

تولد منخفضات العروض الوسطي في صور الأقمار الصناعية



أنواعها - 3

د. عبدالله عبدالرحمن عبدالله
مدير عام الإدارة العامة لتدريب الفنيين على الرصد الجوي
المراجعة العلمية: د. كمال فهمي

استعرضنا في المقالات السابقة أنواع المنخفضات المتكونة في العروض الوسطى
وامكانية التنبؤ بها من خلال ملاحظتنا لأنماط وتشكيلات السحب من صور الأقمار الصناعية،
وناقشنا التصور الأولي لتقسيم «مكلينن ونيل» (McLennan and Neil) (1988) وتطويره
عن طريق «يونج» (Young) (1993) بتقسيم أنواع تولد المنخفضات عن طريق السحب
الركامية الشديدة أو سحب الكُما (enhanced Cu or comma clouds):

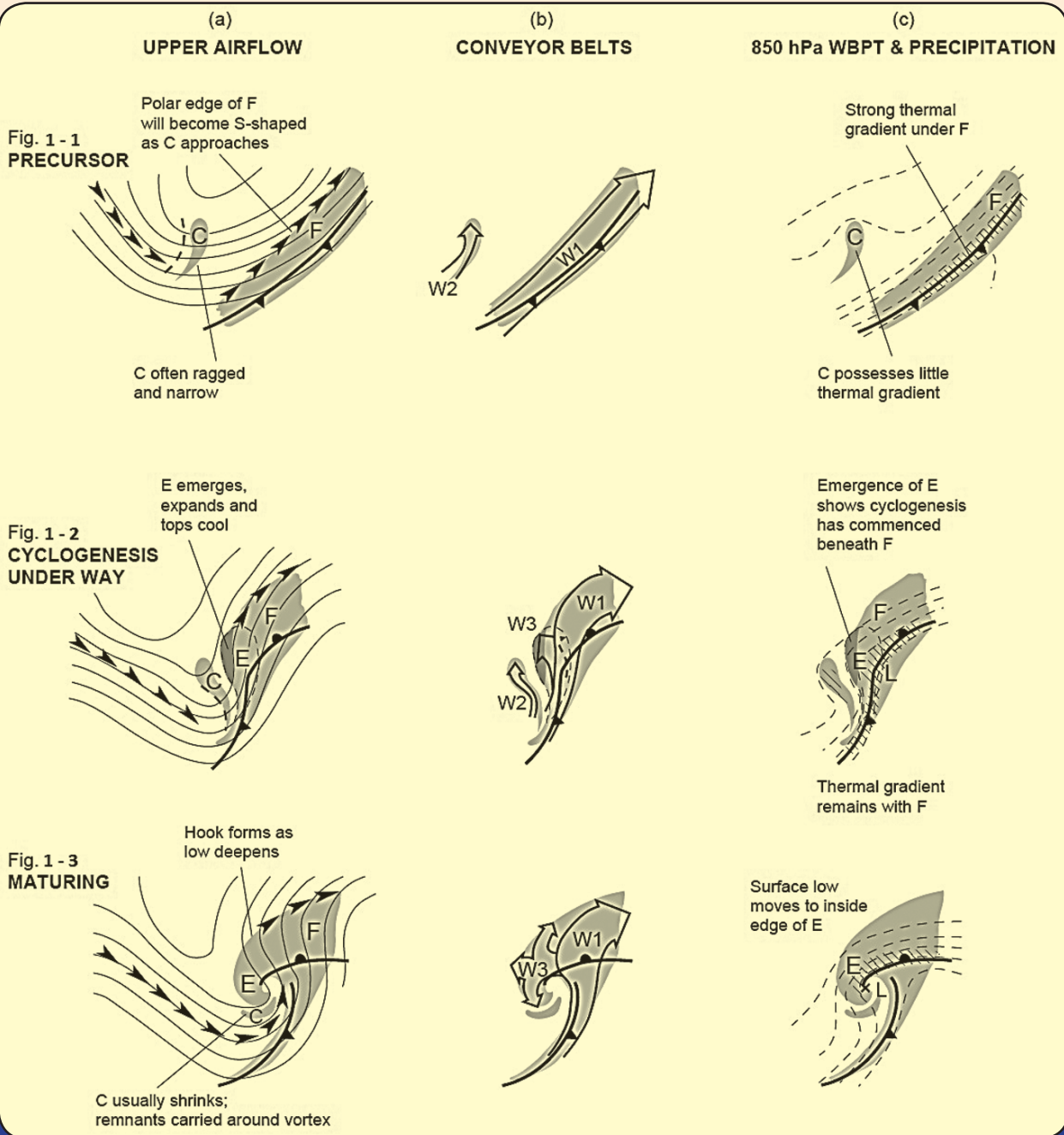
للجبهة Main frontal cloud band
استعرضنا في المقالة السابقة تولد المنخفضات في
الامتداد الرأسي للترف meridional trough
وكذلك في الترف المضطوح، التدفق المتشتت
Flat trough، diffluent flow، والآن سوف نناقش
النوعين المتبقين، وهم:

أ. الموجة المحفزة لتولد المنخفضات induced wave

شكل 1- يبين مخطط لتولد منخفضات العروض
الوسطى في «الموجة المحفزة لتولد تلك المنخفضات،
وهو نفس الحالة مثل تولد المنخفضات في الامتداد
الرأسي للترف meridional trough والذي ناقشناه في
المقالة السابقة، فيما عدا وجود السحابة «C» والتي
عادةً تتشكل منفصلة مع تكون الترف المتشكل في الهواء
البارد خلف الجبهة وتتحرك شيئاً فشيئاً تجاه السحابة
E حتى تندمج معها، تتولد حركة سيكلونية والمكونة
للمنخفض تحت السحابة «F»، في مكان وجود تباين

- في الهواء البارد العلوى Cold Air.
- بالاطباق الفوري Instant Occlusion.
- بانفصال التدفق العلوى Split flow.
- وكذلك تصور «مكلينن ونيل» وتطويره عن طريق «يونج»
في تقسيم أنواع تولد المنخفضات عن طريق حزمة
السحب الرئيسية للجبهة Main frontal cloud band،
سنستعرض النوعين التاليين:
- في الامتداد الرأسي للترف meridional trough
- الترف المضطوح، التدفق المتشتت
- Flat trough، diffluent flow
- وفي هذه المقالة سوف نختتم موضوع تولد منخفضات
العروض الوسطى بمناقشة النوعين الأخيرين وهم:
- الموجه المحفزة لتولد المنخفضات induced wave
- الحوض المضطوح، التدفق المتجمع
- Flat trough، confluent flow (cloud head)
- استكمال التطور عن طريق حزمة السحب الرئيسية

حرارى رئيسى فى هذا المكان، والذي يحدث معه اندماج السحابتين «F» مع «E». السحابة «E» تتشكل من الحزام النقال «W3» وهذا سيكون كياناً مستقلاً أو متطوراً من الطبقات السفلى من الحزام النقال «W1».

