الدورة الهوائية العامة للرياح

د/ كمال فهمى محمد
كبير باحثين بالإدارة المركزية للتدريب
المراجعة العلمية
د. أشرف صابر زكى

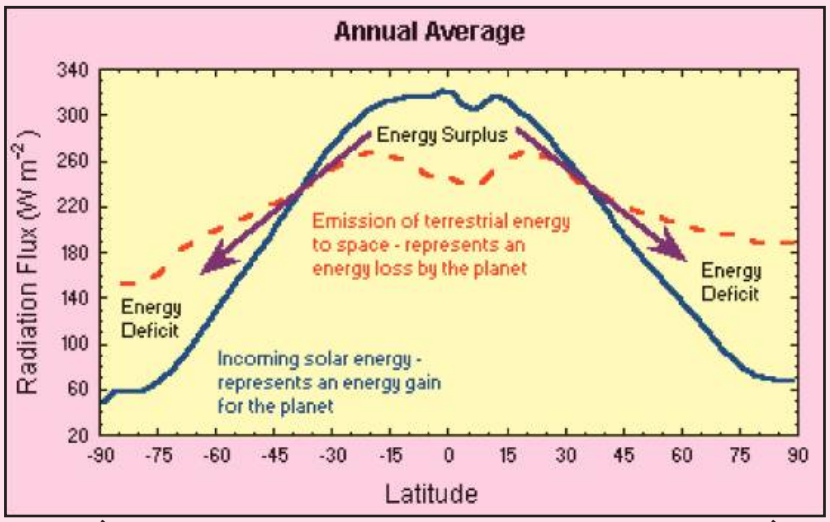
مقدمة

قال اللــه تعالى (إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَـارِ وَالْفُلْـكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَـعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّـمَاءِ مِنْ مَـاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْـدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِـنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيـفِ الرِّيَاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَـخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَـاتٍ لِقَـوْمٍ يَعْقِلُونَ) (سورة البقرة: ١٦٤).

ترتبط حيـاة الكائنات الحية ارتباط وثيق بـدورة الهواء على سـطح الارض والتـى تتمثل فى اتجاهات الريـاح واحزمة المطر واشكال الغطاء النباتى من غابات إلى صحـارى على كوكب الارض وبدوره أدى إلى تنوع النشاطات البشرية وأماكن تجمعها وجودة الحيـاة والوصـول لاكتفائها من الماء العذب والغذاء.

ميزانية الطاقة على سطح الأرض

يسقط الإشعاع الشمسى عمودياً على خط الاستواء ويزداد ميله كلما اتجهنا إلى القطبين، وعليه تكون كمية الإشعاع الشمسى الساقط عند خط الإستواء أعلى منه عند القطبين. أيضاً الإشعاع الحرارى المنبعث من الأرض والمتسرب إلى الفضاء يزداد عند القطبين بسبب زيادة إنعكاسية سطح الأرض (albedo) حيث تتكاثر الثلوج على سطح أرض القطبين.. وكما نعلم فإن الثلوج أعلى أنعكاسيه تقريبا تساوى (١) أى تعكس معظم، أن لم يكن كل الإشعاع الشمسى الساقط عليه. وعلى ذلك يصبح هناك تزايد مستمر فى الطاقة عند دائرة خط الإستواء وتناقص مستمر للطاقه عند الدوائر القطبية. شكل (١)



شكل ١ يوضح المتوسط السنوى حول دوائر العرض للتوازن بين الإشعاع الشمسى الممتص على الأرض (باللون الأزرق) والأشعة تحت الحمراء الصادرة من الأرض إلى الفضاء (باللون الأحمر).

وسبحان من له الملك لن تستمر منطقة خط الإستواء فى ارتفاع حرارتها بصورة مستمرة ولا القطبين تنخفض حرارتهما بصورة مستمرة، لذا لزم وجود آلية لتوزيع الطاقة من مناطق خط الإستواء حتى القطبين وقد كان بواسطة الدورة الهوائية العامة للرياح والتيارات البحرية بالمحيطات ويجب أن يكون هناك اتزان كامل على مستوى كوكب الأرض ككل وليس بالضرورة عند كل خط عرض.

