تغيرات الجو في مصر

حيرها والتنبؤ بها

(تطبيق نظرية « بركن » "Bjerknes")

محاضرة

بقلم

محمود حامد محمد

مفتش ادارة المتيورولوجيا

مصلحة الطبيعيات

وحائز لدرجة البكاريوس مع الشرف Hon. B. Sc. من جامعة ديرهام بانجلترا

وعضو بالجمعية المتيورلوجية الملكية بلندن

obeikandl.com

obeikandl.com

بسم الله الرحمن الرحيم

تغيرات الجو فى مصر

(سببها والتنبؤ بها)

(تطبيق نظرية « بركن » " Bjerknes ")

لعل أهم وأوسع خطوة خطاها علم الظواهر الجوية فى العهد الأخير، هو اكتشاف العالم النرويجى (بركن) « J. Bjerknes » لنظريته الجديدة المسماه « الجبهة القطبية »[1] التى عم استعمالها فى السنتين الأخيرتين ، وصارت مصباحا يستضىء به المشتغلون بتنبؤات الطقس فى جميع أنحاء العالم ، ترشدهم الى ما يعترى الجو من المفاجآت والتغيرات بنجاح وافر ، خصوصا فى هذا الزمان، الذى غزا الانسان فيه الجو وأستخدمه ميدانا للمواصلات

---

(١) قام بنشر هذه النظرية المعهد الجغرافي الطبيعي بكريستيانيا فى عدة رسالات معنونة بما يأتى : —

(1.) The Polar Front Theory of Atmospheric Circulation.
(2.) On the Structure of Moving Cyclones.
(3.) Meteorological Conditions for the Formation of Rain

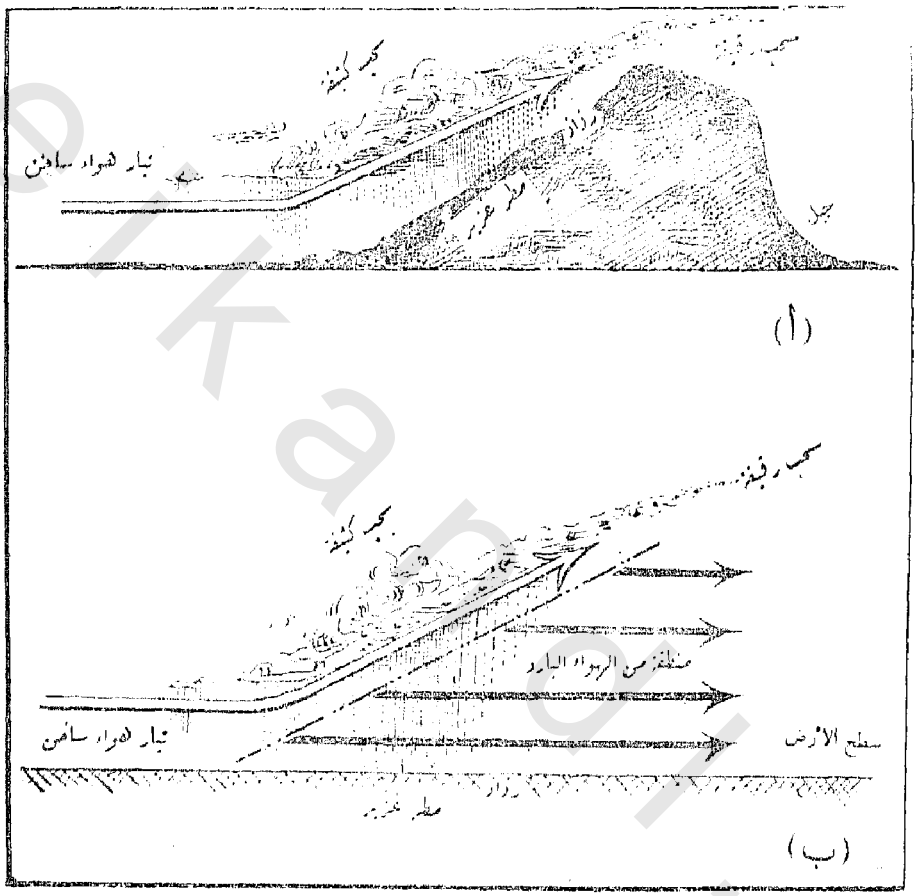
وقد قامت هذه النظرية على أساس العلم الصحيح ، ودلّت تجارب الذين أتبعوها وطبقوها على نجاحها وصحتها ، ولا ينقص من قيمة هذه النظرية وجوب ادخال تعديلات طفيفة عليها ، يتطلبها إختلاف مواقع الممالك من الوجهة الجغرافية ، وما يكتنفها من جبال وصحارى وبحار

.....

وقد دلّل الأستاذ (بركن) فى نظريته هذه على أن السحاب والامطار منشأها الرياح[1] الملازمة للانخفاضات الجوية، وقد درس الأسباب المهيئة لسقوط الأمطار درسا وافيا ، وساعده على ذلك وفرة المراصد الجوية المنثورة فى بلاد النرويج ، فاستطاع بسهولة أن يقتفى أثر التغيرات الجوية أثناء سريانها من بلد لآخر ، ثم أماط اللثام عن حقيقة الرياح الساخنة الرطبة اذا زحفت على رياح باردة ، فانها تصعد عليها بانحدار حيث تبقى هذه الأخيرة تحتها كأسفين أى سطح مائل ، بنفس الطريقة التى يصعد بها الهواء على سفوح الجبال ، ومعلوم أن الهواء الساخن اذا صعد على هذا النحو ، فانه يتمدد وينتشر أثناء الصعود لخفة الضغط فى المناطق العليا ، وعلى أثر هذا الانتشار يحصل التبريد ، ويتكثف بخار الماء الموجود فى الهواء ، فتتكوّن السحب التى يعقبها المطر ، كما هو ظاهر من شكل (١) ، الذى هو عبارة عن قطاع رأسى لتيار من الهواء الساخن صاعدة على سفح جبل ، ففى بدء الصعود ينتشر الهواء ويبرد لنقطة الندى أو التكثيف ، أى للدرجة التى يتحول فيها بخار الماء المنطلق فى الهواء الى قطرات ، وعقب ذلك تتكوّن السحب الكثيفة ، ومتى تم تشبعها تأخذ نقط الماء الزائدة في السقوط على شكل مطر ، ويفقد الهواء جزءاً كبيرا من بخار

(١) لا ننسى ما جاء فى الآية الشريفة « الله الذى يرسل الرياح فتثير سحابا » وهو نفس معنى ما اكتشفه « بركن » اليوم

مائه فى بدء المرحلة ، وبأستمرار الصعود يقل المطر تدريجيا حيث يصل الهواء الى القمة وليس فيه الا الطفيف من بخار الماء ، وعلى ذلك تصبح السحب عند القمة رقيقة ، لشحة بخار الماء فى المرحلة الأخيرة



(شكل (١)) (أ) تكون السحب والامطار عند تصاعد تيار من الهواء الساخن على سفح جبل
(ب) تكون السحب والامطار عند تصاعد الهواء الساخن على إسفين
(سطح مائل) من الهواء البارد

وبالمثل اذا تصورنا أن هناك بدلا من الجبل منطقة من الهواء البارد الثقيل الوزن ، زحف عليها تيار ساخن ، فقد يجد هذا التيار الساخن معارضة فى سيره تجبره على ركوب الهواء البارد بنفس الطريقة السابقة . فتنشأ السحب

الكثيفة عند مبدأ الصعود ، وعلى أثر ذلك تهطل الأمطار حيث تكون غزيرة في بدايتها ، أى بالقرب من تلاحم التيارين ببعضهما (راجع شكل ١) وهذه الظاهرة تحصل دائما حول الانخفاضات الجوية

.....