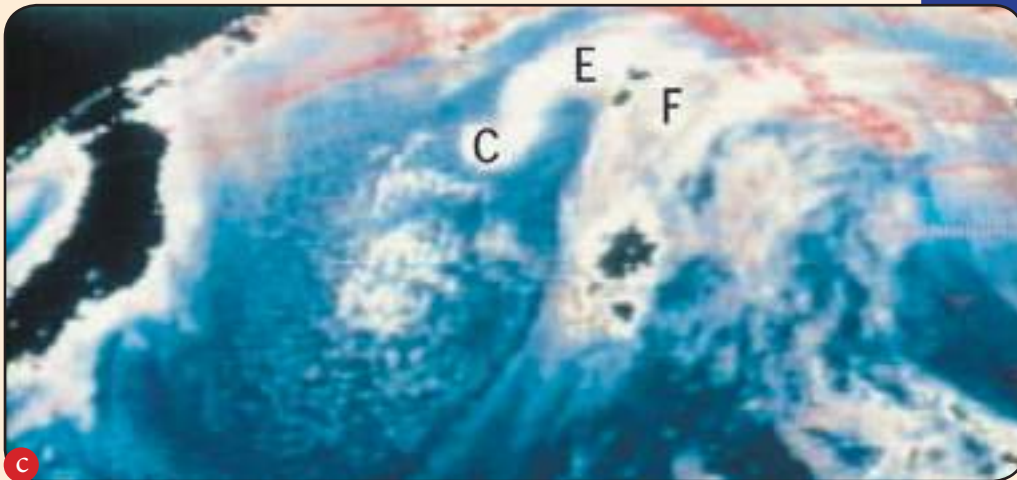
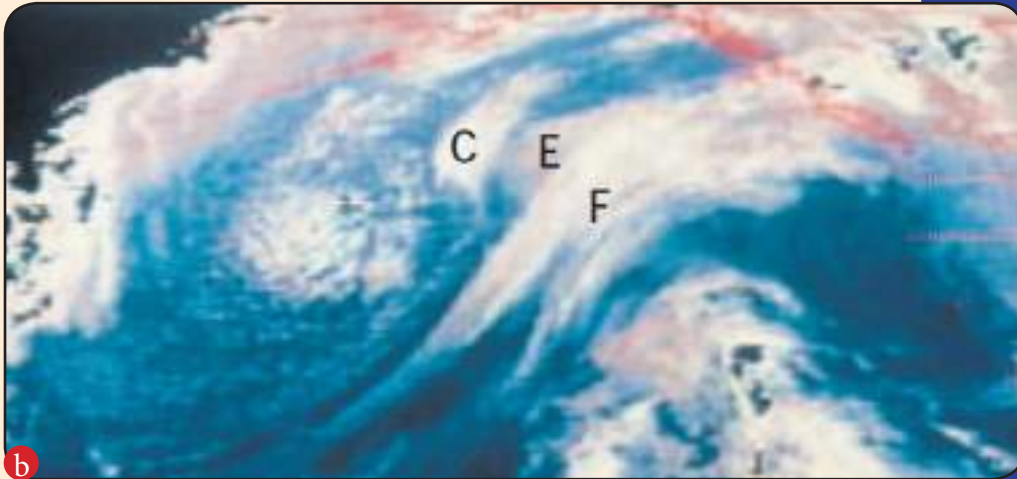
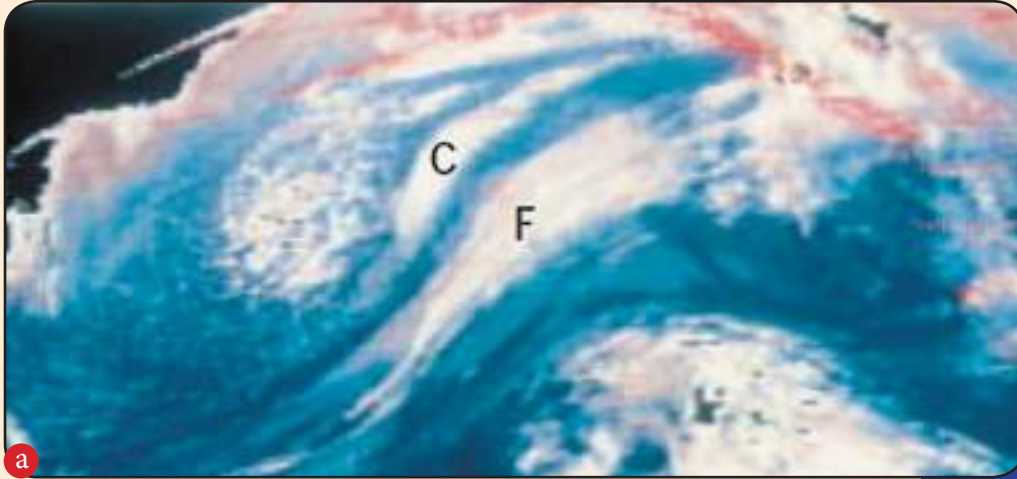


(شكل 1-1): مخطط لتولد منخفضات العروض الوسطى في «الموجة المحفزة لتولد المنخفضات. (a) نمط التدفق العلوى على 300 هـ.ب. ومخطط السحاب الرئيسى للجبهة. كما هو ظاهر على صور الأشعة تحت الحمراء IR. (b) نموذج للتدفق الهوائى عن طريق الحزام الهوائى النقال W_1 & W_2 & W_3 . (c) خطوط « θ على 850 هـ.ب. وأماكن هطول الأمطار. شكل 1-1 مرحلة ما قبل تكون المنخفض. شكل 2-1 مرحلة أثناء تكون المنخفض. شكل 3-1 مرحلة تطور المنخفض.

«مثال - ا-»

أسفل السحابة F. في حين تظهر السحابة المنعزلة C وتندمج مع السحابة E في مكان تولد الحركة السيكلونية من أسفل السحابة F والمحضرة لمركز المنخفض.

يوضح هذا المثال التتابع من صور الأقمار الصناعية فوق المحيط الهادئ (أشكال 2 - a، b، c) والتي توضح التطور أثناء تلك الحالة. فتظهر سحابة جديدة E من

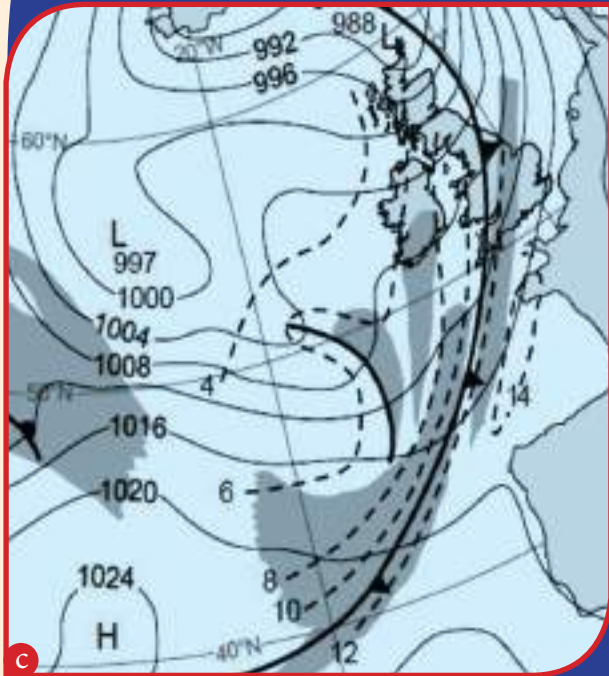
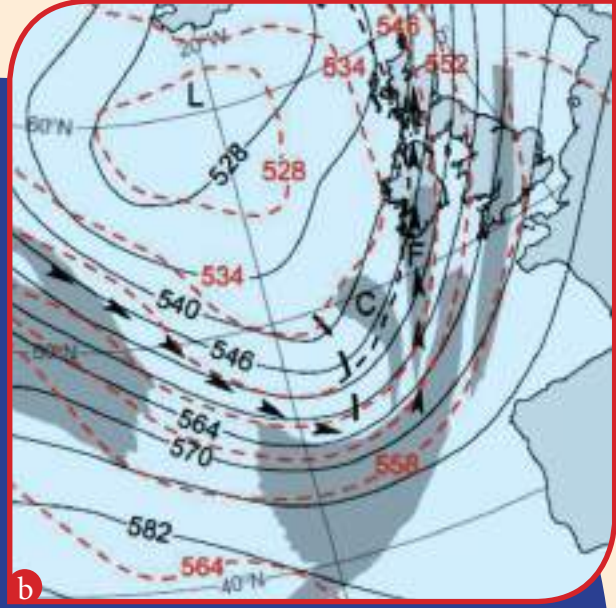
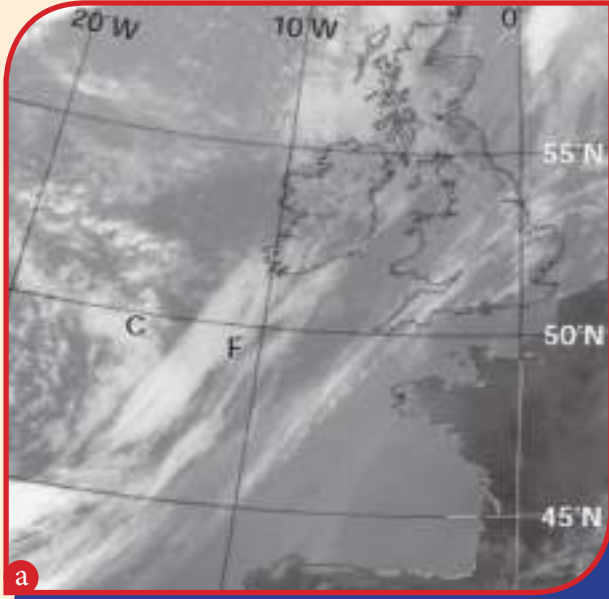