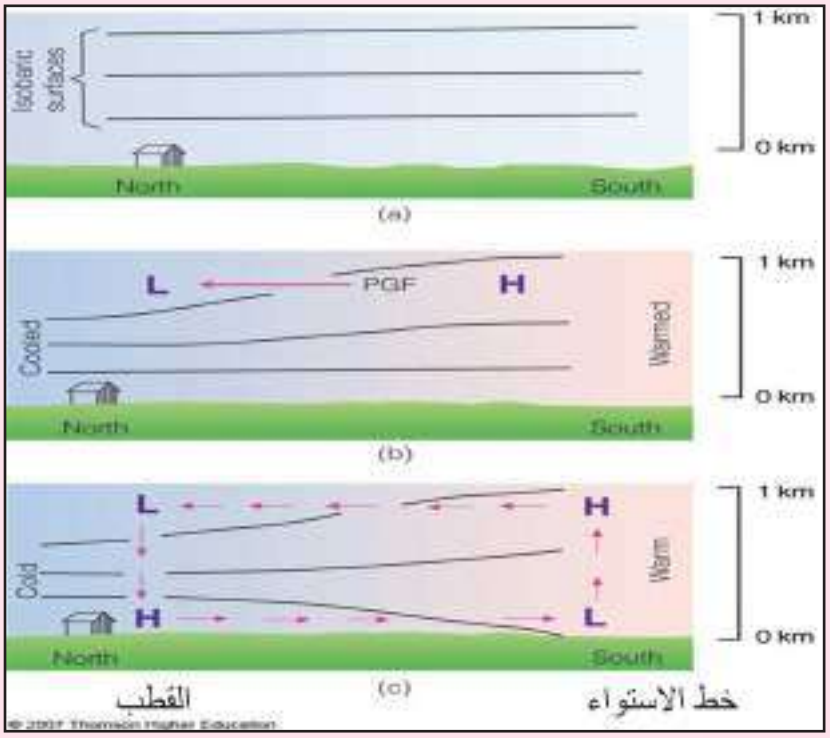
مبادئ يجب معرفتها

١- الرياح تنشأ كنتيجة للتسخين الغير متساوى على سطح الأرض حيث تتكون على المناطق الابرد مرتفع جوى بينما يتكون على المناطق الاسخن منخفض جوى يؤدى إلى نشأة حركه للهواء من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض بسبب ما يسمى بقوة منحدر الضغط.

٢- تدور الأرض حول نفسها مما تسبب انحراف لاتجاه الرياح يمين مسارها فى نصف الكرة الشمالى ويسار مسارها فى نصف الكرة الجنوبى، وقوة الانحراف هذه تسمى بقوة كوروليوس (Coriolis) وهذه القوة غير موجودة عند خط الاستواء وأعلى ما يمكن عند القطبين.

٣- فى طبقات الجو العليا تتزن حركة الرياح بتأثير قوتى منحدر الضغط وقوة كورورليوس وتكون حركة الرياح فى اتجاه موازى لخطوط الكونتور (خطوط تساوي الارتفاعات) بينما على سطح الأرض تدخل قوة أخرى فى الموازنة وهى قوة الاحتكاك مما تجعل الهواء يتقارب حول المنخفضات بينما يتباعد عند المرتفعات الجوية.

٤- دور الدورة الهوائية العامة للرياح هو نقل وإعادة توزيع الطاقة على سطح الأرض.



شكل ٢

الدورة الحرارية (نموذج الخليه الواحدة) شكل 2

توجد بعض التعقيدات فى تفسير الدورة الهوائية العامة للرياح كما هو الواقع فى الحقيقة.

١- تستقبل الدائرة الاستوائية إشعاع شمسى أكثر من الدائرة القطبية كما أن القطب مغطى بالثلوج التى تعمل على ارتداد معظم الإشعاع الشمسى، الملخص أن حرارة المناطق الاستوائيه أعلى من المناطق القطبيه. ويتكون عند خط الاستواء منخفض جوى يصاحبه حركة رأسية للهواء صاعدة بينما عند القطبين حيث برودة الهواء فيتكون مرتفع جوى. وتنشأ قوة منحدر الضغط الجوى لتحرك الهواء من القطبين فى اتجاه خط الاستواء وذلك على سطح الأرض.

٢- يرتفع الهواء عند خط الإستواء إلى أعلى مكونا مرتفع جوى فى طبقات الجو العليا عند خط الإستواء بينما عند القطبين يتكون منخفض جوى فى طبقات الجو العليا ويتسبب ذلك فى نشوء قوة منحدر الضغط لتحرك الهواء فى طبقات الجو العليا من عند خط الإستواء إلى القطبين كما فى الشكل ٣.

