تولد منخفضات العروض الوسطي في صور الأقمار الصناعية

أنواعها - 2

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

استعرضنا فى المقالة السابقة أنواع المنخفضات المتكونة فى العروض الوسطى وإمكانية التنبؤ بها من خلال ملاحظاتنا لآنماط السحب من صور الأقمار الصناعية، وناقشنا التصور الأولى لتقسيم «مكلينن ونيل» (McLennan and Neil 1988) وتطويرة عن طريق «يونج» (Young 1993) بتقسيم أنواع تولد المنخفضات عن طريق السحب الركامية الشديدة أوسحب الكُما (enhanced Cu or comma clouds):

- فى الهواء البارد العلوى Cold Air.
- بالاطباق الفورى Instant Occlusion.
- بانقسام التدفق العلوى Split flow.

فى تلك المقالة سوف نستكمل تصور «مكلينن ونيل» وتطويرة عن طريق «يونج» فى تقسيم أنواع تولد المنخفضات عن طريق حزمة السحب الرئيسية للجبهة Main frontal cloud band، سنستعرض النوعين التاليين:

- فى الامتداد الرأسى للترف meridional trough
- الترف المفلطح، التدفق المتشتت

Flat trough، diffluent flow

على أن نستكمل النوعين الأخيرين فى المقالة القادمة ان شاء الله، وهم:

- الموجه المحفزة لتولد المنخفضات induced wave
- الحوض المفلطح، التدفق المتجمع

(Flat trough، confluent flow (cloud head

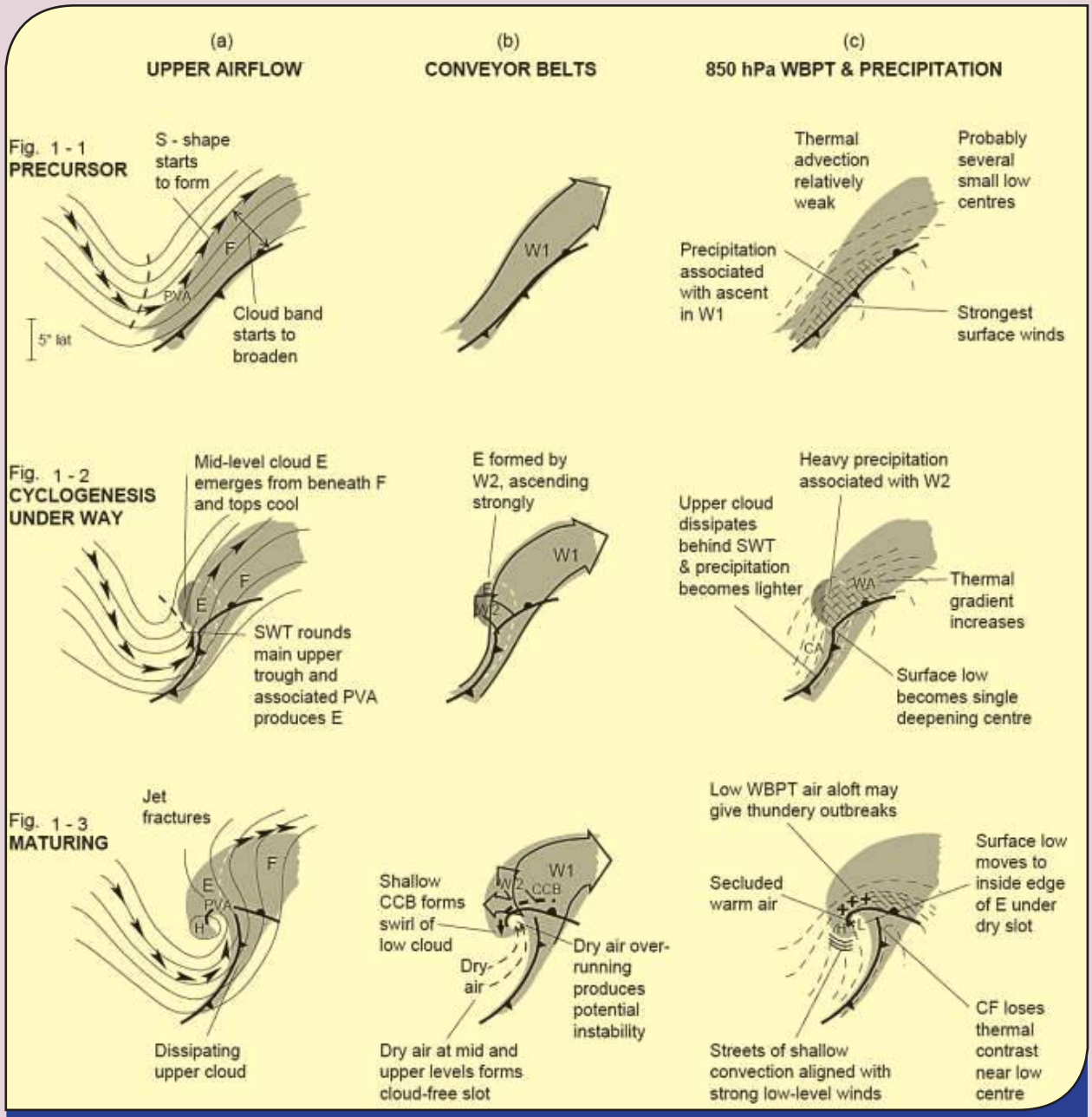
التطور عن طريق حزمة السحب الرئيسية للجبهة Main frontal cloud band

يتولد هذا النوع من المنخفضات فى أماكن تطور حزمة السحب الأساسية المصاحبة للجبهه الباردة.

أ- تولد المنخفضات فى الامتداد الرأسى للترف «Meridional trough cyclogenesis»:

يتشكل هذا النوع من المنخفضات بظهور حزمة السحب الرئيسية «F» فى التيارات الصاعدة على يمين الترف، وتبدأ فى أخذ شكل حرف «S» مصاحبة لتيار هوائى نفاث، (شكل 1 - 1). تظهر سحب متوسطه الارتفاع «E» من أسفل السحابة «F» عند نقطة انحنائها من منتصفها تقريباً، يكون ذلك مصاحباً لظهور موجه قصيرة من الترف مع نشوء حركة دوامية موجبة «PVA» صاعد، وتبرد قمة تلك السحابة شيئاً فشيأ أثناء نموها وازدياد ارتفاعها، (شكل 1 - 2). تندمج السحابة «E» مع السحابة «F» فى المستويات العليا مع ازدياد الحركة

الدوامية الموجبة «PVA» مع امتداد رأسى للترف الرئيسي، مع ملاحظة أن كل تلك السحب والدوامات الموجبة والتيارات النفاثة المصاحبة لتلك الحالة تكون على يمين الترف العلوي، (شكل 1 - 3).

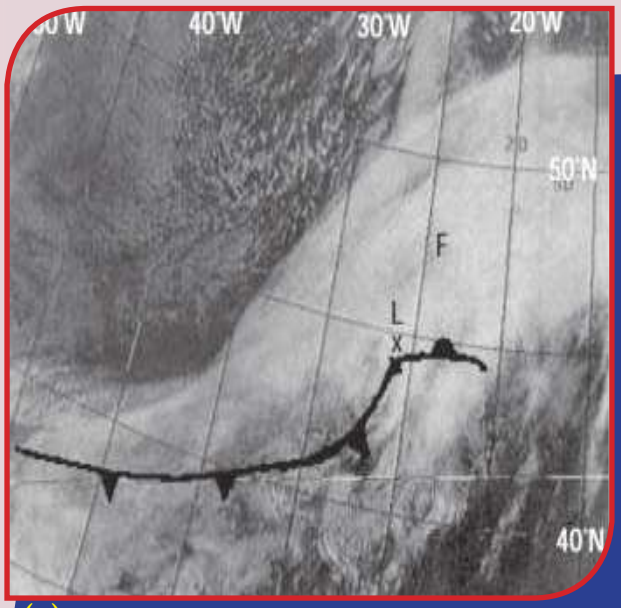


(شكل - 1): مخطط لتولد منخفضات العروض الوسطى فى الامتداد الرأسى للترف .
(a) نمط التدفق العلوى على 300 هـ.ب ومخطط السحاب الرئيسى للجبهه كما هو ظاهر على صور الأشعة تحت الحمراء IR .
(b) نموذج للتدفق الهوائى عن طريق الحزام الهوائى النقال W_2 & W_1.
(c) خطوط O_w على 850 هـ.ب وأماكن هطول الأمطار. شكل 1 - 1 مرحلة ماقبل تكون المنخفض. شكل 1 - 2 مرحلة أثناء تكون المنخفض. شكل 1 - 3 مرحلة تطور المنخفض.