«شكل 2»
صور الأشعة
تحت الحمراء من
القمر الصناعي
GOES
المحيط الهادئ
في (a) 21:45
توقيت عالمي
ليوم 17 نوفمبر
1987.
(b) 03:45
توقيت عالمي
ليوم 18
نوفمبر 1987.
(c) 15:45
توقيت عالمي
ليوم 18 نوفمبر
1987، والتي
توضح الموجة
المحضرة لتولد
المنخفض. F
هي السحابة
الرئيسية للجبهة
و E السحابة
الظاهرة من تحت
السحابة F وال
C هي السحابة
المنعزلة والمنكونة
أمام موجة الترف
القصيرة في
الهواء البارد خلف
الجبهة الرئيسية.

«مثال - ٢»:

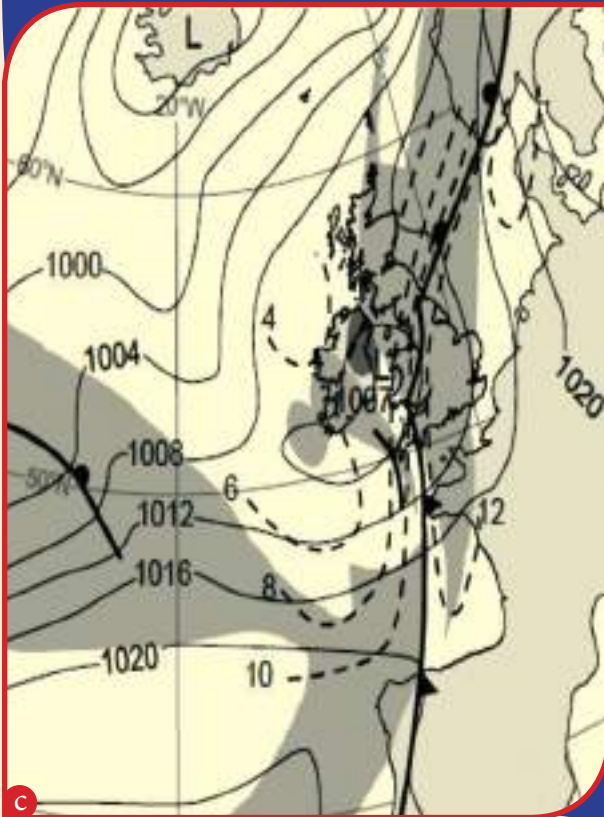
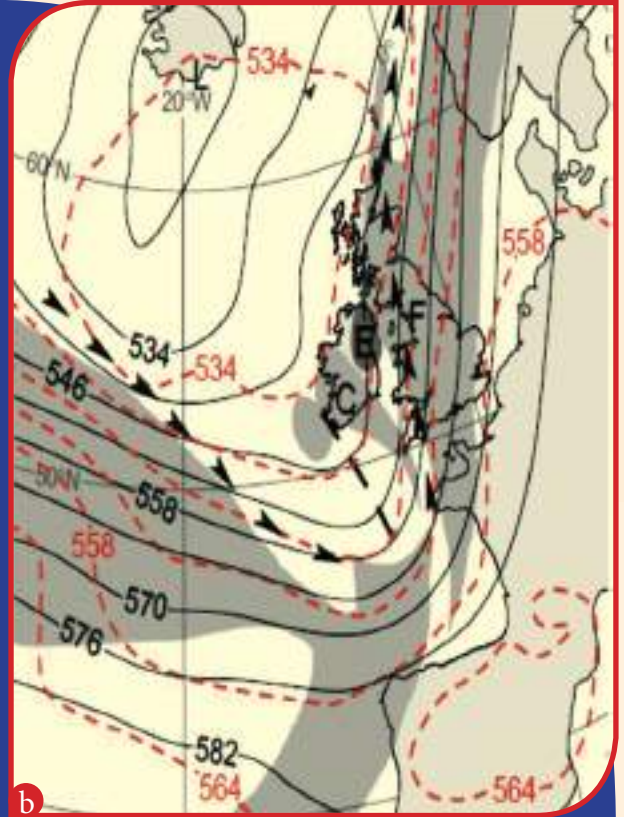
نطاق السحابة الرئيسية F والذي يساعد على اتساعها وتطورها وتولد الحركة السيكلونية المكونة للمنخفض، أشكال ٣ و٤ و٥-C وفي النهاية يظهر شكل خطاف بوضوح بدخول التيار الهوائى الجاف وتندمج السحابتين C، E، شكل 5 - a. العلاقة ما بين أشكال وأنماط السحب مع خرائط طبقات الجو العليا واضحة فى أشكال من 3 - 5 - a. شكل 4 - a. والتباين الحرارى الأساسى يظل ضمن (b).

تتكون السحابة الحملية الكُما فى الموجة القصيرة، C، والتي تقترب من السحابة الرئيسية الضعيفة F، «شكل - 3» ومع ذلك، كلما اقتربت السحابة C من السحابة F، فإن سحابة الجبهة الرئيسية F تتسع وتتطور لتأخذ شكل حرف S وتبدأ السحابة E فى الظهور من أسفل السحابة F، شكل 4 - a. والتباين الحرارى الأساسى يظل ضمن



«شكل - 3»:

(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من NOAA 9 ساعة 18:14، 6 ليوم يونيو 1986. F هي سحابة الجبهة، والـ C هي السحابة المتكونة أمام موجة الترف القصيرة فى الهواء البارد. (b) خريطة طبقات الجو العليا فى نفس التوقيت، يتضح فيها خطوط الارتفاعات 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصله، بوحدة gpm) ، خطوط سمك الطبقة من 500-1000 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة، بوحدة gpm) ، ومحور التيار الهوائى النفاث (أسهم سوداء) توقيت 15:00 ت.ع. (c) خليل خطوط تساوى الضغط السطحيه، بوحدة هـ.ب. توقيت 15:00 ت.ع.