الانخفاضات الجوية وسبب تكوينها فى العالم

الانخفاضات الجوية فى الكون هى سبب جميع اضطرابات الطقس بكافة أنواعها [١] ، وقد علّل الأستاذ (بركن) سبب تكوينها بانه نتيجة تطاحن التيارات الساخنة مع الباردة ، كما سيأتى ذلك مفصلا فيما بعد ، وهذا التطاحن هو أيضا علة تلبد السحب وسقوط الأمطار والرعد والبرق وكافة تقلبات الجو

والانخفاض الجوى كما هو معلوم عبارة عن منطقة كبيرة قد تشمل عدة ممالك يكون ضغط الهواء فيها ضعيفا بالنسبة لما حولها ، وهذا الانخفاض لا يستقر فى الغالب فى مكان واحد بل يسير عادة من الغرب الى الشرق [٢] ، ويكون دائما محاطا بتقلبات جوية عنيفة [٣] لا تخف حدتها إلا إذا امتلأ هذا الانخفاض ، وعلى ذلك نرى الانخفاض ومايتبعه من الاضطراب يسافر متنقلا من مكان لآخر الى ان يتلاشى وتنعدم آثاره

---

(١) ينقطع ورود الانخفاضات الجوية على مصر فى الصيف ، ولذا يظل الطقس فيه على وتيرة واحدة

(٢) سرعة سير الانخفاضات على مصر تبلغ نحو ٣٠ كيلو مترا فى الساعة

(٣) بخلاف المنطقة المرتفعة الضغط ، فان الجو فيها يكون صافيا وهادئا

ومن السهل معرفة مكان الانخفاض الجوى فى أى يوم من الأيام ، وكيفية ذلك أن نعرف قراءة البارومتر[١] فى الصباح مثلا (عادة الساعة ٨) فى كل مدينة من المدن الشهيرة في أوروبا وشمال أفريقيا ، وهـذه القراءات تُجمع بترتيب خاص ، ثم تذاع من كل مملكة بالتلغراف اللاسلكى فى مواقيت معينة متفق عليها بين الدول ، حتى اذا أستقبلت هذه الأشارات يُكتب بجوار كل مدينـة بالمداد الاسود ضغطها الجوى ، ويكون عادة بالملليبار بدلا من المليمتر[٢]

ثم نصل البلاد ذات الضغط الواحد بعضها ببعض بخط ، فمثلا جميع البلاد التى ضغطها ١٠٠٨ ملليباراً تُوصل بخط يكتب عليه رقم ١٠٠٨ ، والبلاد ذات الضغط ١٠١٠ تُوصل بخط آخر يكتب عليه ١٠١٠ ، ويكون عادة موازيا للاول وهكذا ، حتى تظهر على الخريطة عدة خطوط متوازية تقريبا تسمى خطوط الايزوبار Isobar تنحصر فيها المنطقة المنخفضة المراد التعرف عليها ، يُكتب فى وسطها كلمة « انخفاض » بينما يكتب على المنطقة ذات الأرقام العالية كلمة « ارتفاع » للدلالة على ارتفاع ضغطها ، كما في شكل (٥) ، وهـذه الخرائط نسميها عادة خرائط التنبؤ اليومية ، لأنهـا توصلنا الى معرفة تقلبات الجو المنتظرة ، ولابد فيها من أن نرسم على كل مدينة سهما يُبين اتجاه سير الريح وقت الرصد ، ومن الضرورى أيضا كتابة درجة الحرارة على كل مدينة بالمداد الأحمر وكذلك بالازرق[٣] (راجع شكل ٥) لكى تكون الخريطة وافية ، وكل هذه المعلومات تذاع باللاسلكى مع قراءات الضغط السابقة

---

(١) آلة لقياس الضغط الجوى

(٢) كل ١٠٠٠ ملليبار = ٧٥٠ ملليمترا تقريبا

(٣) يستحسن استعمال المداد الاحمر لكتابة درجة حرارة البلاد التى سخنت والازرق للبلاد التى بردت بالطريقه المشروحة في صحيفتى ١٦ و١٧

الى هنا عرفنا موقع الانخفاض الجوى على الخريطة ، فلندرس الآن كيفية نشوء مثل هذا الانخفاض فى الكون ، وكيف يبتدىء صغيراً ثم يزداد فى العمق ويصير شديد المراس ، وكيف يمتلئ فيما بعد ثم يتلاشى

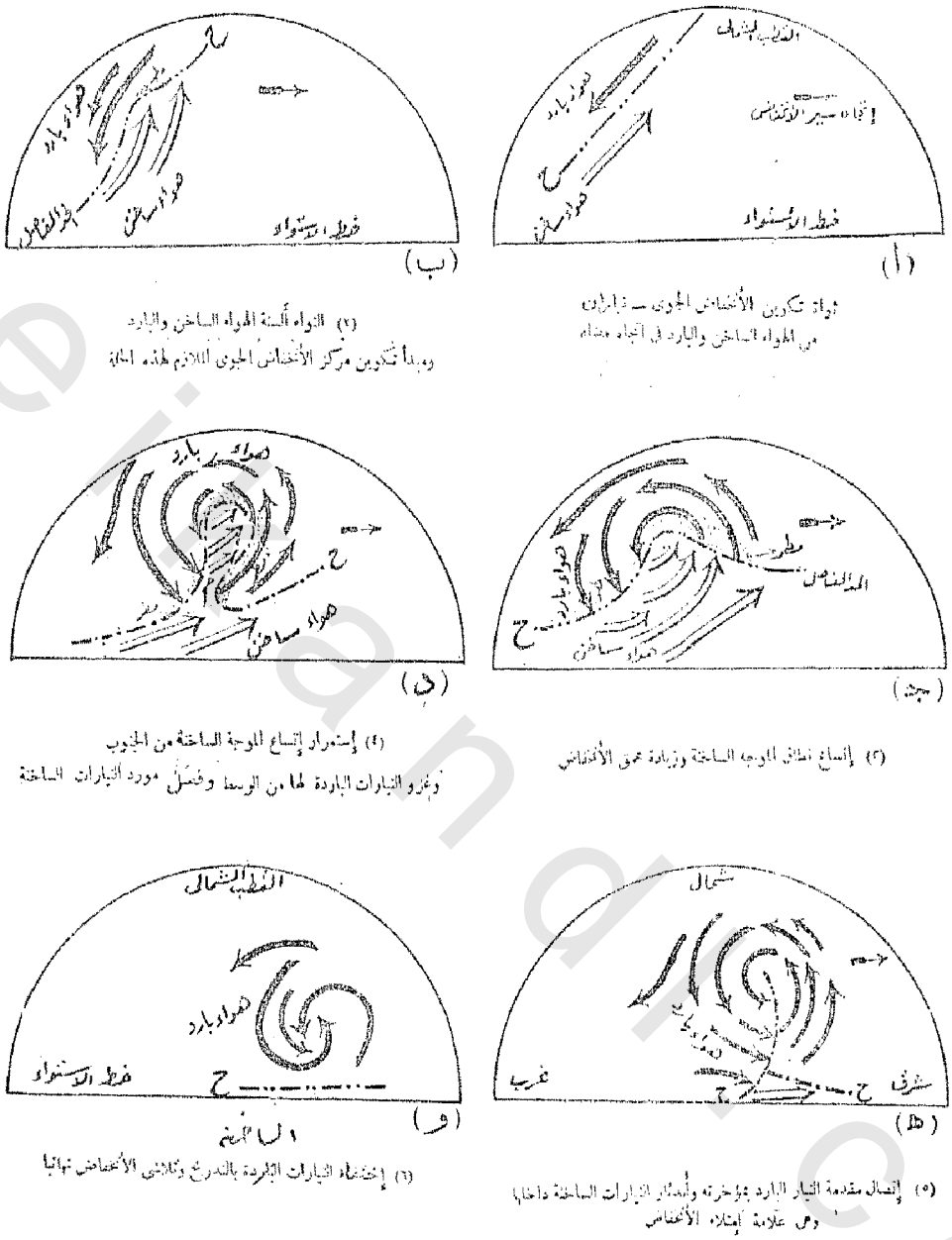
وقد أقام الأستاذ (بركن) الدليل على أن سبب تكوين نواة الانخفاض فى بادىء الأمر تقابل التيارات الساخنة بالباردة ، ويعقب هذا التقابل تطاحن هذه التيارات مع بعضها بشكل خاص ، وبتطاحنها هذا يزداد عمق الانخفاض ، حتى تتغلب أخيرا التيارات الباردة على الساخنة التى لا تلبث أن يختفى أثرها ، وهذا هو الباعث على اضمحلال الانخفاض وتلاشيه بالتدريج