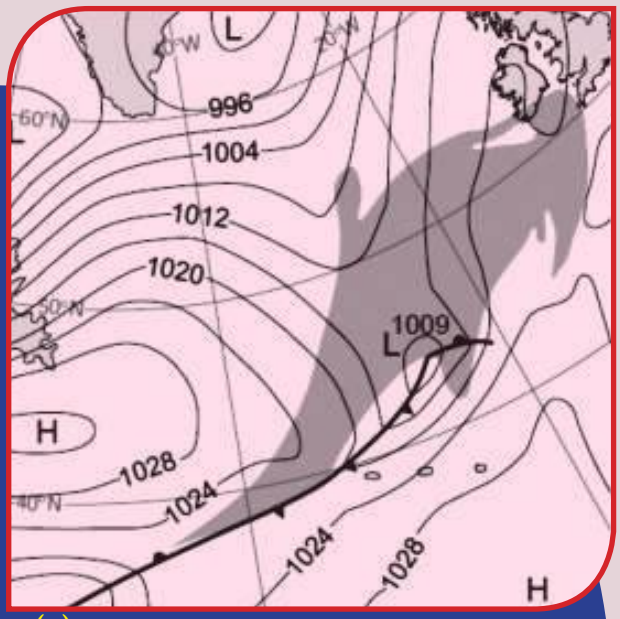
مثال -1:

هذا المثال يوضح مخرجات التنبؤات العددية وتتابع صور الأقمار الصناعية وخرائط تمتد لـ 30 ساعه أثناء تعمق المنخفض بحوالى 27 هـ.ب ، (أشكال 2، 3، 4). تلك الحالة توضح ماتم الاشارة اليه فى الرسم التوضيحى (شكل - 1).

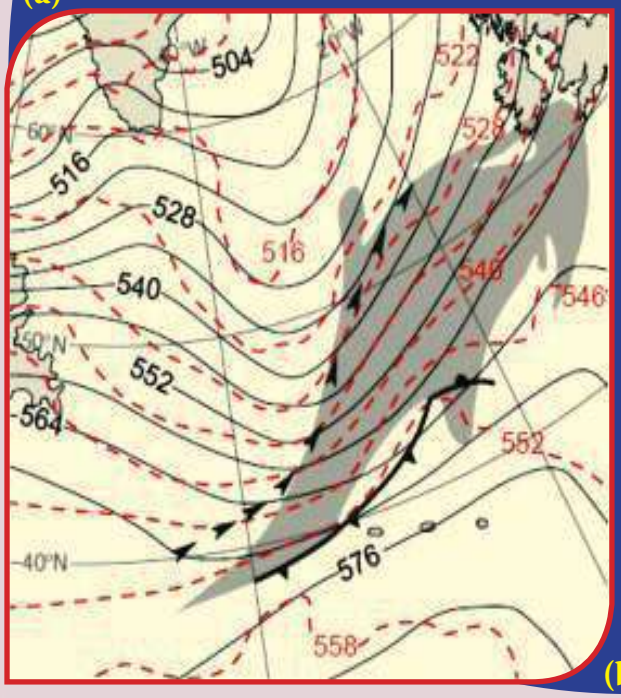
تتولد السحابة «E» من الحزام النقال W_2 وممكن أن يتكون هذا الحزام النقال W_2 إما منفصلاً عن ومن أسفل الحزام النقال W_1 أو بتطور جزء من الحزام النقال W_1 نفسه. كما نلاحظ فى مرحلتى التعمق والتطور وجود حركة صاعدة قريبة جداً من السحابة -E-، (أشكال 3 - d - 4 -d). هذة الحركة الصاعدة سببها الأساسى هو وجود الحركة الدوامية الموجبة أمام الترف العلوى الحاد، أشكال (2-b) - (4-b) وأيضاً الغزو الهوائى الدافئ «WA» أشكال (3-b) - (4-b).



(a)



(c)



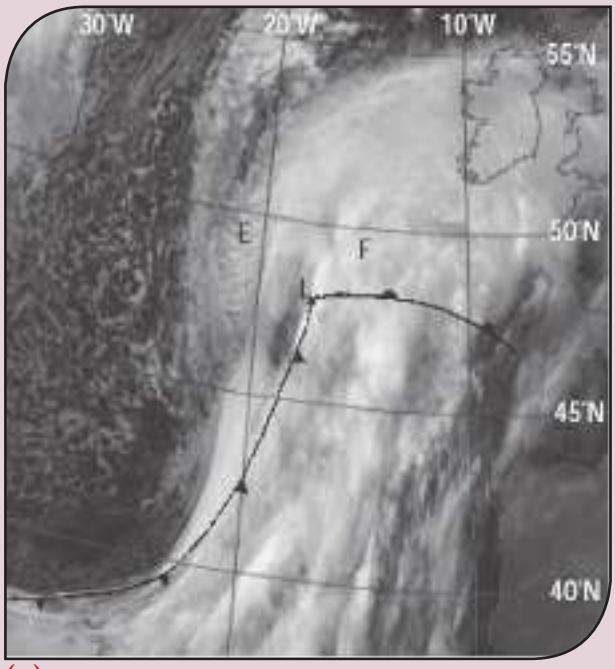
(b)

شكل 2:

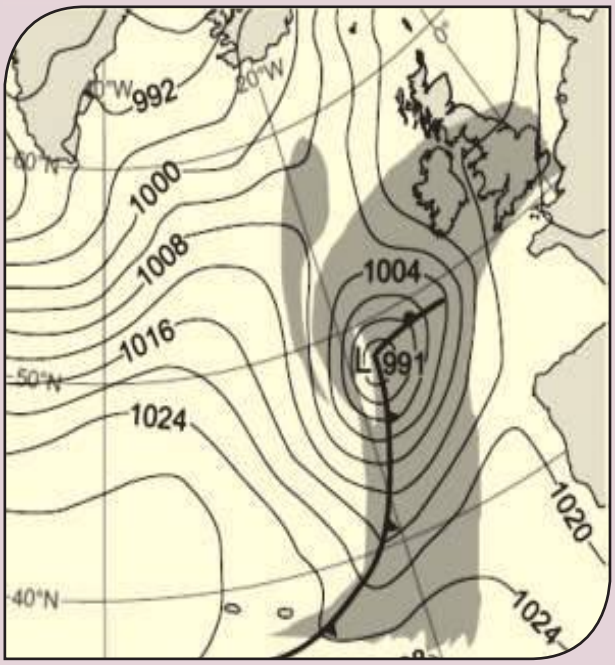
(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من NOAA ساعة 21:47 ت.ع ليوم 17 يناير 1988. F هى السحابة الرئيسية للجبهة.