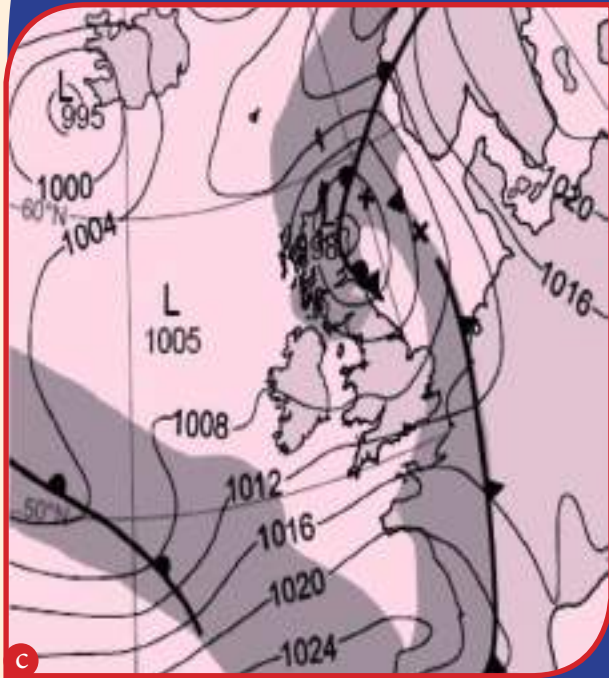
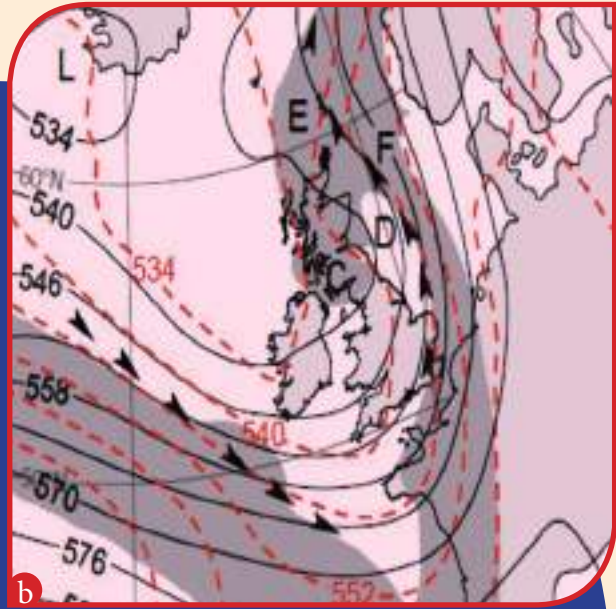
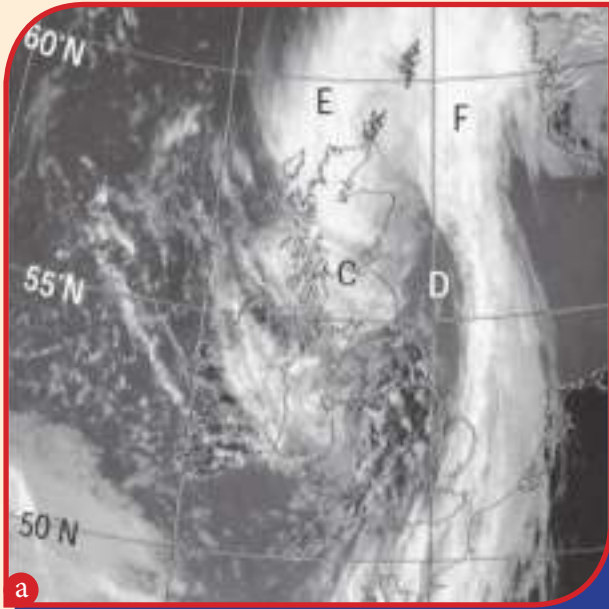


«شكل - 4»:

(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من NOAA 9 الساعة 14:00 يوم 10 يونيو 1986. F هي سحابة الجبهة، و C هي السحابة المنكوبة أمام موجة الترف القصيرة في الهواء البارد.

(b) خريطة طبقات الجو العليا في نفس التوقيت، يتضح فيها خطوط الارتفاعات 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصله ، بوحدة gpm) ، خطوط سمك الطبقة من 500-1000 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة ، بوحدة gpm) ، ومحور التيار الهوائى النفاث (أسهم سوداء) توقيت 03:00 ت.ع. تحليل خطوط تساوى الضغط السطحيه، بوحدة هـ.ب توقيت 03:00 ت.ع.

< لاحظ أن الصور (b) & (c) وقتها مبكراً ساعة عن صورة الأقمار الصناعية في (a).



«شكل - 5»:

(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من NOAA 9 ساعة 08 : 14 ت.ع ليوم 10 يونيو 1986. F هي سحابة الجبهة، والـ E هي السحابة المتكونة من أسفل السحابة F، والـ D هو غزو الهواء الجاف خلف الجبهة الباردة.

(b) خريطة طبقات الجو العليا في نفس التوقيت، يتضح فيها خطوط الارتفاعات 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصلة بوحدة gpm)، خطوط سمك الطبقة من 500-1000 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة بوحدة gpm)، ومحور التيار الهوائي النفاث (أسهم سوداء) توقيت 15 : 00 ت.ع. (c) تحليل خطوط تساوي الضغط السطحية، بوحدة هـ.ب توقيت 15 : 00 ت.ع.

ما تلاحظ تلك العلامة مع التدفق المفلطح أمام للترف العلوي؛ هذا النمط يكون مصاحب لتولد الجبهات بصورة أكثر من تولد المنخفضات. ولذلك، يظل شكل حزمة السحب كما هو بدون تغير لمدة يوم مع تحركها المصاحب لحركة الترف العلوي السريع. يبدأ ظهور موجة قصيرة والتي تتولد في منطقة محدودة من التيارات الصاعدة والتي تكون ضرورية لتولد المنخفضات.

«ب»- الحوض المفلطح، التدفق المتجم

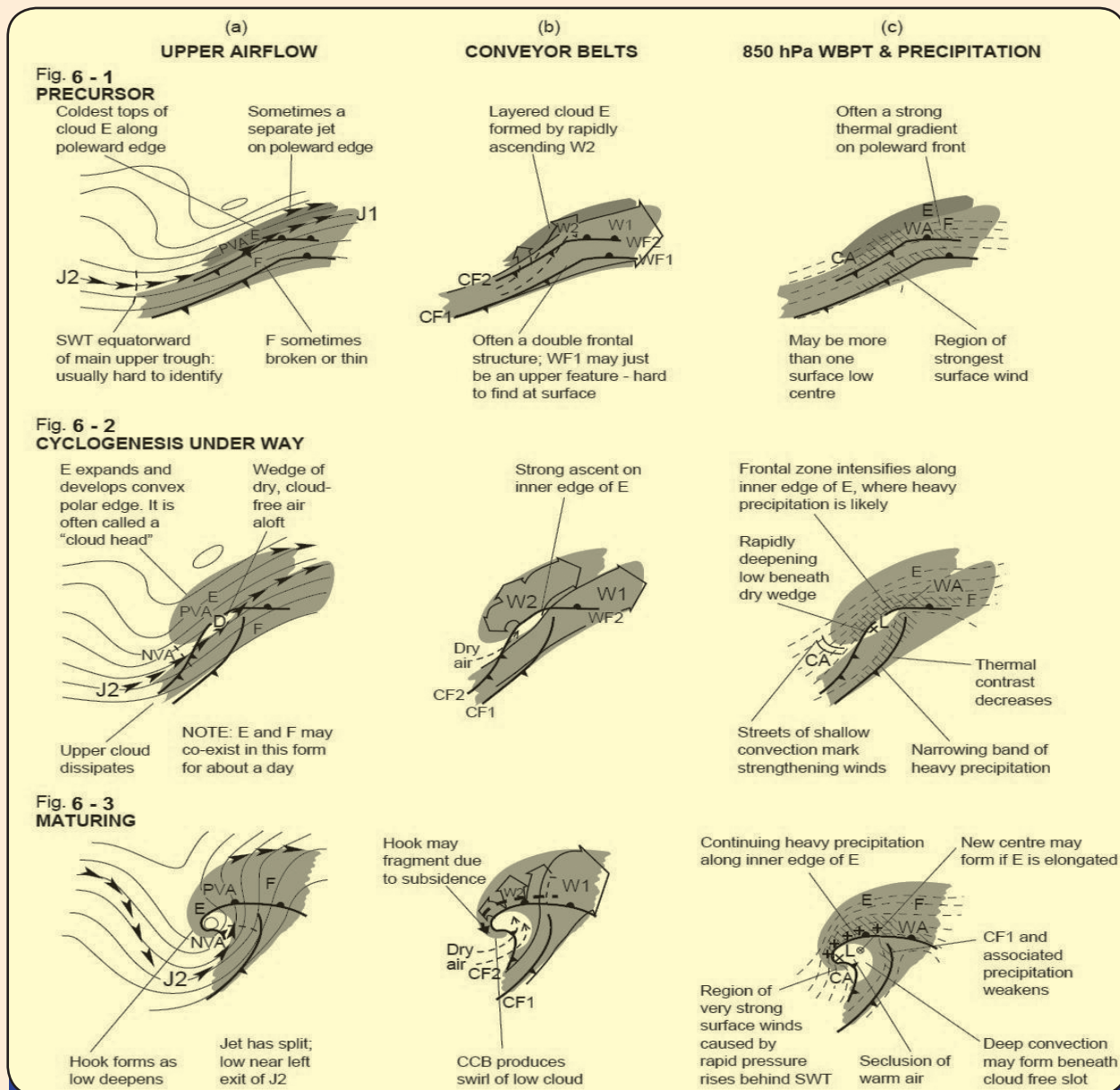
Flat trough, confluent flow (cloud head)