فالانخفاض الجوى إذاً يُولد بابتداء العملية السابقة ، ويموت بأنتهائها فهو ملازم لها ميكانيكيا ، أى أن كل تيارين بارد وساخن يتقابلان ويتطاحنان ، لابد من حدوث انخفاض جوى يلازمهما فى المعركة ، وبالعكس كل انخفاض جوى لابد أن يكون مصحوبا بتيارات باردة وساخنه

وحيث أن الانخفاض يمكن حصره ومعرفة موقعه على خريطة الايزوبار السابقة ، فمن السهل فى هذه الحالة تعيين موقع التيارات الباردة والساخنة ، وميدان المعركة بينهما اى المنطقة الملبدة بالغيوم والامطار والتى يعمها الاضطراب وكذلك من السهل تعيين موقع المعركة الجديد الذى سيصاب بمثل الظواهر السابقة ، وفى هذه الحالة يكون التنبؤ بحالة الطقس المقبلة ممكنا

ويبدأ الانخفاض الجوى بالتكوين على أثر حدوث المعركة بين التيارين الساخن والبارد ، وشكل (٢) يُبين سير المعركة والادوار التى يجتازها الانخفاض الجوى من المبدأ للنهاية ، ونواة التكوين عبارة عن وجود تيارين من الهواء أحدهما بارد مقبل من الجهات الشمالية القطبية ، والآخر ساخن آت من الجهات الجنوبية الاستوائية ، ويسير طبعا بعكس الاول كما فى الجزء (١) شكل ٢

ومن المعلوم أن البرد العميق يسود منطقة القطب المتجمد الشمالى ، وهى



(١) نواة تكوين الأنخفاض الجوى — تيارات من الهواء الساخن والبارد فى اتجاه متضاد

(٢) التواء ألسنة الهواء الساخن والبارد وبداية تكوين مركز الأنخفاض الجوى اللازم لهذه الحالة

(٣) إتساع نطاق الموجة الساخنة وزيادة عمق الأنخفاض

(٤) إستمرار إتساع الموجة الساخنة من الجنوب وغزو التيارات الباردة لها من الوسط وفصل مورد التيارات الساخنة

(٥) إتصال مقدمة التيار البارد بمؤخرته وأنعدام التيارات الساخنة داخلها وهى علامة إمتلاء الأنخفاض

(٦) إختفاء التيارات الباردة بالتدرج وتلاشى الأنخفاض تماما

نظرية بركن (J. Bjerknes) فى تكوين الانخفاضات الجوية

(شكل ٢)

التى تغذى أوروبا وشمال أفريقيا بالبرودة ، بينما المنطقة الأستوائية كلها محاطة بالهواء الساخن ، وهى التى تمون الجهات السابقة بالحرارة ، وبالنسبة لأن التيارين المبينين فى الشكل السابق أحدهما ساخن والآخر بارد، فهذا الاختلاف مع التجاور ، يجعل هناك حداً فاصلا بينهما ، وهو المبين فى الشكل بالخط

المنقطع ح ، ولهذا الحد أهمية كبرى ، لان البلاد التى على يمينه تكون درجة حرارتها على نقيض البلاد التى على يساره

فعند ابتداء تكوين الانخفاض الجوى ، ويكون ذلك عادة على المحيط الاطلنطى ، يميل الحد الفاصل إلى الالتواء نحو الجهة الباردة كما فى الجزء ب (شكل ٢) ، فينبت مركز الانخفاض عند موضع الالتواء ، ويتبع ذلك أن تلتوى أيضا ألسنة التيار الساخن وكذا البارد كما فى الشكل السابق

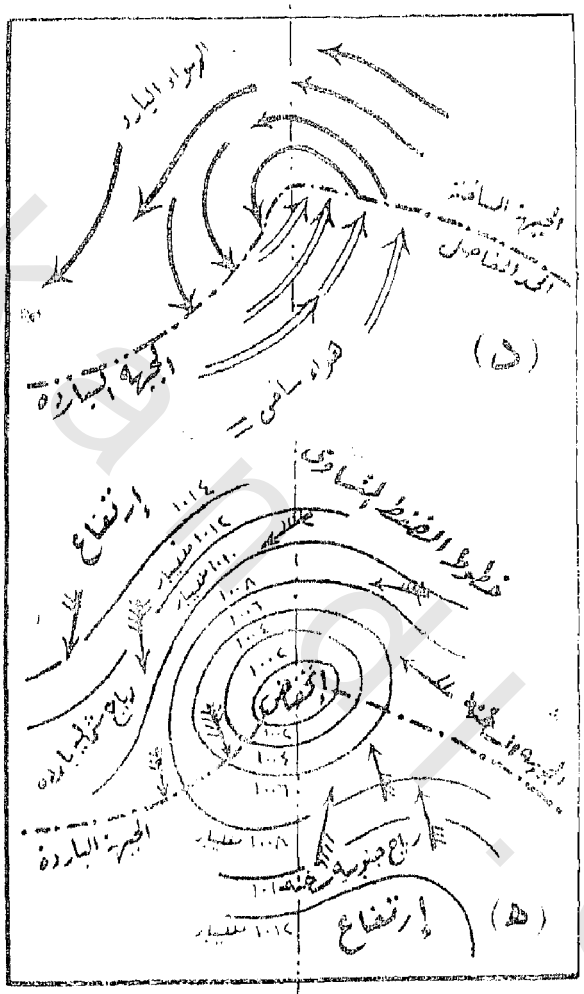
ومتى تكوّن الانخفاض الجوى على هذا النحو ، يأخذ فى السير صوب الشرق ، وعندئذ يتسع نطاق الموجة الساخنة ، كما فى الجزء ج (شكل ٢) مما يدعو الهواء البارد إلى الالتفاف حولها ، كما هو واضح من الشكل المذكور ويكون اتجاهه شماليا غربيا فى مؤخرة الموجة الساخنة ، التى تصبح مركزاً للانخفاض الملازم لهذه الحالة (أنظر أيضا شكل ٣) ويكون الانخفاض فى هذا الدور فى عنفوانه وصباه ، والرياح حوله شديدة الهبوب والحالة الجوية فى اضطراب

وبدوام سير الانخفاض نحو الشرق ، يستمر اتساع نطاق الموجة الساخنة فى الجنوب ، بينما يضيق مداها فى الوسط عند النقطه م نتيجة غزو التيار البارد لها فى المؤخرة ، كما هو ظاهر في الجزء د (شكل ٢)

وينتهى الأمر باحتلال المنطقة الساخنة ، حيث تنفصل عن الهيكل العام للانخفاض ، وتتصل مقدمة التيار البارد بمؤخرته ، كما فى الجزء هـ (شكل ٣)

وأخيراً يأخذ الجزء المنحصر من الهواء الساخن داخل الانخفاض فى الاضمحلال ، بالنسبة لانقطاع مورد التيارات الساخنة ، التى كان الانخفاض يتغذى منها وينتج عن ذلك اختفاء الحد الفاصل ح ، ويدخل الانخفاض فى دور الأمتلاء فتضعف قوة الرياح حوله وينتهى الامر باختفاء التيارات الباردة هى الاخرى ، فيصل الانخفاض فى النهاية إلى دور الاحتضار والتلاشى ، كما فى الجزء (و) شكل ٢