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

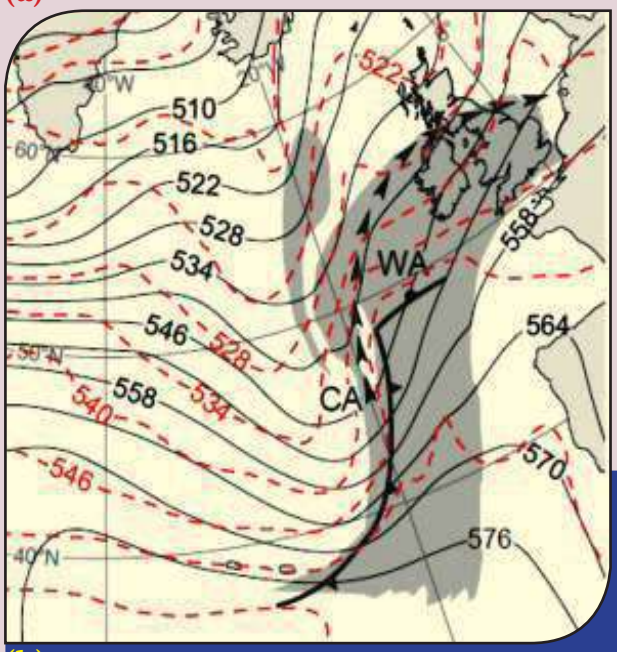
(c) تحليل خطوط تساوى الضغط السطحيه، بوحدة هـ.ب، فى نفس التوقيت.



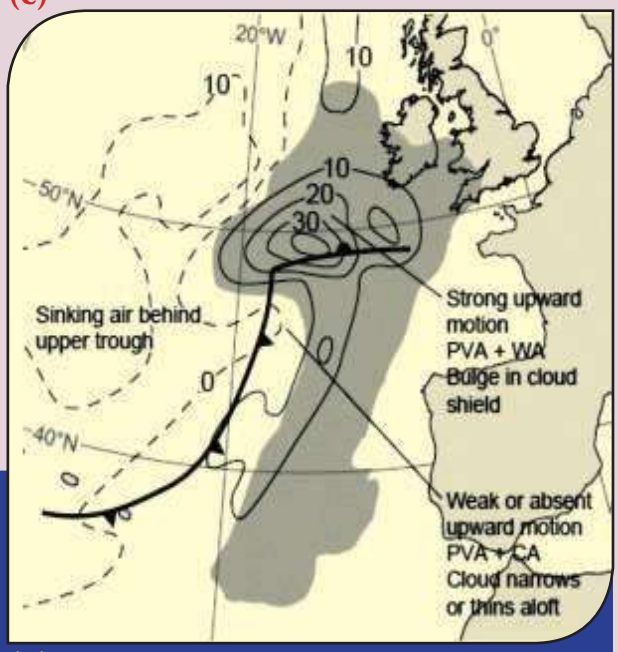
(a)



(c)



(b)



(d)

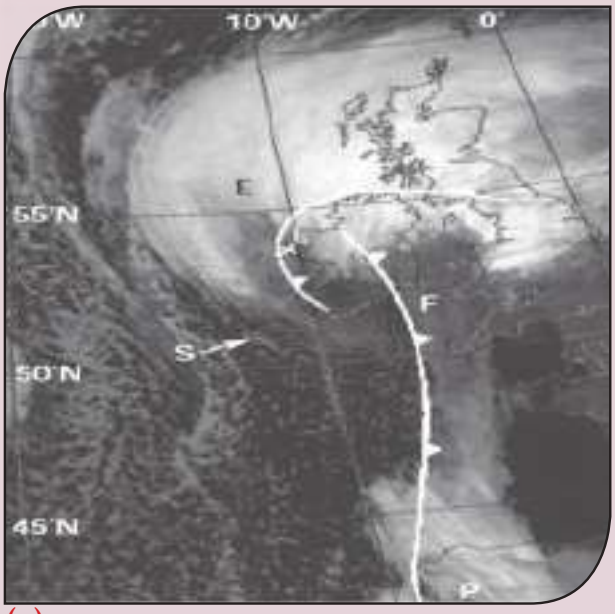
شكل - 3:

(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من NOAA ساعة 09:16 ت.ع ليوم 18 يناير 1988. F هى السحابة الرئيسية للجبهة.

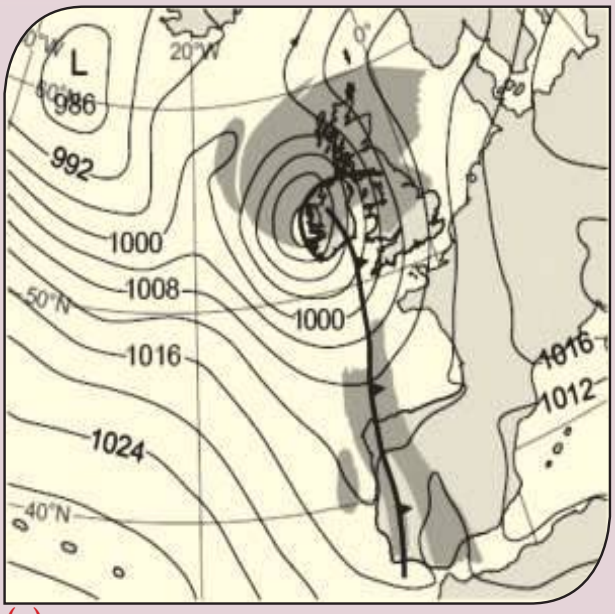
(b) خريطة طبقات الجو العليا توقيت 09:00 ت.ع . يتضح فيها خطوط الارتفاعات 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصله، بوحدة gpm)، خطوط سمك الطبقة من 1000-500 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة ، بوحدة gpm) ، ومحور التيار الهوائى النفاث (أسهم سوداء).

(c) تحليل خطوط تساوى الضغط السطحيه، بوحدة هـ.ب، فى وقت 09:00 ت.ع.

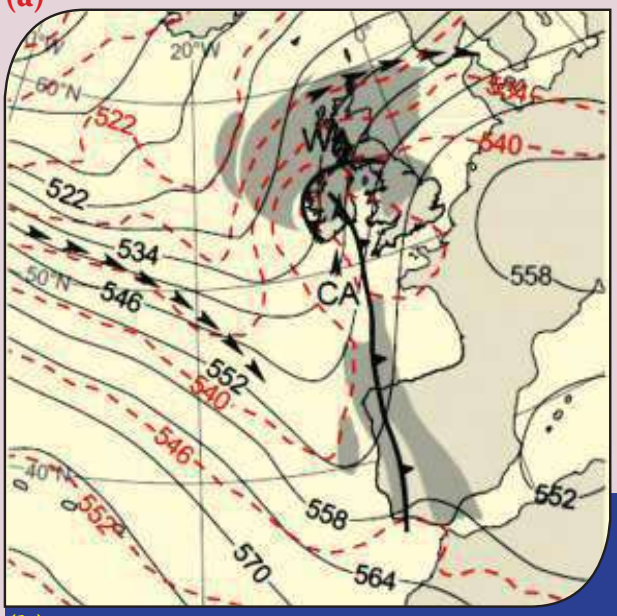
(d) متوسط السرعة الرأسية بين 900 و 300 هـ.ب (بوحدة هـ.ب/س) عند الساعة 0900 ت.ع. الخطوط المتصلة تمثل الصعود والخطوط المتقطعة تمثل الهبوط. يشير التظليل الى الرطوبة النسبية > 90٪ من مخرجات النماذج العددية.