نلاحظ ظهور منطقة بارزة من السحب E والتي تقع في التدفق الهوائي من جهة القطب للسحابة F. من الممكن أن تظهر السحابة E من أسفل السحابة F، تتطور منفردة في التدفق الهوائي الصاعد، أو تتشكل من حزمة سحب لجبهة باردة سابقة للجبهة الرئيسية، «شكل - 6» غالباً

(Böttger, Eckardt & Katergiannakis, 1975; Monk and Bader, 1988)

هذه العلامة الفريدة تكون غالباً مصاحبة لتطور سريع لمنخفض جوى عنيف والذي يصاحبه رياح سطحية شديدة السرعة (McCallum and Norris, 1990).

عندما تصبح السحابة E عريضة بشكل مميز (حوالي 300 كم عرض)، وشكلها يكون واضح بشكل محدد من جهة الحافة القطبية. وتنفصل عن السحابة F عن طريق غزو الهواء الجاف، D، والتي غالباً ما توصف برأس السحابة



(شكل - 6): مخطط لتولد منخفضات العروض الوسطى في الترف المفلطح المصاحب للتدفق المتجمع (a) نمط التدفق العلوي على 300 هـ.ب. ومخطط السحاب الرئيسي للجبهة كما هو ظاهر على صور الأشعة تحت الحمراء IR. (b) نموذج للتدفق الهوائي عن طريق الحزام الهوائي النقال W_1 & W_2 . (c) خطوط θ_w على 850 هـ.ب. وأماكن هطول الأمطار «شكل 6-1» مرحلة ما قبل تكون المنخفض. «شكل 6-2» مرحلة أثناء تكون المنخفض. «شكل 6-3» مرحلة تطور المنخفض.

يتحرك بسرعة مع تدفق هوائى علوى عنيف (خرائط التنبؤات العددية لاتشيرالى وجود ترف قصير الموجة) ويصبح الجزء من السحابة O المتحرك أمام الترف القصير الموجى كوئشر وعلامة لذلك والذي يسمى بعد ذلك بالسحابة E. نظرًا لأن التباين الحرارى الرئيسى يقع على طول السحابة E، شكل 8 - b، فقد تمت إعادة تحليل E كموجة مفتوحة، شكل 8 - c، تشتمل على جبهات دافئة وباردة (WF2 و CF2) مع استمرار مصاحبة السحابة F للجبهات CF1 و WF1.

تصبح السحابة E أقل تعريفًا وأكثر خشونة (قارن شكل 8 - a مع شكل 9 - a) مما يشير إلى أن التعمق لن يصبح سريعًا بشكل استثنائي.

يشير خطاف السحب المنخفضة H (شكل 8 - a، صورة VIS) إلى وجود دوران قوى على السطح.

تشير الشوارع الضيقة للسحابة الحملية «Streets» S (شكل 10 - a) إلى تدفق هوائى شديد على السطح من كتلة الهواء الباردة خلف المنخفض (شكل 10 - c) حيث سجلت متوسط سرعة الرياح 40 عقدة.

يكون من الملاحظ زيادة سريعة فى الضغط الجوى على السطح خلف الترف العلوى المتجمع لهذا النوع من تولد المنخفضات مسبباً رياح شديدة بالقرب من طرف خطاف السحب، غالباً ما يظهر تحرك سريع للسحب المنخفضة من أسفل السحب العلوية فى هذه المنطقة من حزم السحب الرئيسية.

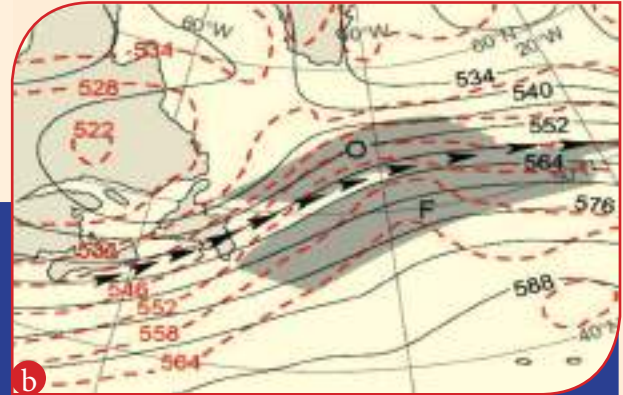
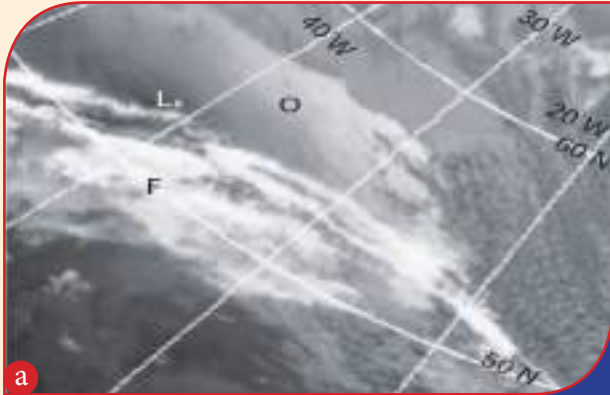
«مثال - ٢»:

هذا المثال (أشكال من 7 - 11) توضح بعض المفاهيم التي قدمت فى الأشكال التوضيحية السابقة، المنخفض السطحى لا يظهر بوضوح كما فى الحالات السابقة عند ملاحظة قمم السحب فى صور الأقمار الصناعية.

مصدر السحابة E هو امتداد من السحابة O، شكل 7 - a، a - 8 لاأخود قديم (noislccO dlO)، شكل 7 - c، جهة القطب من السحابة F. مع ملاحظة أن السحابة O تكون قمتها أدفاً من السحابة F.

يوجد امتداد للمنخفض الجوى من الحافة الداخلية للسحابة O، شكل 7 - a، c.

