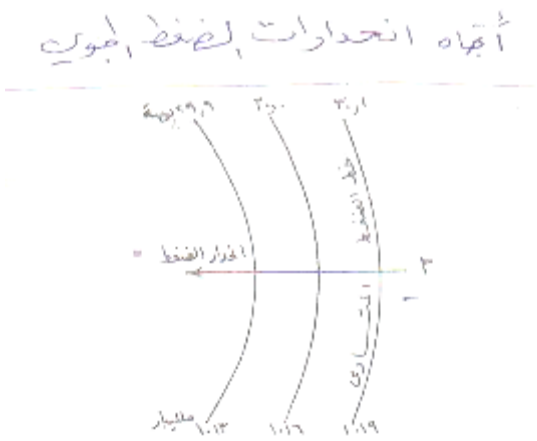
وهذه الخطوط اكثر اهمية من خطوط الايسوثيرمز بسبب استخدامها في تحليل حالة الطقس في المناطق المختلفة ومن ثم التنبؤ بالضغط الجوي القادم اذ انها حلقة وصل بين درجات الحرارة والرياح وتكوين الجبهات والمنخفضات وهكذا لعناصر المناخ الاخرى (*[٩١]) .

ومن اجل التمثيل الصحيح لهذه الخطوط والحصول على قراءات دقيقة تعدل قيمها بالنسبة للضغط الجوي الى مستوى سطح البحر وهي عموما تعدل عادة بطرح او اضافة مليبار واحد (**[٩٢]) كلما تغير منسوب المحطة ١٠ – ١٣ م [٩٣].

انحدار الضغط الجوي [٩٤].

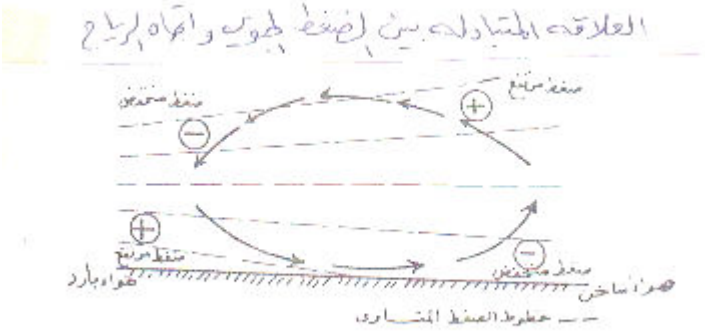
هو الفرق بين اختلاف مقدار الضغط الجوي لنقطتين على منسوب واحـــد Isobaric slope or pressure انظر الشكل رقم (١٤).

شكل رقم (١٤) اتجاه انحدارات الضغط



وينساب الهواء على شكل رياح من مراكز الضغط الجوي المرتفع الى مراكز الضغط الجوي عند سطح الارض انظر الشكل الاتي.

شكل رقم (١٥) العلاقة المتبادلة بين الضغط الجوي واتجاه الرياح



دورة هواء الغلاف الغازي السطحية العامة .

انطقة الضغط العامة(٩٥).

وهي :-

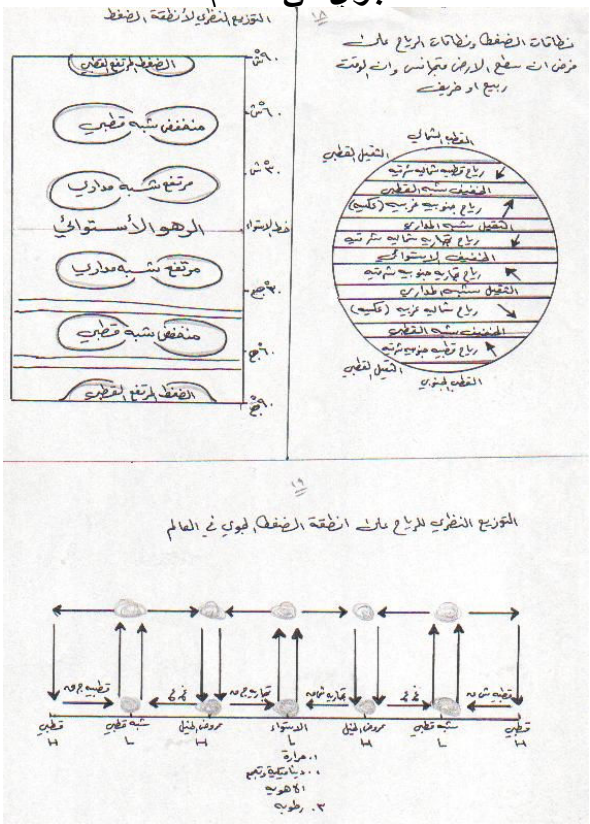
١ – نطاق الضغط المنخفض الاستوائي Equatorial Low :– ويمتد بين دائرتي عرض ٥ °ش و ج ويقل فيه الضغط عن ٢٩،٩٢ بوصة ويسمى الرهو او الركود الاستوائي وتنجذب نحوه الرياح التجارية الاتية من المناطق المدارية .