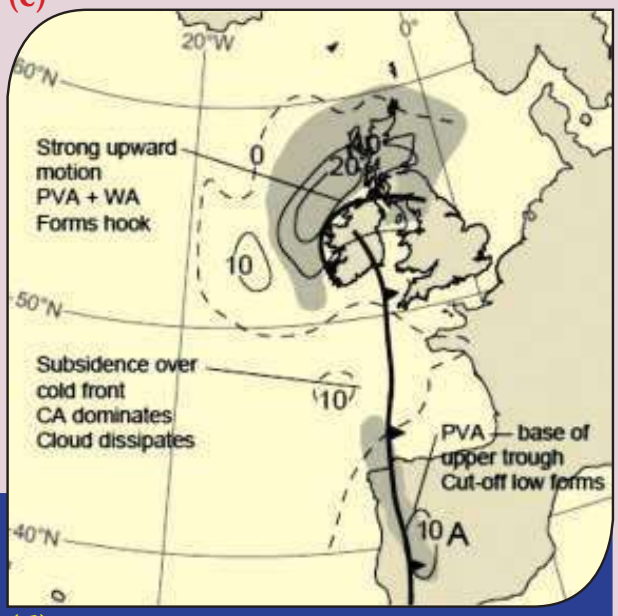
(a)



(c)



(b)



(d)

شكل - 4:

(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من NOAA ساعة 09:16 ت.ع ليوم 19 يناير 1988. F هى السحابة الرئيسية للجبهة.

(b) خريطة طبقات الجو العليا توقيت 04:20 ت.ع ، يتضح فيها خطوط الارتفاعات 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصله ، بوحدة gpm) ، خطوط سمك الطبقة من 1000-500 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة ، بوحدة gpm) ، ومحور التيار الهوائى النفاث (أسهم سوداء).

(c) تحليل خطوط تساوى الضغط السطحيه، بوحدة هـ.ب، فى وقت 03:00 ت.ع.

(d) متوسط السرعة الرأسية بين 900 و 300 هـ.ب (بوحدة هـ.ب/س) عند الساعة 03:00 ت.ع، الخطوط المتصلة تمثل الصعود والخطوط المتقطعة تمثل الهبوط. يشير التظليل الى الرطوبة النسبية 90٪ من مخرجات النماذج العددية.

من الملاحظ أن التباين الحرارى يزداد بالقرب من السحابة «E» ويضعف بصورة كبيرة فى جنوب سحابة الكُما «Comma cloud» فى مكان هبوط الهواء من الغزو الهوائى البارد «CA» والذى يتسبب فى تلاشى السحابة، مخلفاً وراءه شريط ضيق من السحب ذات القمم الدافئه تكون واضحة فى نهاية الجبهه الباردة، شكل (4 - a). فى منطقة السحب P، شكل (4 - a)، بالقرب من نهاية الترف العلوي، توجد حركة دورانية موجبة قويه والتى تقود عملية الصعود، الموضع A فى شكل (4 - d). وفى نهاية المطاف هذا الوضع يؤدى الى تكون منخفض جوى سطحى مقطوع من المنخفض الأساسي، شكل (4 - c).

ب- تولد منخفضات من الترف المفلطح، التدفق المتشتت

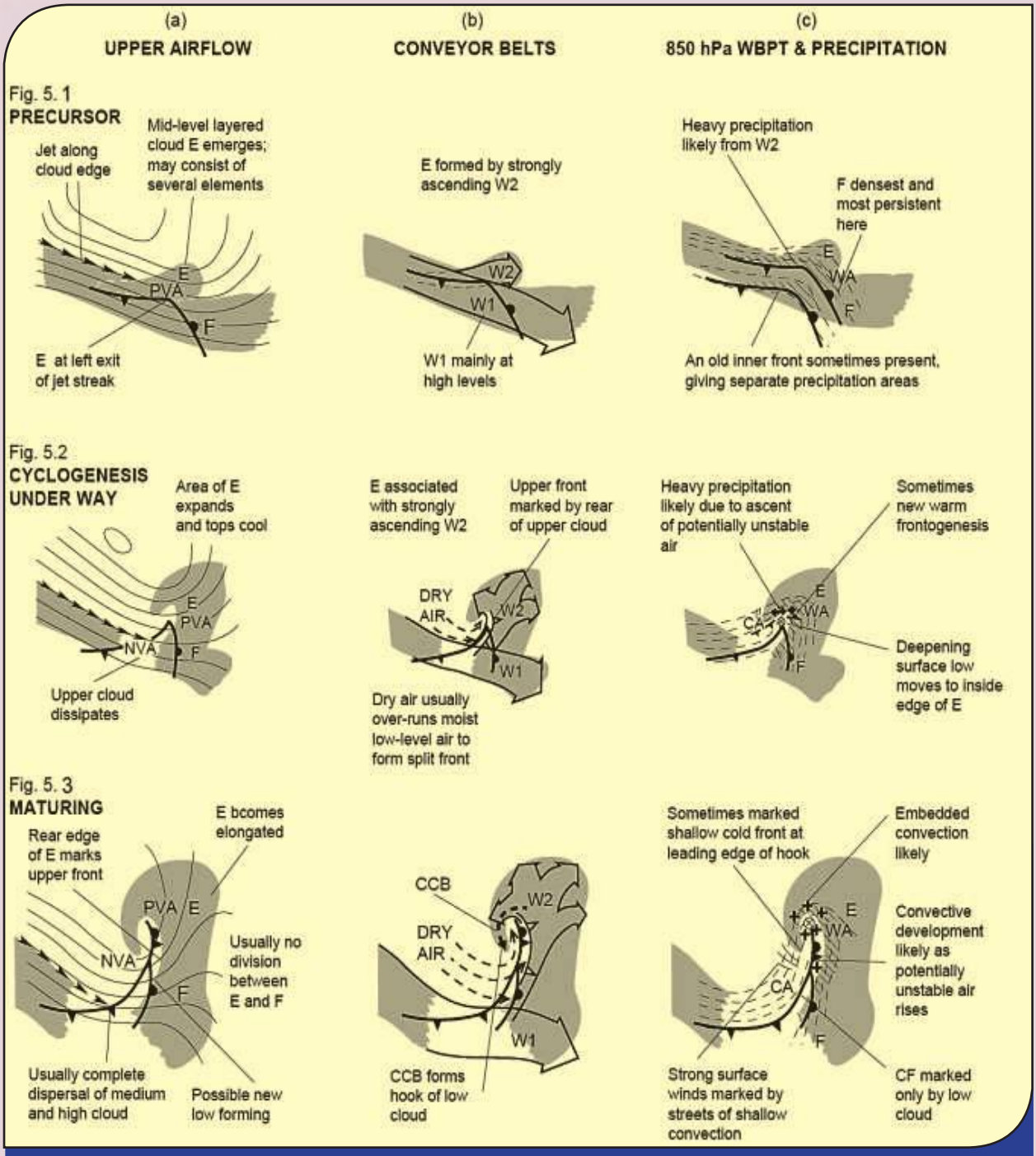
Flat trough, diffluent flow:

مفتاح تولد المنخفضات من الترف المفلطح أو التدفق المتشتت هو الحركة الصاعدة على يسار مقدمة التيار الهوائى النفاث والذى يأخذ الشكل شبة المستقيم أو المفلطح والمصاحب للترف العلوي، أشكال (5 - 1 الى 5 - 3). المواصفات الرئيسية لتلك الحالة يمكن توضيحها كالآتي:

- تبدأ السحابة «F» بشكل شبة مستقيم وليست على شكل حرف «S»، أول اشارة لتولد المنخفضات فى تلك الحالة هو ظهور السحابة «E» من الجهه الباردة من السحابة (F).
- تبدأ السحابة «E» المدعمة من الحزام الهوائى النقال W_2، فى أن تصبح أكثر امتداداً بزاوية عمودية على تدفق الهواء العلوى المصاحب لمقدمة التيار النفاث من جهة اليسار، والتى تؤدى بدورها بظهور حالة جبهه مختلفه والمصاحبة لتولد المنخفضات بصورة مختلفة عما سبق شرحة سابقاً.
- تتحرك السحابة العلوية بسرعة، أمام منطقة الجبهه على السطح، مع الرياح العلوية الشديدة، والتى تُنتج جبهة منقسمة Split Front.
- عادةً لايظهر الجزء الداخلى من الجبهه المنقسمة على خرائط توزيعات الضغط السطحية، المتكون من السحابة «F» والحزام الهوائى النقال W_1 المدعم للسحابة «F» من الممكن أن يتكون من ظواهر جوية على مستويات أعلى من السطح مما يؤدى لظهور السحابة «F».
- أثناء تكَّون وتطور تولد المنخفضات فى تلك الحالة، وعلى يمين مقدمة التيار الهوائى النفاث، تتولد حركة دوامية سالبة «NVA» والتى بدورها تولد تيارات هابطه مما يؤدى الى انقسام السحابة «F» إلى جزئين، جزء يكون مع الجبهة والجزء الأخر يتدفق مع الترف المفلطح فى مؤخرة الجبهة.