ويلاحظ ان الانخفاضات التي تصل أوروبا وبالأخص مصر ، مع كل مانرى منها من اضطرابات الجو العنيفة تكون فى أدوار حياتها الأخيرة



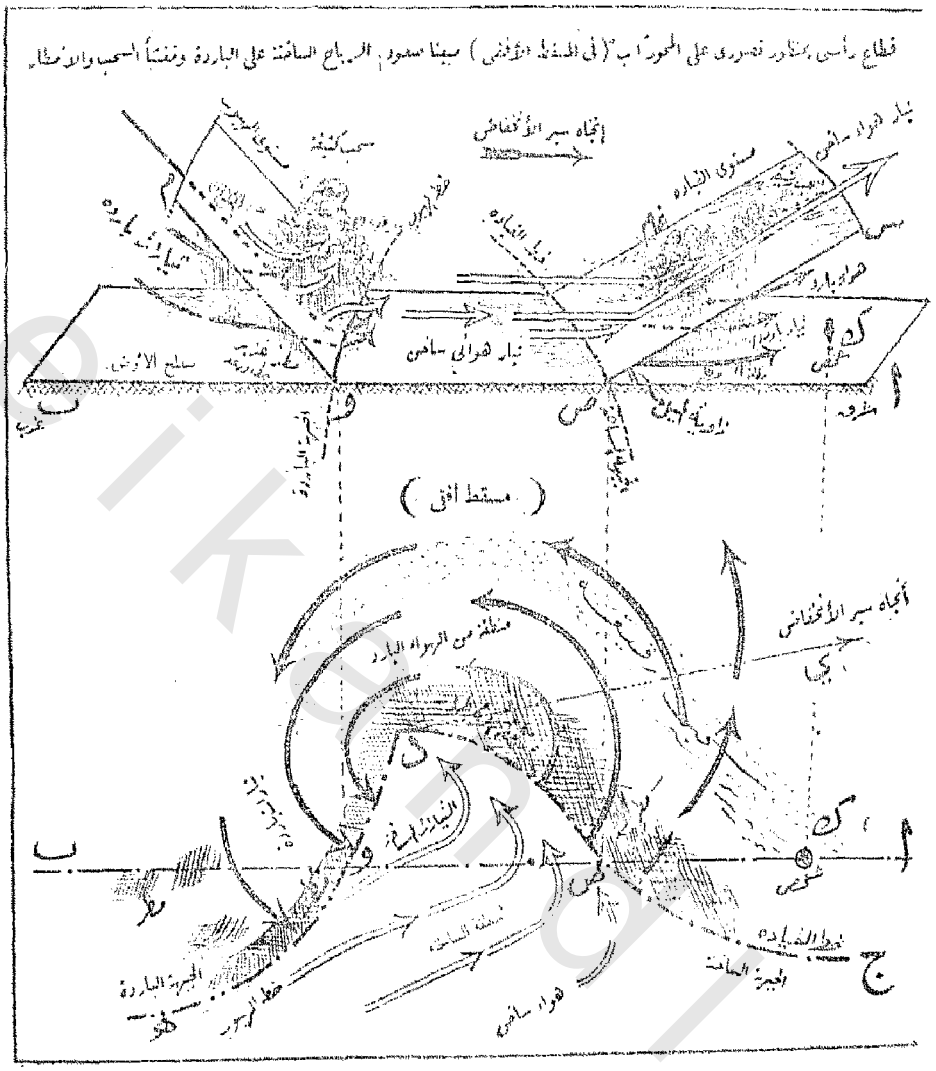
(شكل ٣) الجزء الأعلى — (د) التيارات الساخنة (المفرغة) وحولها الباردة (السوداء) من الاسباب المهيئة والملازمة لتكوين الانخفاض الجوى (راجع شكل ٢ الجزء ج)
الجزء الأسفل — (هـ) الانخفاض الجوى المتكون من العملية رقم (د) واتجاه وقوة الرياح حوله (راجع أيضا شكل ٥)
ملاحظة — الاسهم ذات الشرط العديدة تدل على الرياح الشديدة والعكس بالعكس

الى هنا عرفنا أدوار تكوين الانخفاض الجوى ، فلنبحث الآن فى الظواهر الجوية التى تلازمه ، والتغيرات المستمرة التى تتبعه ، لكى يساعد ذلك على تفسير مايعترى طقس مصر من التقلبات الجوية

فلننتخب لهذا الغرض من أدوار حياة الانخفاض دور صباه ، المبين فى الجزء ج من شكل ٢ والمبين بوضوح تام بقطاعاته فى شكل ٤

فالخطوط السوداء الممتلئة فى الشكل الاخير توضح تيارات الهواء البارد ، والخطوط الفارغة تفسر التيارات الساخنة ، وسبب التواء كليهما نحو المركز ، أى مركز الانخفاض ، هو بالأخص لمزم دوران الكرة الأرضية

والحد الفاصل بين التيارات الساخنة والباردة مبين بالخط ج ص د و ه (انظر الجزء الاسفل من شكل ٤) ، وهو جزئين الجزء الأول فى المقدمة وهو المنحنى ج ص د ، ويسمى عادة بخط القيادة «Steering line» لان الانخفاض يسير نحو الشرق فى إتجاه مماس لهذا الخط ، أى فى الأتجاه (د ى) (راجع الشكل) وخط القيادة نفسه (ج د) يُعين من اليمين مبدأ الجبهة الساخنة أى أنه بمجرد مروره على مكان ما ، يهب فى أثره على هذا المكان الريح الجنوبى الساخن ، وأما الجزء الثانى من الحد الفاصل (د و ه) الذى فى المؤخرة ، فيسمى خط الهبوب «Squall line» ، وأطلق عليه هذا الاسم لكونه غالبا محل ثورة جوية شديدة ، بالنسبة لاندفاع التيار البارد من اليسار ، تحت الهواء الساخن على اليمين بقوة تقذف هذا الاخير لأعلى بسرعة تجبره على الانتشار والتبريد الفجائى ، الذى ينجم عنه تولّد السحب المترا كمة الكثيفة ، التى تكون سببا فى قيام عواصف الرعد والبرق والمطر ، (أنظر القطاع الجزء الأعلى من شكل ٤) ، وبمجرد مرور خط الهبوب على مكان ما ، يتحول مجرى الرياح على الفور من الجهات الجنوبية الى الغربية أو الشمالية وتهبط الحرارة دفعة واحدة فى دقائق معدودات



(شكل ٤) التيارات الساخنة والباردة اللازمة للانخفاض الجوى (راجع تكوين الانخفاض الجوى حسب نظرية بركن Bjerknes شكل ٢)

ويلاحظ هنا أن خط القيادة ج ص د المبين فى (شكل ٤) ، ليس خطا على الارض ، بل هو موضع تقابل مستوى مائل على الارض[1] مبين قطاعه الرأسى بالجزء (س ص) فى شكل ٤

ويسمى هذا المستوى نفسه بمستوى القيادة ، وهو يشبه اسفين أو خابور من الهواء البارد ، يصعد عليه الهواء الساخن لأعلى بالطريقة الموضحة

(١) بنسبة ١ إلى ١٠٠ تقريبا وزاوية الميل مبينة فى شكل ٤ الجزء الأعلى

(فى شكل ١) ، أى أن الغمام والمطر يتكوّنان فى مبدأ الصعود ، وأما في نهايته فلا تشاهد الا السحب الرقيقة «Cirrus» ، التى تكون دائما علامة للرائى على قدوم الانخفاض من بعيد ، وهذا ماتراه غالبا فى مصر فى موسم الخماسين فى الربيع وكذلك فى الشتاء

مما سبق يتضح أن سقوط المطر يكون موزعا حول الانخفاض فى جميع البلاد الواقعة على طول خط القيادة ، كما هو ظاهر فى شكل ٤ (الجزء المهشر فى الجزء الأسفل) أى عند أول درجة يصعد عليها التيار الساخن على البارد