وجدت بعض الصعوبات فى اعتماد هذه الدورة حيث إنها أهملت وضعية فصول السنه والتى تسبب اختلاف كمية الإشعاع التى تصل إلى سطح الأرض زمنياً ومكانياً، أيضا دوران الأرض حول نفسها مما سبب انحراف لاتجاه الهواء، أيضاً

تباين سطح الأرض بين ماء ويابس.

نموذج الخلايا الثلاثة

هذا النموذج يحاكى الدورة الحرارية بالإضافة إلى قوة كوروليوس والتى تحرف اتجاه الرياح يمين مسارها فى نصف الكرة الشمالى ويسار مسارها فى نصف الكرة الجنوبى ومنعدمة عند خط الإستواء وتزداد كلما اتجهنا إلى القطبين. ويبقى على عدم تباين سطح الأرض اعتباره كله ماء والشمس عموديه باستمرار على خط الإستواء.

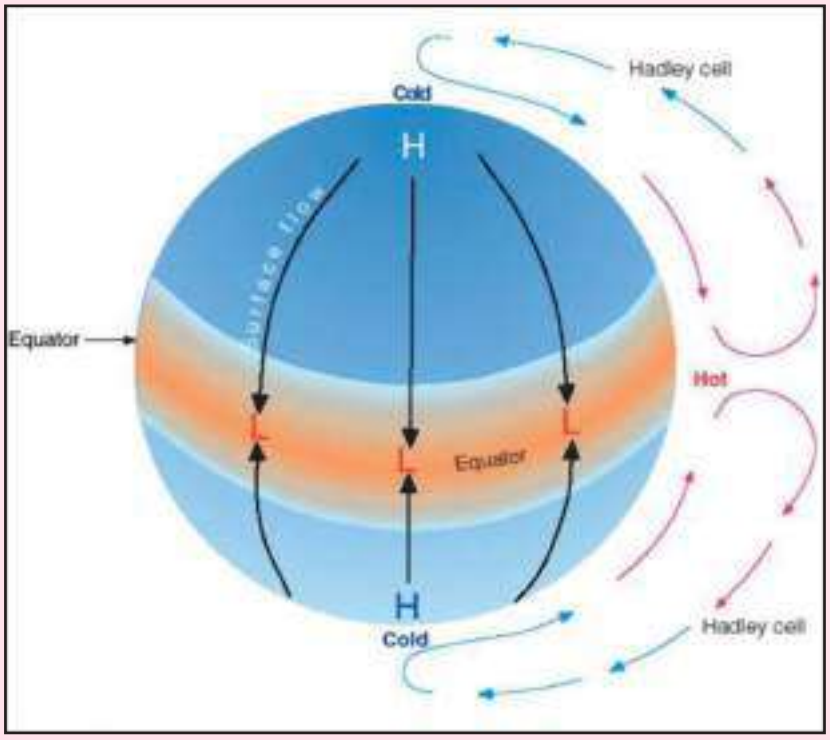
فى هذا النموذج تتكون ٣ خلايا:

١- خلية هادلى (٠-٣٠°)