مثال - ٢:

فى هذه الحالة تكون الحافة من جهة القطب للسحابة «F» غير واضحه بشكل جيد عن الحالات المناقشة سابقاً، شكل (6 - a). الصورة توضح أن السحابة «E» والتى تكون قمتها أدفأ نسبياً من السحابة «F»، تصبح ممتدة بوضوح كلما تقدمت الحالة تباعاً، أشكال (7 - a) و (8 - a). يمكن رسم حالتين من أنظمة الجبهات فى تلك الحالة، أشكال من (6 - c) الى (8 - c)، حيث التباين الحرارى يكون كبيراً من جهة القطب من نظام الجبهة.

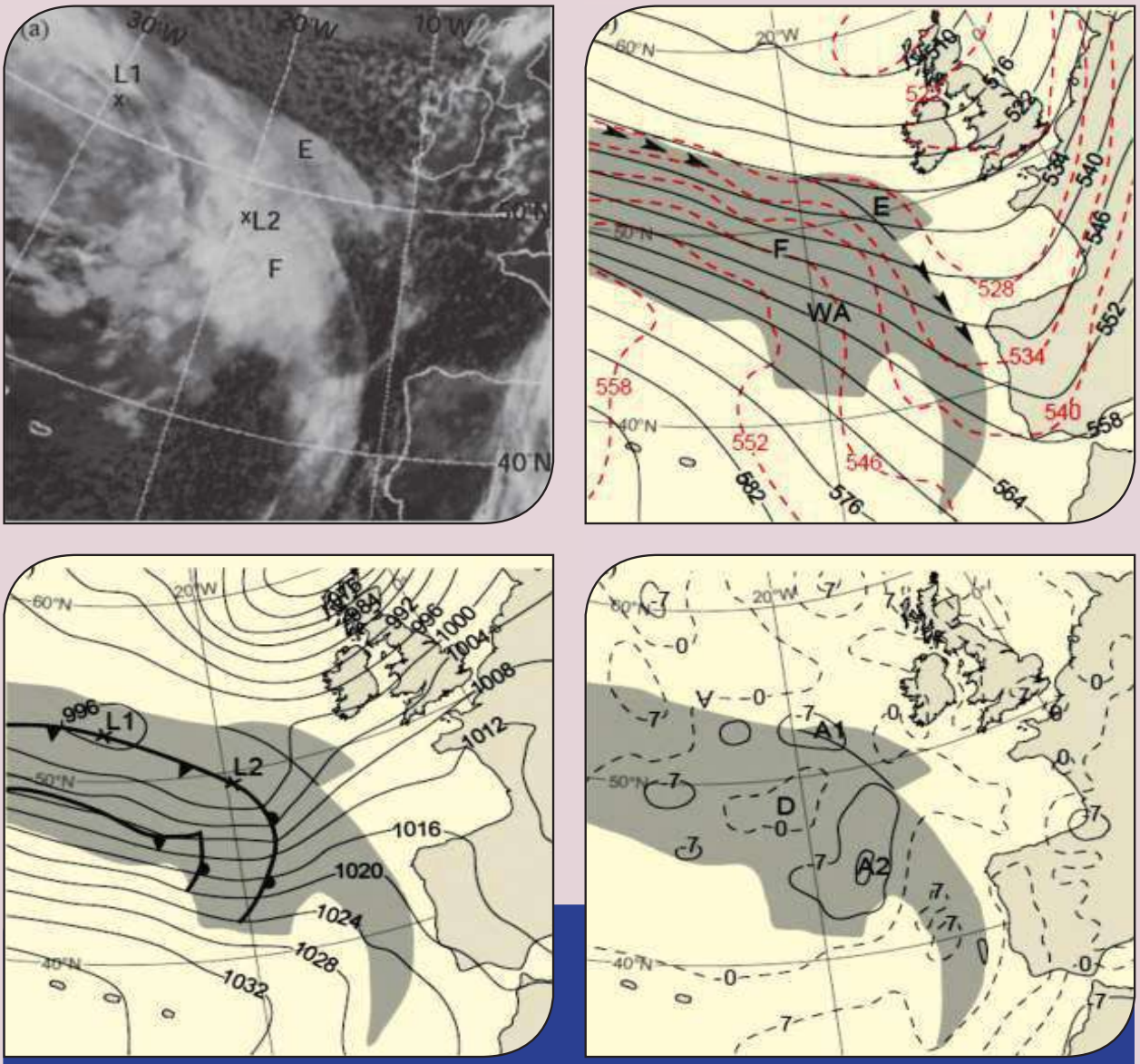


(شكل - 5): مخطط لتولد منخفضات العروض الوسطى من الترف المفلطح والتدفق المتشتت .

(a) نمط التدفق العلوى على 300 هـ.ب ومخطط السحاب الرئيسى للجبهه كما هو ظاهر على صور الأشعة تحت الحمراء IR .

(b) نموذج للتدفق الهوائى عن طريق الحزام النقال W_1&w_2

(c)خطوط O_w على 850 هـ.ب وأماكن هطول الأمطار. شكل 5 - 1 مرحلة ماقبل تكون المنخفض. شكل 5 - 2 مرحلة أثناء تكون المنخفض. شكل 5 - 3 مرحلة تطور المنخفض.



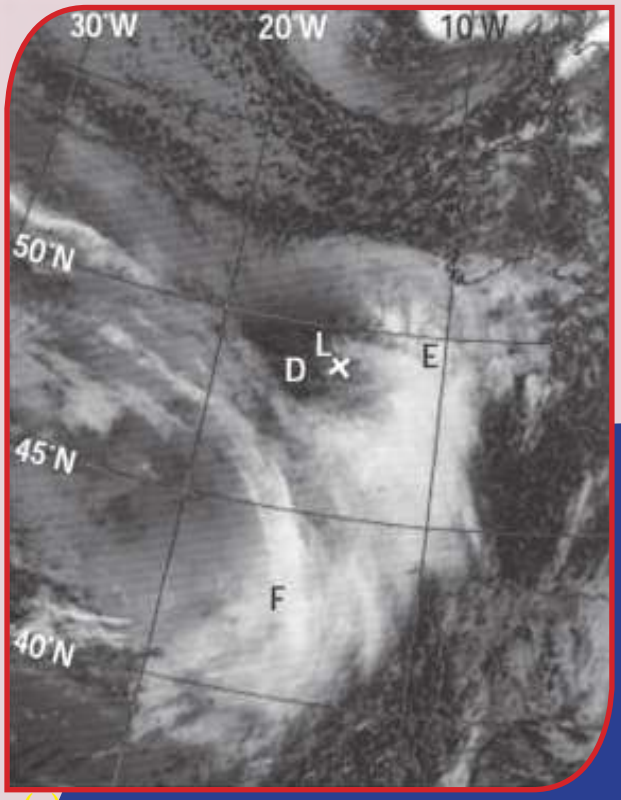
شكل - 6:

(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من متيوسات ساعة 09:00 ت.ع ليوم 23 فبراير 1989. F هى سحابة الجبهة. E هى سحابة أقل ارتفاعاً بدأت للتو فى الظهور من الجانب الشرقى من السحابة F. Lx تشير الى مركز المنخفض الجوى على السطح.