وكذلك خط الهبوب (د و ه) فهو يمثل أثر أو موضع تقابل مستوى الهبوب بالأرض ، ومستوى الهبوب يكون أيضا مائلا وأما بدرجة قليلة نحو الجهة الباردة على اليسار ، وعلى هذا المستوى يحصل الاضطراب الجوى الشديد السابق ذكره

وعلى العموم نلاحظ أن الاضطرابات الجوية لا تحصل الا على طول خطى القيادة والهبوب ، أو بالقرب منهما ، أى عند تلاحم التيارات الباردة بالساخنة ، ولهذا نرى منطقة الأمطار تكون ملازمة للخطين السابقين[1] ومنتقلة معهما ، أما فى داخل المنطقة الساخنة نفسها ، فالسحب قليلة والامطار تكاد تكون معدومة ، لأن الهواء فيها على وتيرة واحدة

ولسهولة فهم ماتقدم نفرض أن شخصا موجودا فى مقدمه الانخفاض فى النقطة ك (شكل ٤) ، ورابط هذا الشخص فى مكانه حتى أقبل الانخفاض ومرّ عليه بأكمله ثم أبتعد عنه[2] وترك الشخص فى مؤخرته ، فأن الظواهر الجوية التى يستعرضها هذا الشخص أثناء هذه المرحلة تكون على النحو الآتى : —

---

(١) العادة أن تكون منطقة الامطار متسعة على مستوى القيادة وضيقة على مستوى الهبوب كما هو ظاهر من شكل (٤) بالنسبة لزيادة ميل المستوى الاول على الارض زيادة عن الثانى

(٢) ربما تستغرق هذه المسألة عدة أيام

أول علامة يراها الشخص المذكور ظهور نتف من السحاب العالى الرقيق فى السماء ، ثم بتقدم الانخفاض نحوه فى اليوم التالى تزول رقة هذا السحاب ، ويصبح كثيفا أغبش اللون وقد تمطر السماء خفيفا ، ثم يسخن الجو ويكون ذلك علامة وصول الجبهة الساخنة (ج ص د) ويليها المنطقة الساخنة وفى هذه الحالة تهب الرياح من الجنوب وتشتد نوعا كلما تقدم الانخفاض وأقترب ، وتستمر حرارة الجو فى الزيادة يوما عن يوم حتى تبلغ أقصاها [١] عند مايبلغ مركز الانخفاض موضع الشخص ، وبمجرد مرور المركز يهجم خط الهبوب فجأة ، فتتغير هذه الظواهر كلية ، ويتحول مجرى الريح من الجنوب الى الغرب وتشتد هجماته ، ويبرد الجو دفعة واحدة بمقدار عشر درجات أحيانا وتزداد رطوبته ، وتشاهد فى هذه الاثناء السحب الكثيفة آخذة فى التكوين حتى تمطر السماء [٢] ويكون ذلك مصحوبا فى الغالب بالرعد والبرق ، ثم يهدأ الطقس بالتدريج ولكنه يظل بارداً عدة أيام ، حتى يظهر انخفاض آخر ، فتتكرر الأحوال السابقة من بدايتها

تطبيق نظرية « بركن » فى مصر
للتنبؤ بتغيرات الجو المقبلة

المثل الآتى يُبين أبسط الحالات الواضحة التى طبقت فيها هذه النظرية بنجاح فى مصر [٣] ، وموضح بها ملخص التأثيرات التى حدثت فى طقس بلادنا ، من إبتداء ظهور الانخفاض فى غرب مصر الى ما بعد اجتيازه الى الشرق

---

(١) كما يحصل أثناء مرور انخفاضات الخماسين فى الربيع

(٢) معظم الأمطار التى تصيب القطر المصرى فى الشتاء تكون عادة فى مؤخرة الانخفاض أى بعد مرور خط الهبوب . وفى هذه الحالة يكون موضع الانخفاض الجوى على الشام أو جزيرة قبرص وهو كثيرا ما يرابط هناك عدة أيام

(٣) بعض الحالات تظهر معقدة ولكن يسهل فهمها بعد قليل من المران

فى الساعة الثامنة من صباح يوم ٢٢ فبراير سنة ١٩٢٩ ، ظهر انخفاض جوى فوق طرابلس كما فى الجزء الأعلى من شكل ٥ ، فهبت فى مقدمته على مصر بناءا على قانون (بويز) رياح جنوبية معتدلة كما هو ظاهر من اتجاه الأسهم فى الشكل السابق ، وفى مؤخرته رياح شديدة آتيه من الشمال الغربى ، وفقا للقانون السابق ، ومضمون هذا القانون ، أن هبوب الريح حول الانخفاض يسير دائما فى اتجاه مخصوص ، بحيث اذا وليت ظهرك الى الجهة الآتى منها الريح ، فان مركز الانخفاض يكون دائما على اليسار(١)

والجبهتان الساخنة والباردة ظاهرتان بوضوح تام على الخريطة فى شكل ٥ (جزء ا وجزء ب) ، ومن السهل تعيين موضع الجبهتين ، والطريقة الموصلة الى ذلك ان نقرأ درجة حرارة أى مدينة من المدن الموجودة على خريطة اليوم(٢) ٢٣ فبراير مثلا (الجزء الأسفل) ، وعادة تكون درجة الساعة الثامنة صباحا ، ثم نقارنها بدرجة حرارة نفس هذه المدينة فى خريطة اليوم السابق (الجزء الأعلى شكل ٥) ، للساعة الثامنة أيضا ، أى فى نفس الوقت ، فمن المقارنة يتضح اذا كانت حرارة هذه المدينة ارتفعت أو انخفضت ، فان كانت قد ارتفعت ، علمنا أن الجبهة الساخنة قد مرت عليها ، ودخلت هذه المدينة فى منطقة الهواء الساخن ويدلنا على ذلك أيضا تحول الرياح فيها إلى الجنوب ، فنعلمها بالأحمر ، وهكذا نجرى العمل على البلاد المجاوره لها الواقعة يمنة ويسرة حتى نحصى جميع البلاد التى ارتفعت حرارتها ، أى التى اكتسحتها الجبهه الساخنة فى مجر الاربعة وعشرين ساعة السابقة إلى أن نصل إلى منطقة لم يعتر حرارتها

---

(١) لاحظ ذلك فى سير الرياح حول الانخفاض شكل ٣ وشكل ٥

(٢) المعتاد أن تجهز وترسم وتنشر خريطة التنبؤ التى تشمل الضغوط والرياح ودرجة الحرارة كل صباح بادارة المتيورولوجية بمصلحة الطبيعيات ، وهى تشمل ارصاد الساعة ٨ صباحا ، لجميع بلاد أوروبا وشمال أفريقيا وغرب آسيا وتجمع هذه الارصاد بالتلغراف اللاسلكى

اى تغيير عن اليوم السابق ، أى أن الجبهة الساخنة لم تصلها بعد ، فالحد الفاصل بين المنطقتين ، يُعين موضع الجبهة الساخنة فى الساعة الثامنة صباحا ، وهو مبين بوضوح على خريطة شكل ٥ ، ففى هذا الشكل تدل الارقام الحمراء على درجة حرارة البلاد التى ارتفعت حرارتها عن اليوم السابق ، وأما الأرقام السوداء فتفسر درجة حرارة البلاد التى لم ترتفع حرارتها .