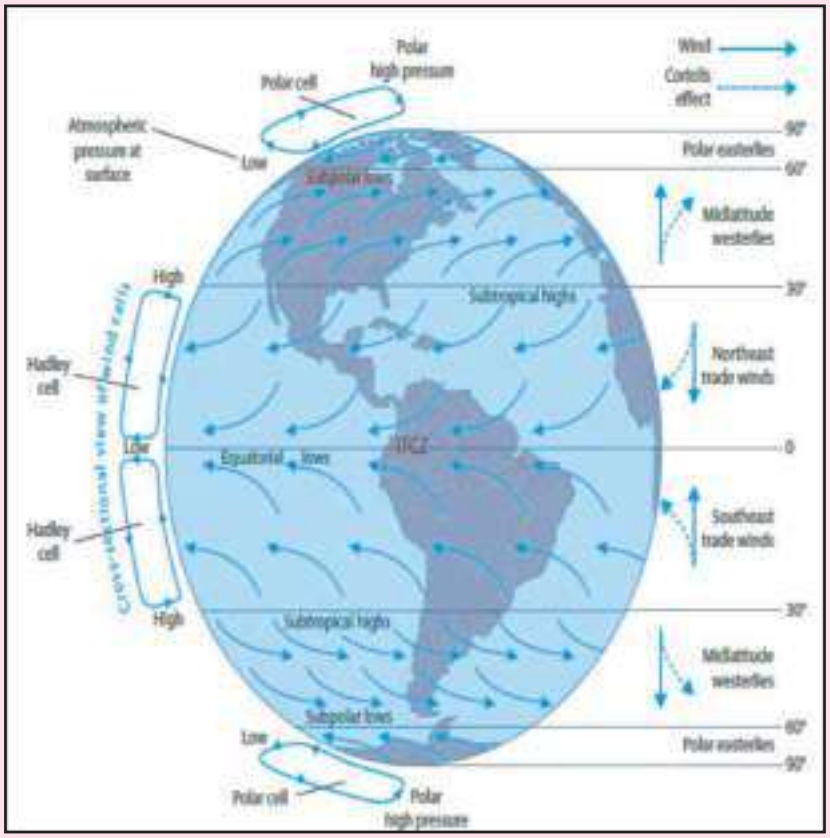
وهى خلية حرارية حيث تسقط أشعة الشمس عمودية على خط الاستواء وترتفع الحرارة ليصعد الهواء إلى أعلى مكونا منخفضات جوية على سطح الأرض والتى بدورها تكون حزام من السحب (غالباً رعدية) يعرف بـ ITCZ. ويهبط هذا الهواء عند خط عرض ٣٠° مكوناً مرتفع جوى تحت مدارى ويتحرك الهواء على سطح الأرض بفعل قوة منحدر الضغط من عند خط عرض ٣٠° إلى إتجاه خط الاستواء منحرف باتجاه الغرب بسبب تأثير قوة كوروليوس مكون الرياح التجارية (شمالية فى نصف الكرة الشمالى بينما جنوبية شرقية فى نصف الكرة الجنوبى).

٢- الخلية القطبية (٦٠° - ٩٠°)

وهى خلية حرارية أيضاً حيث تقل كمية الإشعاع الشمسى الساقط عند القطبين بسبب ميل أشعة الشمس وأيضا الإنعكاسية العالية للثلوج المغطية سطح الأرض تسبب انخفاض فى الحرارة وزيادة لكثافة الهواء، ووجود حركة هابطة للرياح