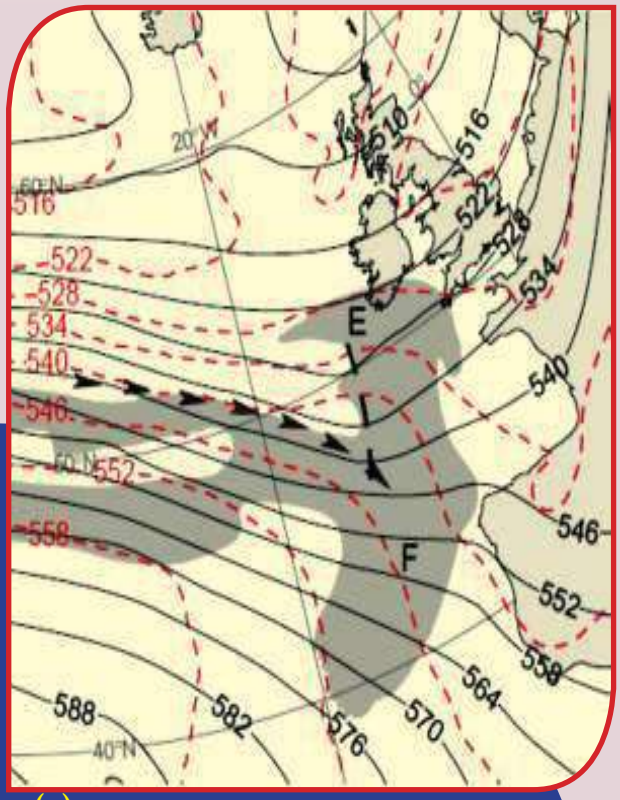
(b) خريطة طبقات الجو العليا فى نفس التوقيت، يتضح فيها خطوط الارتفاعات على 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصله ، بوحدة gpm) ، خطوط سمك الطبقة من 1000-500 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة ، بوحدة gpm) ، ومحور التيار الهوائى النفاث (أسهم سوداء).

(c) تحليل خطوط تساوى الضغط السطحيه، بوحدة هـ.ب فى نفس التوقيت. L1 وL2 هى مراكز منخفضات على السطح.

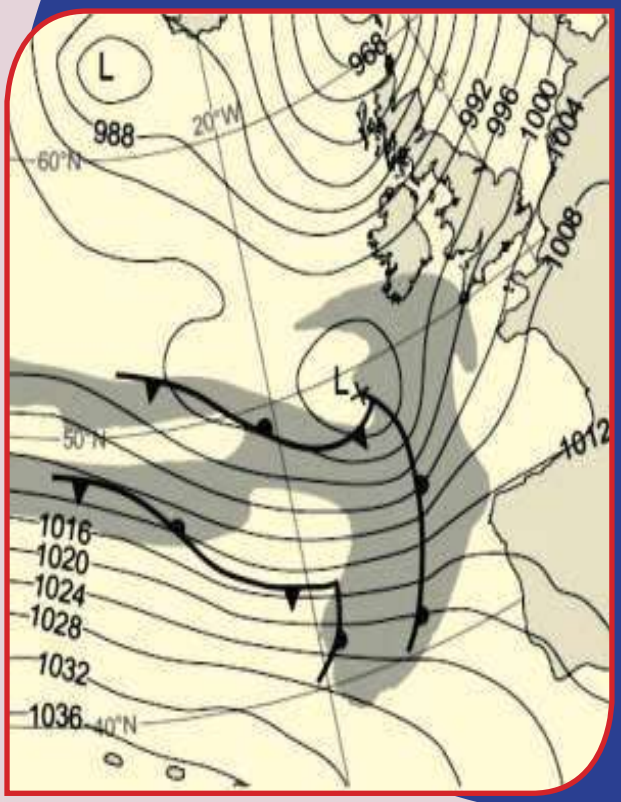
(d) متوسط السرعة الرأسية على 900 هـ.ب (بوحدة هـ.ب/س) عند الساعة 03:00 ت.ع. الخطوط المتصلة تمثل الصعود والخطوط المتقطعة تمثل الهبوط A1 و A2 تمثل مناطق الصعود القوية (القيم السالبة). D تمثل مناطق الهبوط. و V تمثل الدورانية العظمي.



(a)



(c)



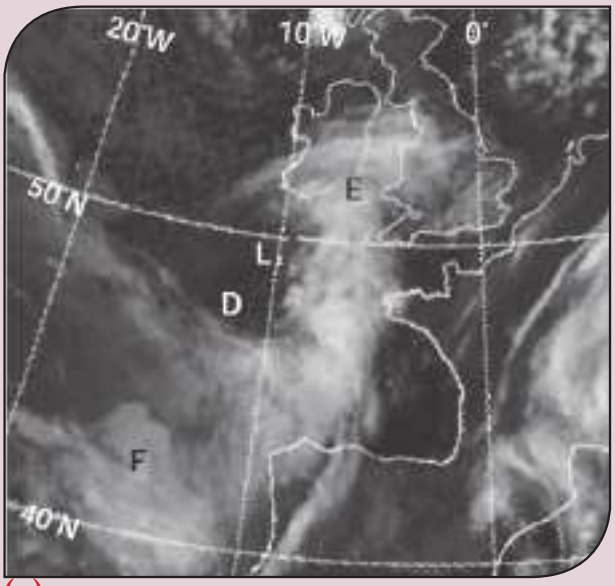
(b)

شكل - 7:

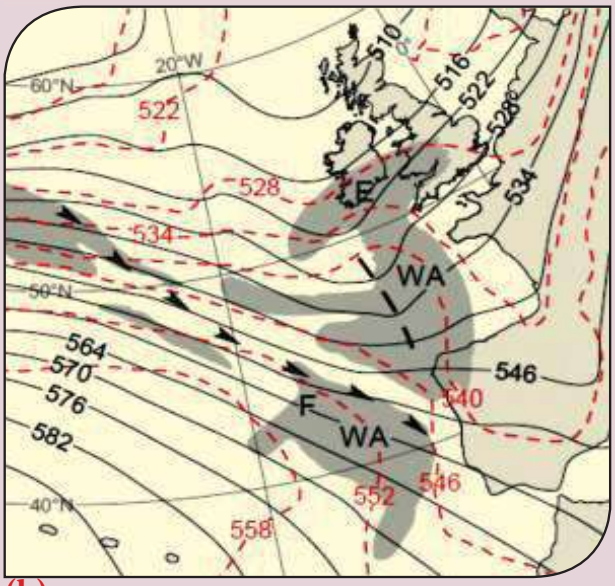
(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من NOAA 11 ساعة 14:38 ت.ع ليوم 23 فبراير 1989. F هى سحابة الجبهة، E هى سحابة أقل ارتفاعاً بدأت للتو فى الظهور من الجانب الشرقى من السحابة F، L_x تشير الى مركز المنخفض الجوى على السطح، D هو أخدود من الهواء الجاف.