وبنفس الطريقة نجرى العمل السابق فى تعيين موضع الجبهة الباردة ، فنرى أن جميع البلاد المعلم درجة حرارتها بالازرق فى شكل ٥ جزء ب ، قد هبطت حرارتها فى الصباح الساعة ٨ عن اليوم السابق (جزء ا) فى نفس هذه الساعة ، والحد الفاصل بين الارقام الحمراء والزرقاء ، هو خط الهبوب ، أى مبدأ الجبهة الباردة

والجبهتان السابقتان الساخنة والباردة ليستا ثابتين فى موضعهما ، بل هما يسيران بسرعة نحو الشرق ، وفقا لسير الانخفاض

ففى اليوم التالى يوم ٢٣ فبراير سنة ١٩٢٩ ، سار الانخفاض صوب الشرق[1] ، ثم رسى على جزيرة قبرص كما في شكل ٥ ، وقد سار معه كل من الجبهتين ، ولتعيين موضعهما الجديد نتبع الطريقة السابقة

وقد اكتسحت الجبهة الساخنة فيما بين صباح يوم ٢٢ فبراير وصباح يوم ٢٣ منه الصعيد وجميع الممالك التى فى شرق مصر حتى خليج العجم ، ويسهل إدراك ذلك من ارتفاع درجة حرارة بلاد هذه الممالك ومقارنة موضع الجبهة الساخنة فى يوم ٢٢ فبراير (شكل ٥) بموضعها يوم ٢٣ منه فى نفس الشكل

(١) راجع تعيين إتجاه سير الانخفاض صحيفة (١٢) وكذلك شكل ٤

وقد عمّت المنطقة الساخنة جميع بلاد الصعيد وشمال السودان والبحر الأحمر وجزيرة العرب والعراق ، فدفئ الطقس فيها كثيرا ، كما تدل على ذلك مقارنة ارصاد النهاية العظمى لدرجة الحرارة فى بلاد تلك النواحى قبيل وبعد مرور الجبهة الساخنة كما فى الجدول الآتى : —

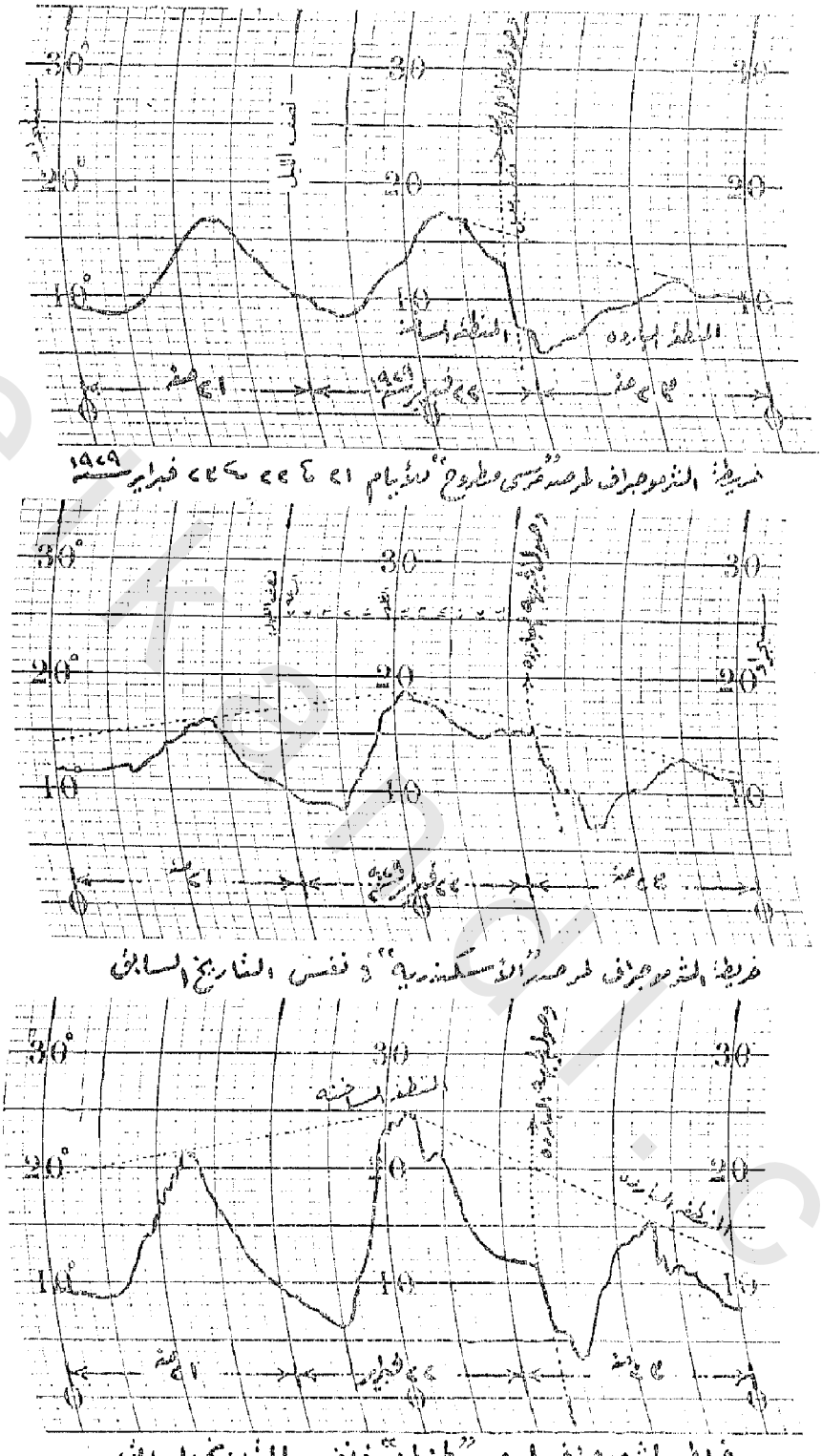
	اسم المرصد	النهاية العظمى لدرجة الحرارة فى اليوم السابق لمرور الجبهة الساخنة	النهاية العظمى لدرجة الحرارة يوم مرور الجبهة الساخنة ٢٢ فبراير سنة ١٩٢٩	مقدار الزيادة فى الاربع وعشرين ساعة
		(سنتيجراد)	(سنتيجراد)	(سنتيجراد)
	بورسعيد	١٨	٢٤	+ ٦
مصر	طنطا (١)	٢١	٢٥	+ ٤
مصر	هلوان	١٨	٢٣	+ ٥
مصر	المنيا	٢١	٢٦	+ ٥
مصر	اصوان	٢٤	٢٩	+ ٥
	الطور	٢٠	٢٤	+ ٤
السودان	وادى حلفا	٢٢	٢٧	+ ٥
السودان	العطبره	٣١	٣٦	+ ٥
السودان	الخرطوم	٣٢	٣٧	+ ٥
العراق	بئر رطبة	١٣	١٨	+ ٥
العراق	الموصل	١٢	١٩	+ ٧
العراق	بغداد	٢٠	٢٤	+ ٤

(١) انظر شكل ٦

بينما نرى الجبهة الباردة قد اقتحمت فى يوم ٢٣ بلاد طرابلس وغرب مصر ، فحل بها الصقيع والمطر ، بعد الدفء والجفاف ، وهذا التغير السريع ظاهر فى الجدول الآتى : —

اسم المرصد	(النهاية العظمى لدرجة الحرارة) يوم ٢٢ فبراير سنة ١٩٢٩ اثناء وجود مصر فى الناحية الدافئة وقبل هجوم خط الربوب	(النهاية العظمى لدرجة الحرارة) يوم ٢٣ فبراير سنة ١٩٢٩ بعد مرور خط الربوب مباشرة	مقدار هبوط الحرارة	مقدار ما سقط من المطر يوم ٢٣ فبراير اثناء و بعد مرور الجبهة الباردة
	(سنتيجراد)	(سنتيجراد)	سنتيجراد	ملليمتر
السلوم	١٦	١١*	— ٥	٦
مطروح	١٧	١١*	— ٦	٨
اسكندرية	١٨	١٤	— ٤	٥
بور سعيد	٢٤	١٧	— ٧	رذاذ
طنطا (٢)	٢٥	١٥	— ١٠	١
القاهرة	٢٤	١٧	— ٧	رذاذ
المنيا	٢٦	١٧	— ٩	
اسيوط	٢٦	١٨	— ٨	
أصوان	٢٩	٢٣	— ٦	
واحة الخارجة	٢٧	٢٣	— ٤	
وادى حلفا	٢٧	٢١	— ٦	