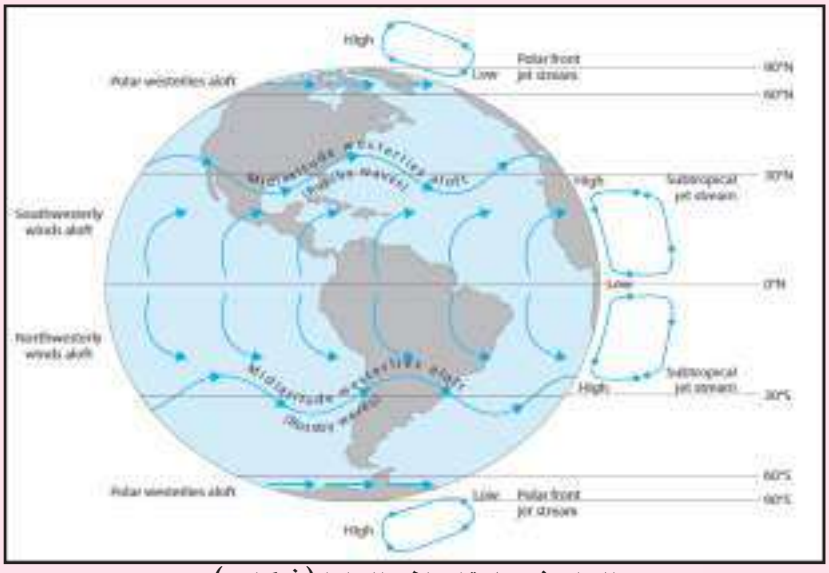


شكل ٣

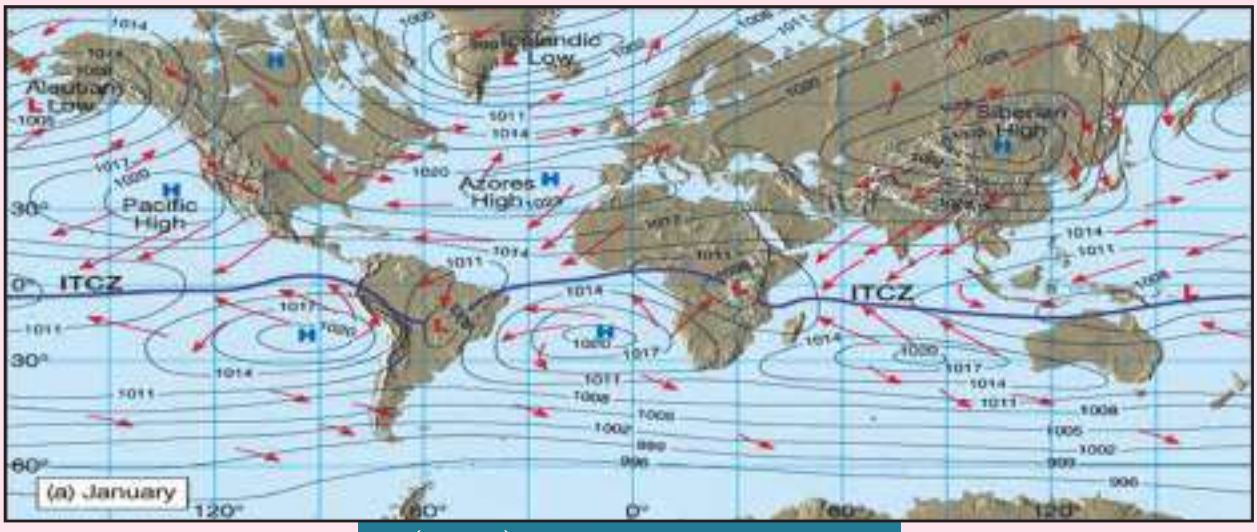


الرياح على سطح الأرض (شكل ٤)

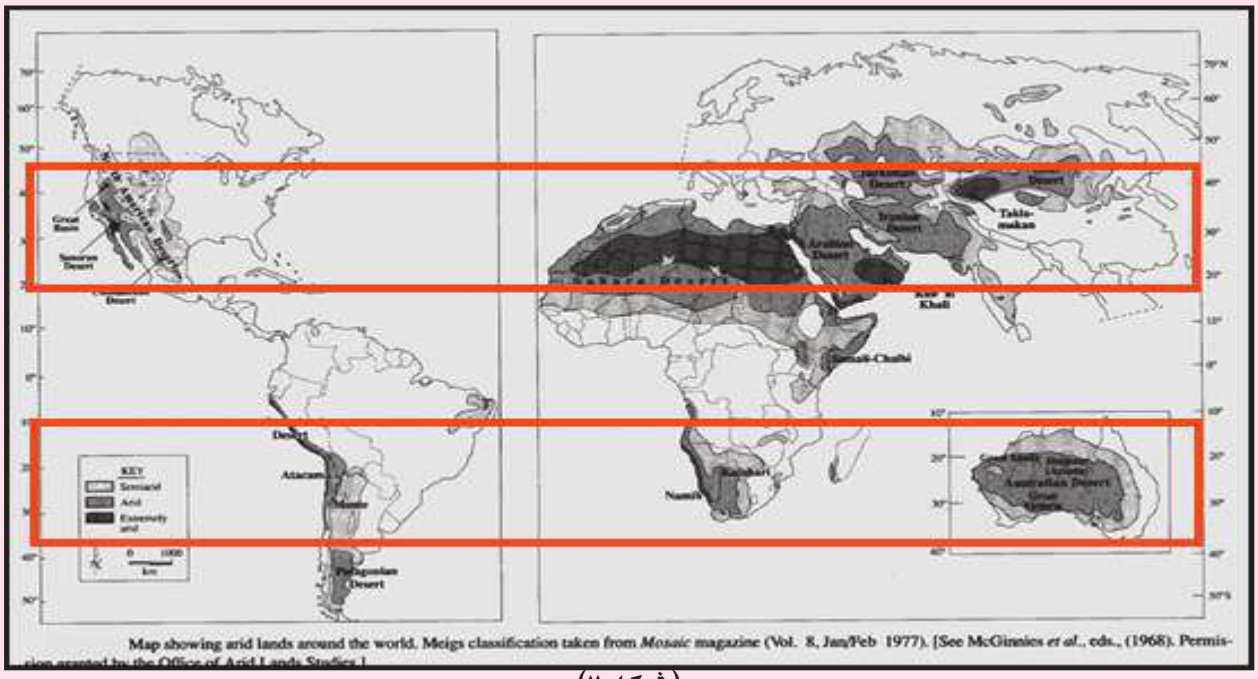
مسببة وجود مرتفع جوى عند سطح الأرض فى القطبين ومنخفض جوى فى طبقات الجو العليا. ويعمل المرتفع الجوى على سطح الأرض على تشتت الهواء بعيدا عن القطبين فى اتجاه خط الإستواء ليتقابل مع الهواء القادم من اتجاه خط الاستواء عند خط عرض ٦٠. وبسبب قوة كوروليوس تتكون رياح شرقية من القطبين فى اتجاه خط عرض ٦٠ (شمالية شرقية فى نصف الكرة الشمالى بينما جنوبية شرقية فى نصف الكرة الجنوبى).