تبدأ السحابة O فى التبدد عند خط طول 38 غرباً، شكل 8 - a، تقريباً خلف ترف قصير الموجى، A،

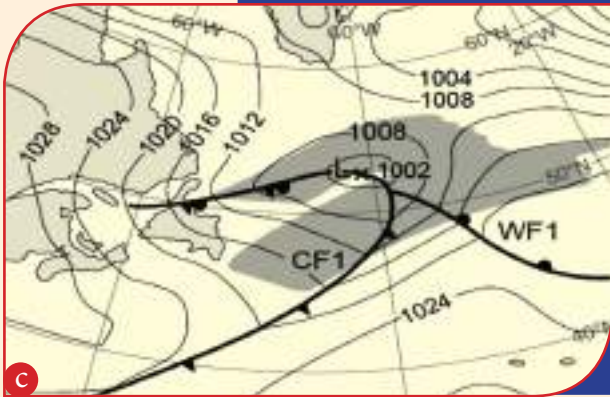


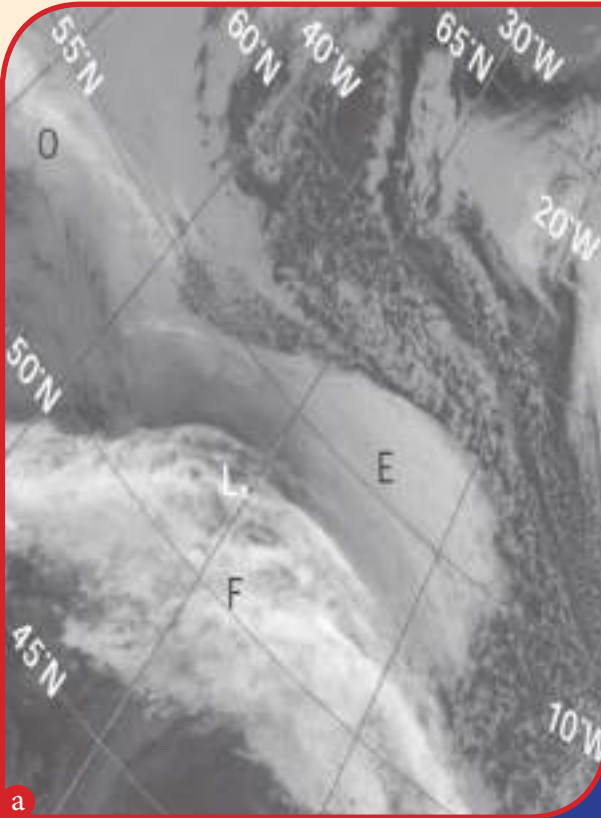
«شكل - 7»:

(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من METOSAT ساعة 06: 00 ت.ع ليوم 7 أكتوبر 1988 تظهر منطقة السحب O. المصاحبة لأخود قديم، والسحب L_xF هو مركز المنخفض الجوى على السطح.

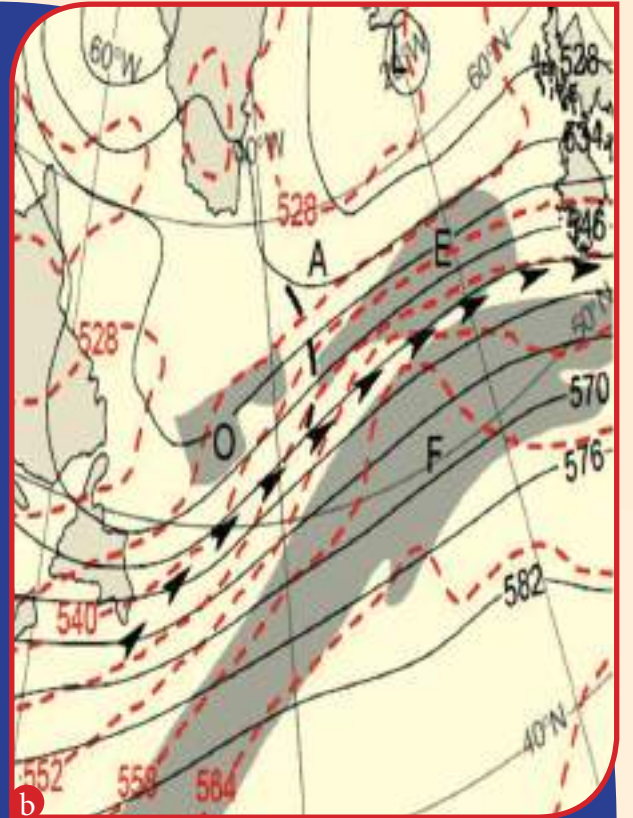
(b) خريطة طبقات الجو العليا فى نفس التوقيت. يتضح فيها خطوط الارتفاعات 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصلة بوحدة gpm) خطوط سمك الطبقة من 500-1000 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة بوحدة gpm) ومحور التيار الهوائى النفاث (أسهم سوداء).

(c) تحليل خطوط تساوى الضغط السطحية بوحدة هـ.ب عند نفس الوقت.