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

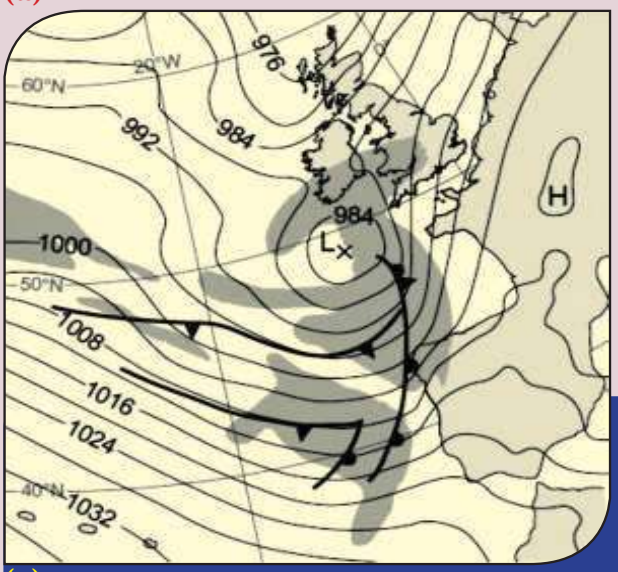
(c) تحليل خطوط تساوى الضغط السطحية بوحدة هـ.ب توقيت 15:00 ت.ع، L_1 وL_2 هى مراكز منخفضات على السطح.



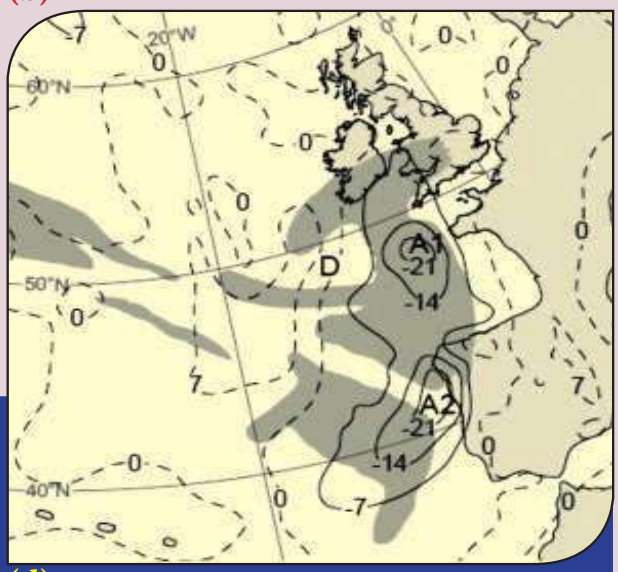
(a)



(b)



(c)



(d)

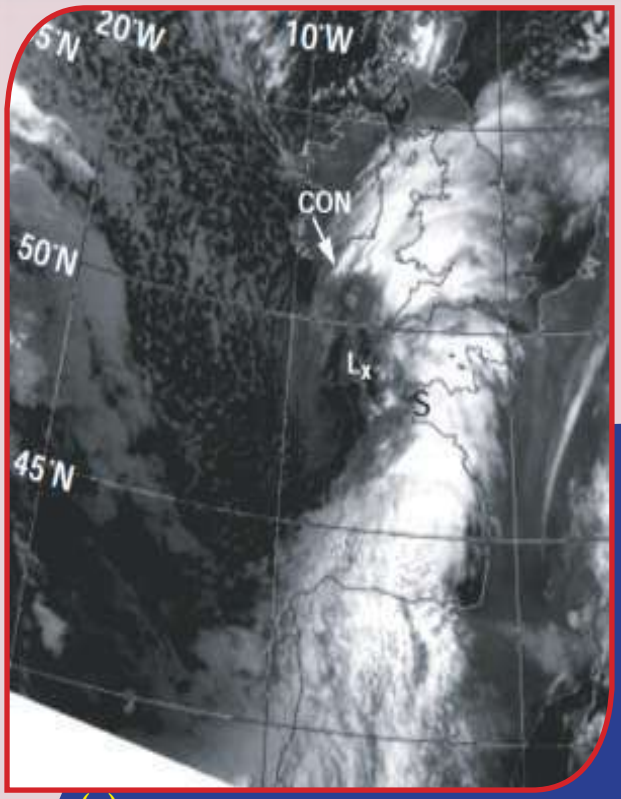
شكل - 8:

(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من متيوسات ساعة 21:00 ت.ع ليوم 23 فبراير 1989. F هى سحابة الجبهة. E هى سحابة أقل ارتفاعاً بدأت للتو فى الظهور من الجانب الشرقى من السحابة F. Lx تشير الى مركز المنخفض الجوى على السطح.

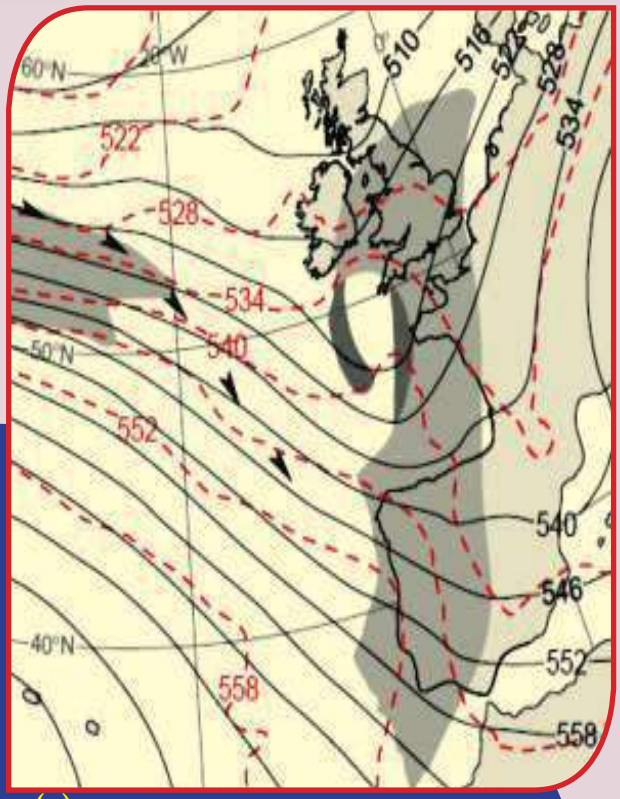
(b) خريطة طبقات الجو العليا فى نفس التوقيت، يتضح فيها خطوط الارتفاعات 500 هـ.ب (خطوط سوداء متصلة ، بوحدة gpm) ، خطوط سمك الطبقة من 1000-500 هـ.ب (خطوط حمراء متقطعة ، بوحدة gpm) ، ومحور التيار الهوائى النفاث (أسهم سوداء).

(c) تحليل خطوط تساوى الضغط السطحية، بوحدة هـ.ب فى نفس التوقيت. L_1 وL_2 هى مراكز منخفضات على السطح.

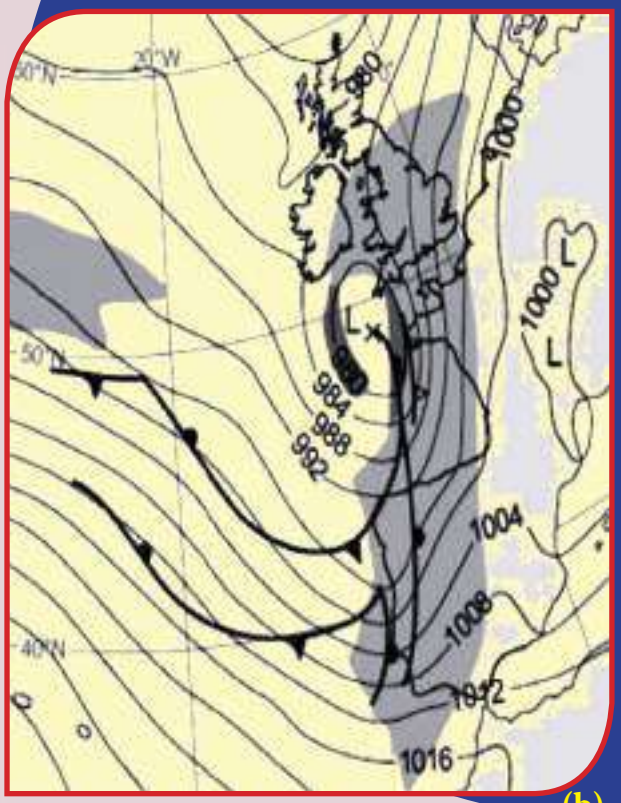
(d) متوسط السرعة الرأسية على 900 هـ.ب (بوحدة هـ.ب/س) عند الساعة 21:00 ت.ع. الخطوط المتصلة تمثل الصعود والخطوط المتقطعة تمثل الهبوط. A_1 و A_2 تمثل مناطق الصعود القوية (القيم السالبة). D تمثل مناطق الهبوط. و V تمثل الدورانية العظمى.