* درجة الحرارة الساعة ٢ بعد الظهر — (٢) انظر شكل ٦



خرائط الثرموجراف لمرصد "مرسى مطروح" لأيام ٢١ و ٢٢ و ٢٣ فبراير ١٩٢٩

خريطة الثرموجراف لمرصد "الاسكندرية" في نفس التاريخ السابق

خريطة الثرموجراف لمرصد "طنطا" في نفس التاريخ السابق

(شكل ٦)

خرائط الثرموجراف (آلة تسجيل درجة الحرارة) لبعض مدن القطر المصرى فى الفترة من ٢١ الى ٢٣ فبراير سنة ١٩٢٩

فيظهر بوضوح من هذا الجدول تأثير الصقيع الذى أصاب بلاد القطر بعد وصول الجبهة الباردة ، فبعض البلاد هبطت حرارتها ما يقرب من عشر درجات ، بينما القاهرة نفسها التى كانت النهاية العظمى فيها يوم ٢٢ فبراير ٢٤° سنتجراد ، أصبحت فى اليوم التالى ولم يرتفع فيها الترمومتر طول النهار زيادة عن ١٧° ، كما أن المطر عمّ الموانى وشمال الدلتا وأصاب بعضه القاهرة (راجع شكل ٥ الجزء ب)

وقد وصلت الجبهة الباردة لمطروح على الحدود الغربية قبيل نصف الليل وللأسكندرية والقاهرة بعد ذلك بقليل فى فجر اليوم التالى ، كما هو ظاهر من أثر ريشة الثرموجراف[1] لكل من هذه البلاد (شكل ٦) [2]

وقد مرّ مركز الانخفاض الجوى نفسه على القاهرة فى الساعة الثالثة بعد ظهر ٢٢ فبراير ، كما هو ظاهر من خريطة الباروجراف [3] لمدينة القاهرة فى ذلك اليوم (شكل ٧)

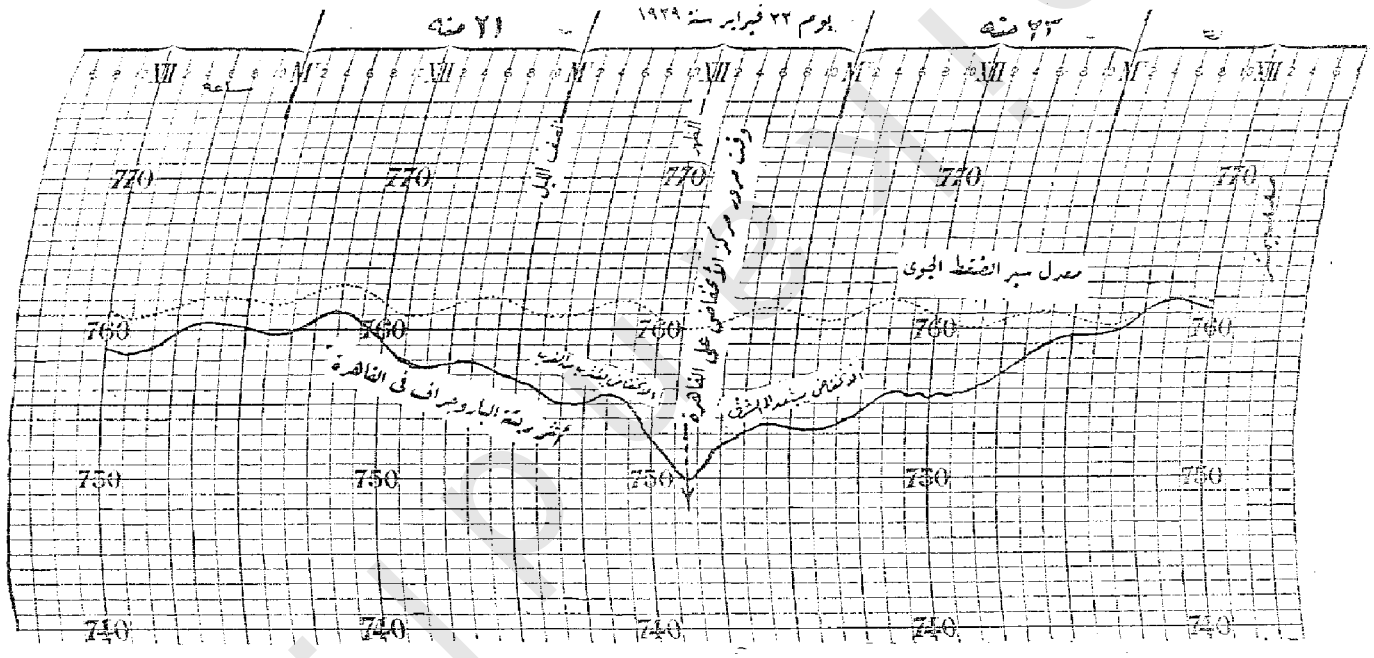
إذا أعدنا التأمل فى (شكل ٥)وقارنا درجة حرارة البلاد الواقعة فى وسط البحر الأبيض يوم ٢٣ فبراير بدرجة حرارتها فى اليوم السابق له لوجدنا أن الحرارة لا تزال مستمرة فى الهبوط ، مما يدل على اقبال جبهة باردة أخرى ثانوية (ظاهر موقعها فى الجزء الأسفل)والعادة أن هذه الجبهة تصيب مصر فى أثر الجبهة الباردة الرئيسية ، فتزيد الجو اكفهرارا ، والشتاء صقيعا ، والأمطار غزارة

---

(١) آلة لتسجيل درجة الحرارة باستمرار

(٢) سرعة سير خط الهبوب فى هذه الحالة نحو ٤٠ كيلومتر فى الساعة . ولا يشترط أن تكون سرعة سير خط الهبوب مناسبة لسرعة سير الانخفاض الملازم له ، بل كثيرا ما تفوق السرعة الأولى الثانية

(٣) آلة لتسجيل الضغط الجوى باستمرار



(شكل ٧)

خريطة الباروجراف (آلة تسجيل الضغط الجوى) لمدينة القاهرة فى الفترة من ٢١ الى ٢٣ فبراير سنة ١٩٢٩ مبينا عليها وقت مرور مركز الانخفاض الجوى على العاصمة بعد ظهر يوم ٢٢ منه

التنبؤ بتغيرات الجو

عرفنا الآن تأثير اجتياز الجبهات الساخنة التى ترفع من درجة حرارة جو البلاد ، فتجعله معتدلا فى الشتاء ، وهجيراً في الربيع أيام الخماسين ، وتأثير عبور الجبهات الباردة ذات التأثيرات المضاده لذلك

اذاً فمن السهل الآن التنبؤ بكل هذه التغيرات قبل مجيئها ، متى عرفنا وقدّرنا موضع الجبهتين الساخنة والباردة ، السائرتين مع الانخفاض فى طريقهما الى الشرق ، فبالاطلاع مثلا على خريطة يوم ٢٢ فبراير السابقة شكل ٥ ، الجزء الأعلى يمكنا أن نكتب تنبؤا صحيحا لليوم التالى ، بالنسبة لتوقعنا تحرك الانخفاض ومروره صوب الشرق ثم دخول الجبهة الباردة فى اثره على مصر على الوجه الآتى : —

رياح جنوبية أولا ، تتحول الى شمالية غربية فيما بعد [1]

يظهر السحاب العالى فى الابتداء ، ثم تتكوّن السحب الكثيفة فيما بعد [2]

تمطر السماء على سواحل مصر وادلتا [2]

الجو معتدل اليوم ولكنه يبرد غدا [3]

يستمر الطقس شديد البروده عدة أيام

وقد ذكرنا أن الجو يستمر صقيعا عدة أيام ، بالنسبة لظهور الموجة الباردة الثانوية فى مؤخرة الانخفاض (راجع الجزء ب شكل ٥)