٢ – نطاق الضغط المرتفع شبه المداري بنصفي الكرة ويهبط في هذا النطاق الهواء من اعلى الى اسفل بين دائرتي عرض ٢٥ – ٣٥ °ش و ج وتسمى هذه العروض بعروض الخيل , وتخرج فيها الرياح التجارية الشمالية الشرقية في النصف الشمالي والتجارية الجنوبية الشرقية في النصف الجنوبي وتتجه هذه الرياح نحومناطق الرهو الاستوائي لتحل محل الهواء الذي يصعد الى الاعلى عند هذه المناطق الاخيرة .

٣ – نطاق الضغط المنخفض شبه القطبي : ويتمثل بين دائرتي عرض ٦٠ – ٦٥ ش و ج ويكون الضغط منخفض هنا بسبب صعود الهواء الى الاعلى وزيادة الرطوبة وتجمع الاهوية فيه اذ تتجه اليه الرياح الغربية العكسية والرياح القطبية (جنوبية غربية في النصف الشمالي وشمالية غربية في النصف الجنوبي) .

٤ – نطاق الضغط المرتفع القطبي : وسبب وجود هذين النطاقين هو هبوط الهواء من اعلى الى اسفل بسبب شدة البرودة وتتجه من هذين النطاقين الرياح القطبية الشمالية والجنوبية في نصفي الكرة نحو نطاقي الضغط المنخفض شبه القطبي انظر الشكل رقم (١٦).

شكل رقم (١٦) التوزيع النظري لانطقة الضغط الجوي والتوزيع النظري للرياح على انطقة الضغط الجوي في العالم .



العوامل التي تغير في الدورة الهوائية العامة :-

١ – حركة الشمس الظاهرية .

٢ – التيارات المائية المحيطية .

٣ – حركة المياه الراسية .

١ – حركة الشمس الظاهرية :

انتقال الشمس الظاهري بين المدارين يؤدي الى انتقال نطاقات الضغط والرياح بضع درجات.

٢ – توزيع اليابس والماء :

فاليابس يمتص الحرارة بسرعة ويفقدها بسرعة والعكس للماء , وعلى ذلك فان اليابس يسخن قبل الماء وهذا يغير من التوزيع النظري للدورة الهوائية العامة [٩٦] .

٣ – حركة المياه الراسية :

الرياح التي تهب على البحار تزيح طبقة المياه السطحية في نفس اتجاه هبوبها ومن ثم تصعد المياه السفلية الى السطح وهذه الظاهرة واضحة الاثر في المناطق التي تمر بها تيارات مائية باردة كما هو الحال في تيار كاليفورنيا البارد الذي يمر غرب كاليفورنيا وتيار همبولت البارد الذي يمر غرب ساحل بيرو وتشيلي . وتيار بنجويلا البارد الذي يمر غرب وجنوب افريقيا , وفي هذه المناطق تزيح الرياح الخارجة من القارة طبقة المياه الباردة تجاه داخل المحيط مما يؤدي الى ارتفاع المياه الادفأ الى السطح (وتتكرر هذه العملية) ولهذا اهميته على الدورة الهوائية العامة [٩٧].

الفصل الخامس/الرياح Wind .

يقصد بالرياح الحركة الافقية للهواء (الموازية لسطح الارض) ويطلق عليها تعبير التأفق الهوائي Advection وبذلك تختلف عن الحركة العمودية للهواء التي تبدو على شكل تيارات هوائية صاعدة واخرى هابطة (*[٩٨]) وتبدو الحركة الراسية عند مقارنتها بالحركة الافقية ضئيلة رغم دورها المهم في تكاثف بخار الماء وتكون الغيوم وسقوط الامطار الخ , ويعود السبب في ذلك الى ضآلة سمك طبقة التروبوسفير التي تنحصر الحركة الراسية فيها والتي لايزيد سمكها عن ١٠ – ١٢ كم .

للرياح ثلاث وظائف رئيسية هي :-