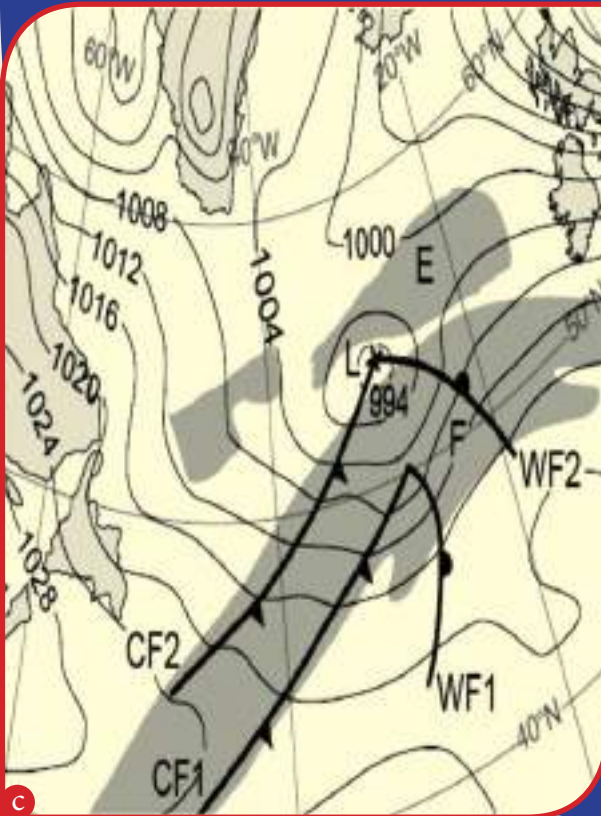




a



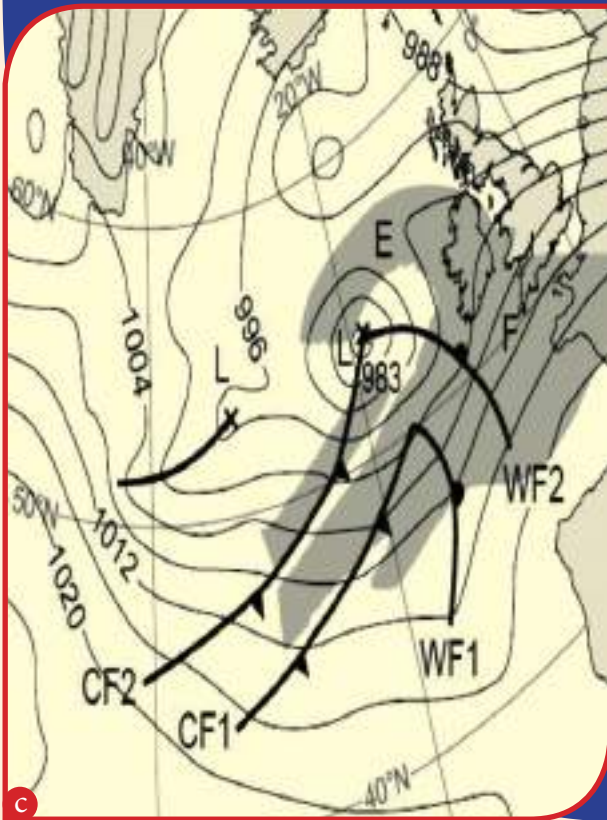
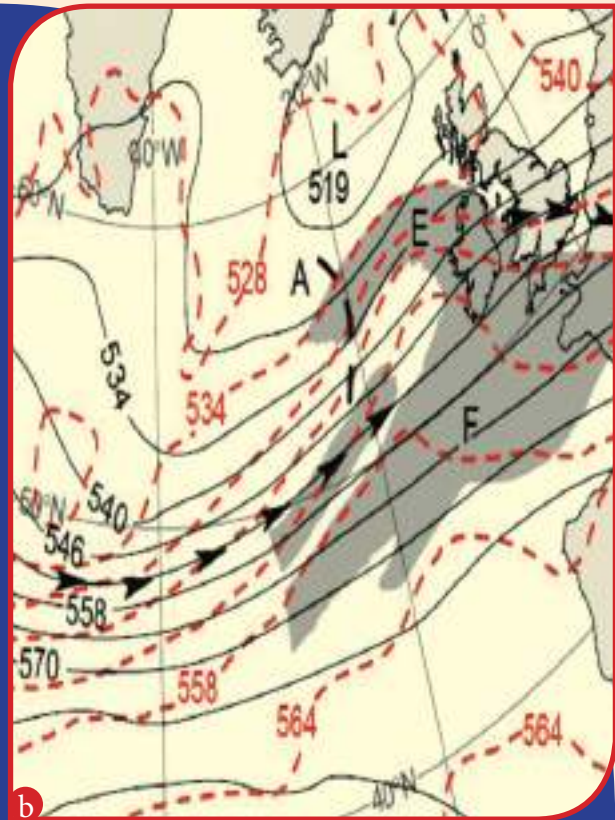
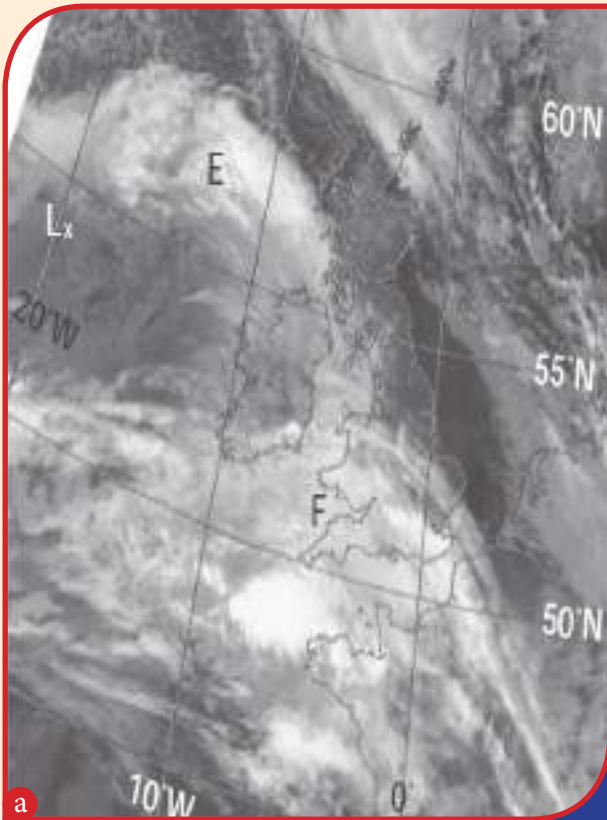
b



c

«شكل - 8»:

(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من NOAA 9 الساعة 17:04 ت.ع ليوم 7 أكتوبر 1988. O.E.F. هي مناطق سحب L_x هو مركز المنخفض الجوي على السطح. (b) خريطة طبقات الجو العليا في نفس التوقيت يتضح فيها خطوط الارتفاعات 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصلة بوحدة gpm) خطوط سمك الطبقة من 500-1000 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة، بوحدة gpm) ومحور التيار الهوائي النفاث (أسهم سوداء) توقيت 18:00 ت.ع. (c) تحليل خطوط تساوي الضغط السطحية، بوحدة هـ.ب توقيت 15:00 ت.ع. «A» هو المكان المحتمل للترف القصير الموجه المستنتج من صورة الأقمار الصناعية.

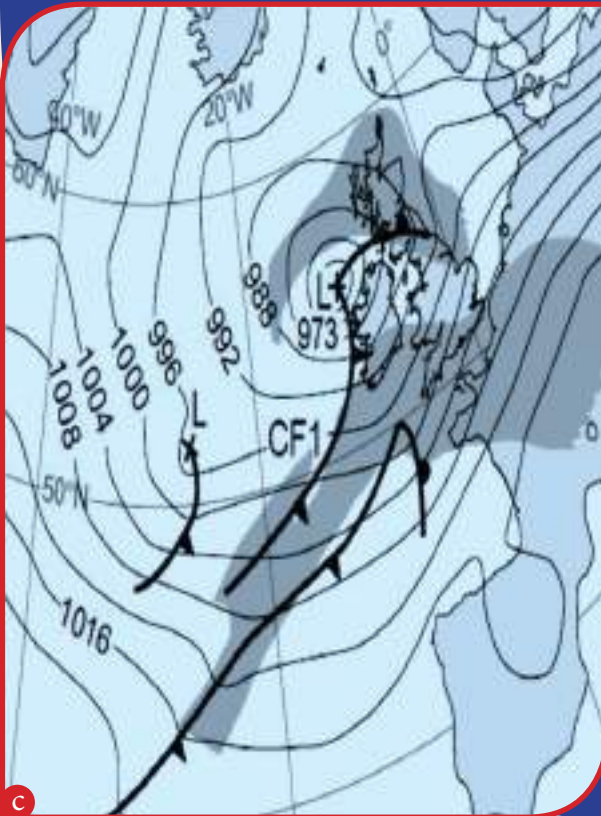
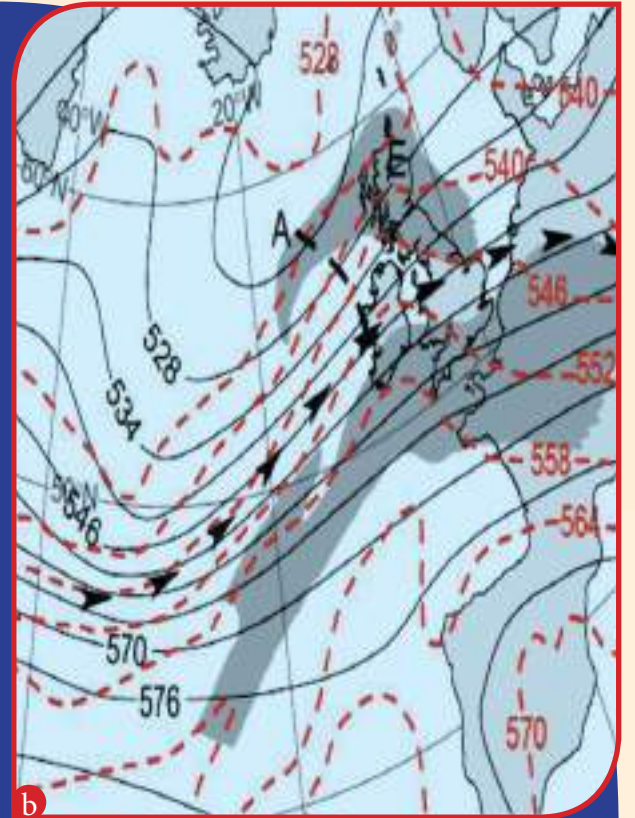
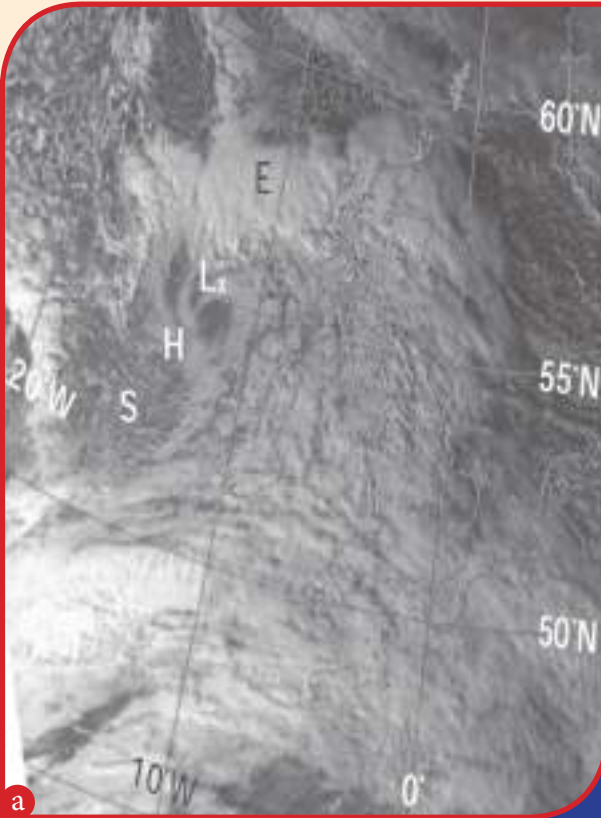