الرياح فى طبقات الجو العليا (شكل ٥)



خرائط توزيعات الضغط والرياح (شكل ٦)



Map showing arid lands around the world. Meigs classification taken from *Mosaic* magazine (Vol. 8, Jan/Feb 1977). [See McGinnies *et al.*, eds., (1968). Permission granted by the Office of Arid Lands Studies.]

(شكل ٧)

٢- خلية فِرل (٢٠° - ٦٠°)

وهى خلية حرارية غير مباشرة وفيها يتشتت الهواء من المرتفع الجوى تحت المدارى عند خط عرض ٣٠ فى إتجاه خط الإستواء والقطبين مكونا رياح جنوبية شرقية من خط عرض ٣٠ فى اتجاه خط عرض ٦٠ على سطح الأرض وبالتالى يصبح خط عرض ٦٠ هو منطقة تجمع للرياح الشمالية الغربية الآتية من القطب الشمالى والجنوبية الشرقية الآتية من خط عرض ٣٠ أى عند خط عرض ٦٠ منطقة منخفضات جوية تحت قطبية.

نلاحظ أن اتجاه قوة منحدر الضغط تنعكس فى طبقات الجو العليا عنها على سطح الأرض. لأنه عند سطح الأرض يتكون منخفض جوى عند خط الاستواء فى حين مرتفع جوى عند القطبين بينما فى طبقات الجو العليا يتكون مرتفع جوى عند خط الاستواء نتيجة تراكم الهواء الصاعد، بينما يتكون منخفض جوى عند القطبين. ولذلك ستنعكس اتجاه الرياح لتكون، مثلا فى نصف الكره الشمالى، جنوبى إلى جنوبى غربى من خط الاستواء حتى ٣٠ لتصبح غربيات كلما اقتربنا من القطب بسبب زيادة تأثير قوة كوروليوس وبالمثل فى نصف الكرة الجنوبى.

كما أشرنا سابقا فإن توزيعات الضغط من خلال الدوره الهوائية العامة للرياح توضح:

- منطقة منخفضات جوية عند خط الاستواء (ITCZ).
- منطقة مرتفعات جوية عند خط عرض ٣٠.
- منطقة منخفضات جوية عند خط عرض ٦٠.
- مرتفع جوى عند القطبين.

ولكن من الشكل يتضح وجود:

١- اختلافات بسيطة عن توزيعات الضغط فى نموذج دورة الهواء عن الواقع بسبب تباين سطح الأرض وحركة الشمس. يزيد الاختلاف فى نصف الكرة الشمالى عن الجنوبى بسبب زيادة نسبة اليابس عنه فى نصف الكرة الجنوبى.

فمثلا موقع مرتفع سيبريا الجوى فى فصل الشتاء يصبح منخفض جوى فى فصل الصيف بسبب إزاحة تعامد الشمس شمالا فى فصل الصيف على مدار السرطان، كذلك وجوده على الأرض وتباين الحرارة الواضح على الأرض عنه فى الماء حيث تزيد الحراره صيفاً على الأرض ليساعد على تكون منخفض جوى أقوى مما هو عليه فوق الماء، بينما تقل الحرارة شتاءاً على الأرض ليساعد تكون مرتفع جوى عنه فى الماء.

٢- توزيع الصحراء مرتبط بالدورة الهوائية العامة للرياح حيث تنتشر فى مناطق المرتفعات الجويه حيث استقرار الطقس وندرة الامطار حول خط عرض ٣٠ شمالاً وجنوباً (شكل ٧).