والعادة فى أغلب الاحيان أن الانخفاضات فى الشتاء بعد مرورها على مصر ووصولها جزيرة قبرص ، ترابض هناك عدة أيام ، تكون الفرصة فى

---

(١) راجع قانون بويز صحيفة (١٦) ، وقارن سير الرياح على مصر في جزئى شكل ٥

(٢) نتيجة تأثير دخول الجبهة والرياح الباردة (راجع صحيفة ١٥)

(٣) كثيرا ما يكتسح هذا البرد السودان أيضا حتى يصل لقرب بحيرة فيكتوريا نيانزا

اثنائها سانحة للتيارات الشمالية الشديدة البرودة بالهبوب من روسيا والبلقان المكسو بالجليد حيث تكون درجة الحرارة هناك تحت الصفر ، ومن ثم تجتاز هذه التيارات مصر كجبهة ثانوية ويصبح مفعولها شديدا فى زيادة الزمهرير

وللجبهة الباردة الثانوية السابقة فضلاعن ذلك تأثير كبير فى أزدياد تساع وعمق الانخفاض الجوى ، وقد تبقى الحالة مضطربة طالما الانخفاض مرابطا على قبرص أو الشام ، ولا تهبط حدة هذه الظواهر الجوية ويتحسن الجو ؛ إلا بعد امتلاء أو تحرك الانخفاض ومسيره الى العراق ، فتزداد الضغوط على مصر التى تتكون عليها فى هذه الحالة منطقة من الضغط المرتفع

وعلى العموم يمكننا أن نعتبر الرياح الرئيسية التى تلعب دورا هاما فى طقس مصر هى بالأخص :—

(ا) الرياح الشمالية الغربية :— ومصدرها بلاد البلقان ، وهي تهب فى مؤخرة الانخفاضات على مصر من جهة الحدود الغربية ، وتدور حول الدلتا مابين الغرب والجنوب ، وتكون شديدة فتصيب البلاد فى الشتاء وبالاخص في شهر يناير (طوبه) بالصقيع المؤلم ، لان بلاد البلقان اذ ذاك تكون مغطاة بالثلوج والجليد ، وأما فى الربيع فأن تأثير هذه الرياح على أثر حرارة الخماسين ، يكون منعشا وملطفا للجو

(ب) الرياح الشرقية أو الجنوبية الشرقية : — ومصدرها صحراء العرب ، وصحراء مصر ، وهى تهب على بلاد مصر في مقدمة الانخفاضات ، فتلهب الجو بالحرارة أيام الخماسين ، وذلك يرجع الى طبيعة الصحراء التى تكون فى هذا الأوان كأتون من نار ، وتكون هذه الرياح فى الشتاء سببا في دفء الجو واعتداله

هناك نقطة يلزم ملاحظتها فى مصر وقت تطبيق نظرية « بركن » ، وهى

أنه فى معظم أيام الشتاء ، بالنسبة لتشعع الحرارة السريع من رمال الصحارى بالليل ، تهبط درجة الحرارة فى بلاد الصعيد والواحات فى الفجر لنقطة الجليد أى الصفر أو ما يقرب منها ، ففى هذه الحالة تصبح الرياح الجنوبية التى تهب فى مقدمة الانخفاضات على القاهرة فى الصباح فى منتهى البرودة ، مع أن هذه الرياح تأتى من جهات أقرب لخط الاستواء ، ولكن سرعان ما يدفأ الجو ويعتدل بسرعه قرب الظهيرة ، وهذه الظاهرة تحصل فقط فى طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض

هذا ولا ننسى أن بعض الانخفاضات عند ما تقترب من مصر فى الشتاء لا يكون لها جبهة ساخنة مميزة ، أذ ينعدم تأثيرها على المراصد الارضية ، وذلك راجع الى وجود الجبهة الساخنة على ارتفاع من سطح الارض مما يضلل أحيانا غير المتمرنين على أعمال التنبؤ ، وعلى هذا يمكن تقسيم الانخفاضات الى نوعين :—

الاول — انخفاضات لها جبهة ساخنه تدل عليها المراصد الارضية ، والمنطقة الساخنة تظهر بوضوح تام على الخريطة ، ومثل هذه الانخفاضات تكون عادة فى دور النمو ، وتكون سرعة سيرها فى ازدياد

الثانى — إنخفاضات ليس لها جبهة ساخنة تميزها ، وهذه تكون عادة فى دور التلاشى ، وسيرها بطىء ، والمنطقة الساخنة فى هذه الحالة تكون مرفوعة عن سطح الأرض بالهواء البارد ، وتظهر بوضوح فى الطبقات العليا ، وتعرف بالمران

الانخفاضات والطقس الخماسيني في مصر

تأتي إنخفاضات الخماسين لمصر ابتداء من أواخر شهر مارس وتنقطع في منتصف يونيه وهي تقبل وتدبر بنفس الطريقة التي مر بها الانخفاض السابق في (شكل ٥) الا أن الانخفاضات الخماسينية مدة الربيع تظهر أولا وفي أغلب الحالات على الصحراء الغربية بدلا من البحر الأبيض، وتسير بطيئة بمحاذاة الشاطىء الى الشرق، فيدفأ الجو بمجرد وصول الجبهة الساخنة، وتزداد حرارته بهبوب الرياح الجنوبية الجافة من الصحراء

وكلما تقدم الانخفاض نحو مصر كلما هبط الضغط الجوى بانتظام [1]، وأزداد الجو لهيبا، حتى يتمركز الانخفاض على الدلتا فيكون الجو وقتئذ كالجحيم وتفوق درجة الحرارة الاربعين، ثم بمجرد إجتياز الانخفاض الدلتا وهجوم خط الهبوب أو الجبهة الباردة، يرتفع الضغط الجوى فجأة ويتغير مجرى الرياح في الحال من الجهات الجنوبية الى الغربية وتهبط درجة الحرارة مباشرة أما دفعة واحدة وهو المعتاد وأما بالتدريج، وقد تزداد رطوبة الجو وتهب الرياح الشمالية الباردة المنعشة بشدة متقطعة، تثير الغبار أحيانا [2]، وتشاهد في السماء أجزاء مبعثره من السحب المنخفضة التي قد تكون سببا في سقوط أمطار خفيفة على الساحل أحيانا، وقد يظل الطقس معتدلا جميلا عدة أيام، حتى يظهر انخفاض خماسيني آخر على صحراء ليبيا،

(١) تستغرق هذه الحالة أحيانا عدة أيام

(٢) أثناء مرور خط الهبوب تكثر التيارات الهوائية الصاعدة نحو السماء وهي كثيرا ما تضايق الطائرين وتعرضهم للخطر

فتتكرر المسألة[١] وهكذا حتى يحل شهر يونيه ، فينقطع ورودها وتختفى الجبهات الساخنة والباردة ، ويحتضن مصر الطقس الصيفى المتماثل حتى منتصف اكتوبر ، وفى هذه الحالة تكون مصر تحت تأثير الانخفاض الموسيمى العظيم المرابط على خليج العجم[٢] ، فتغمرها باستمرار الرياح الشمالية التى تلطف من حرارة الجو ، وتجعل الصيف محتملا

الحمد لله رب العالمين

(١) قد يصادف أحيانا أن تتبع انخفاضات الخماسين بعضها بسرعة ، بحيث لا تكون الفرصة كافية لظهور تأثير الموجة الباردة للانخفاض الأول ، إذ تغمرها الجبهة الساخنة للانخفاض الثانى بسرعة ، وبذا تتصل الأيام الحارة المزهقة بعضها ببعض ويمتد أجل الخماسين لأكثر من أسبوع ، إلى أن يمر تماما الانخفاض الثانى هو الآخر إلى الشرق فتهجم فى أثره جبهته الباردة التى تكسر فوراً حدة الجو الخماسينى

(٢) هذا الانخفاض هو أيضا سبب هبوب الرياح الغربية والامطار الموسيمية على بلاد السودان والحبشة التى هى منشأ فيضان النيل فى الصيف

obeikandl.com