«شكل - 9»

(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من METOSAT ساعة 08:27 ت.ع ليوم 8 أكتوبر 1988 تظهر منطقة السحب O، المصاحبة لأخدود قديم، والسحب F، و L_x هو مركز المنخفض الجوي على السطح.

(b) خريطة طبقات الجو العليا في نفس التوقيت، يتضح فيها خطوط الارتفاعات 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصلة بوحدة gpm) خطوط سمك الطبقة من 500-1000 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة بوحدة gpm) ومحور التيار الهوائي النفث (أسهم سوداء).

(c) تحليل خطوط تساوي الضغط السطحية، بوحدة هـ.ب عند 06:00 ت.ع.

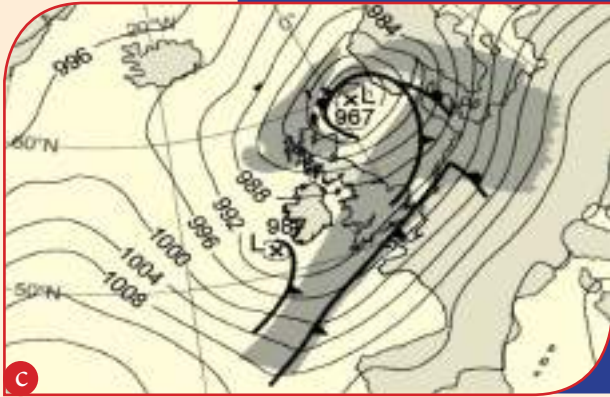
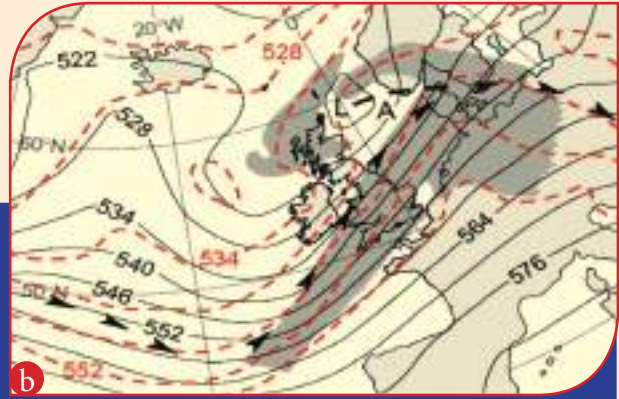
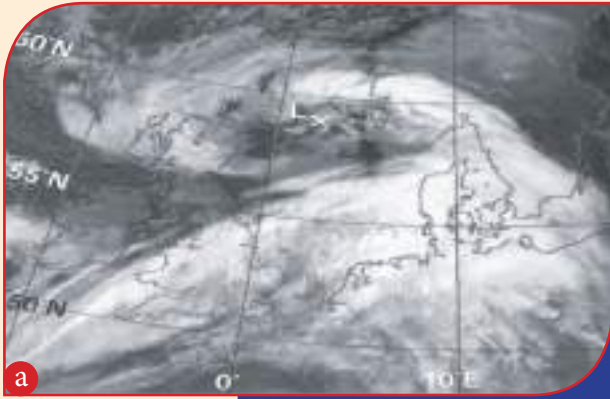


«شكل - 10»:

(a) صورة مرئية من NOAA 9 ساعة 15:11 ت.ع ليوم 8 أكتوبر 1988. E.H. هي مناطق سحب. L_x هو مركز المنخفض الجوي على السطح.

(b) خريطة طبقات الجو العليا في نفس التوقيت. يتضح فيها خطوط الارتفاعات 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصله ، بوحدة gpm) خطوط سمك الطبقة من 500-1000 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة بوحدة gpm) ومحور التيار الهوائي النفاث (أسهم سوداء) توقيت 15:00 ت.ع.

(c) تحليل خطوط تساوي الضغط السطحية. بوحدة هـ.ب توقيت 15:00 ت.ع.



«شكل 11-»:

(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من NOAA 9 ساعة 05:06 ت.ع ليوم 9 أكتوبر 1988 تظهر منطقة السحب O. المصاحبة لأخدود قديم، والسحب F. هو مركز المنخفض الجوي على السطح.

(b) خريطة طبقات الجو العليا في نفس التوقيت، يتضح فيها خطوط الارتفاعات 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصلة بوحدة gpm) خطوط سمك الطبقة من 500-1000 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة بوحدة gpm) ومحور التيار الهوائي النفاث (أسهم سوداء). (c) تحليل خطوط تساوي الضغط السطحيه، بوحدة هـ.ب عند 06:00 ت.ع.

المراجع

- Böttger, H., M. Eckardt and U. Katergiannakis (1975)** Forecasting extratropical storms with hurricane intensity using satellite information. J. Appl. Meteorol., 14, 1259 - 65.
- M. J. Bader, G. S. Forbes, J. R. Grant, R. B. E. Lilley, A. J. Waters, (1995):** Images in weather forecasting, «A practical guide for interpreting satellite and radar imagery», Great Britain the University Press, Cambridge.
- Marshall, T. A. (1982)** Weather Satellite Picture Interpretation (London, Directorate of Naval Oceanography and Meteorology, Ministry of Defense).
- McCallum, E. and W. J. T. Norris (1990)** The storms of January and February 1990. Meteorol. Mag., 119, 201- 10.
- McLennan, N. and L. Neil (1988):** Marine bombs program (phase II). Pacific Region tech. note 88 - 002.
- Monk, G. A. and M. J. Bader (1988)** Satellite images showing the development of the storm of 15»16 October 1987. Weather, 43, 130 - 5.
- Young, M. V. (1993):** Cyclogenesis: interpretation of satellite and radar images for the forecaster. Forecasting Research division tech. report 73 (Bracknell, UK, Meteorological Office), unpublished.