(a)



(c)



(b)

شكل - 9:

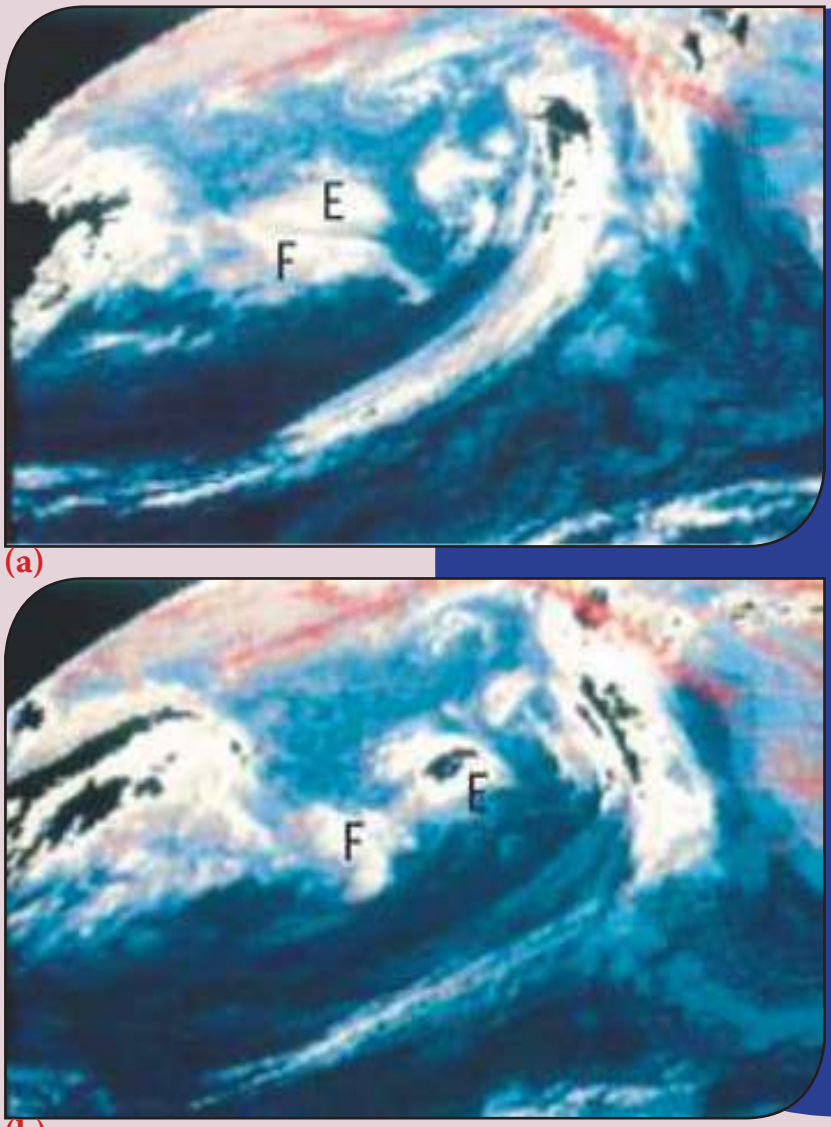
(a) صورة الأشعة تحت الحمراء من NOAA 11 ساعة 02:52 ت.ع ليوم 24 فبراير 1989. F هى سحابة الجبهة. E هى سحابة أقل ارتفاعاً بدأت للتو فى الظهور من الجانب الشرقى من السحابة F. Lx تشير الى مركز المنخفض الجوى على السطح. S تكون موضع الجبهه المنقسمة. CON يشير الى السحب الحملية. (b) خريطة طبقات الجو العليا ساعة 03:00. 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) . والتظليل الغامق يشير الى السحب ذات القمم المنخفضة. (c) تحليل خطوط تساوى الضغط السطحيه. بوحدة هـ.ب توقيت 03:00 ت.ع يوم 24 فبراير 1989. L1 وL2 هى مراكز منخفضات على السطح.

يمكن الإشارة إلى نقاط أخري:

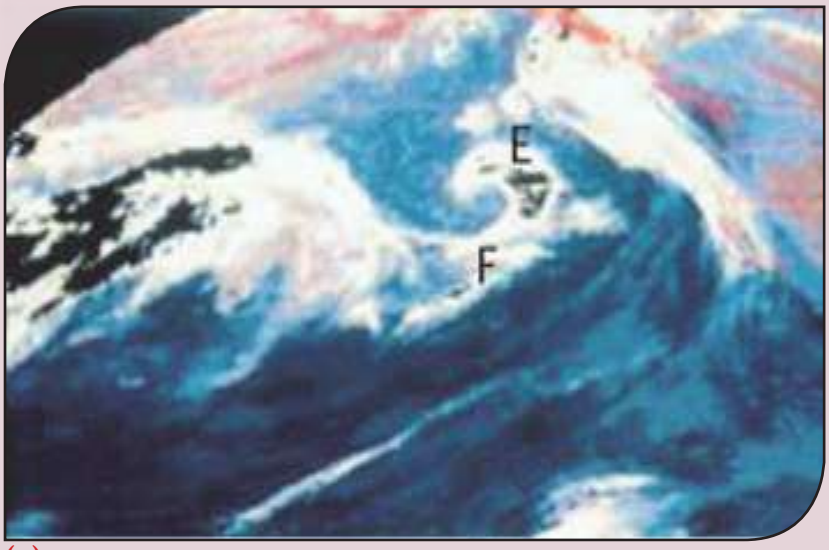
- يتطور مركز المنخفض الجوى الضحل على السطح L2 (أشكال 6 - a ، c)، المصاحبة للسحابة «E».
- تتلاشى أجزاء كثيرة من السحابة «F» خلف السحابة «E» فى المستويات المتوسطة والعالية، (أشكال 7 - 8 (a)).
- يقع مركز المنخفض تحت قمم السحب الدافئة لمؤخرة السحابة «E» ، (أشكال 7 - 8 (a)).
- بينما تمتد السحابة «E»، يتحرك المنخفض من أسفل التدفق العلوى الشديد وتقل سرعته.
- فى المراحل المتأخرة من تولد المنخفضات من هذا النوع، تنتشر قرب مركز المنخفض السطحى خلايا من السحب الحملية العميقة (المشار اليها CON فى شكل 9 - a) تبعاً لتخلل الهواء الجاف العلوى مكونة حالة من عدم الاستقرار.
- تتكون جبهة منقسمة بالقرب من حرف -S- (شكل 9 - a ، c).

مثال - ٢:

يوضح شكل (10 : e - a) انتشار السحابة -E- على المحيط الهادئ من 28 - 30 نوفمبر 1987. يبدأ تولد المنخفض سريعاً ساعة 00:00 ت.ع ليوم 29 نوفمبر عندما كان مركز المنخفض الجوى 1008 هـ.ب.خلال 24 ساعة مركز المنخفض قل بمقدار 30 هـ.ب. الرصدات السطحيه كانت قليلة، لكن أخذت تقارير من قاربين وسجلت الرياح 55 عقدة فى وجود دوامة عنيفة.

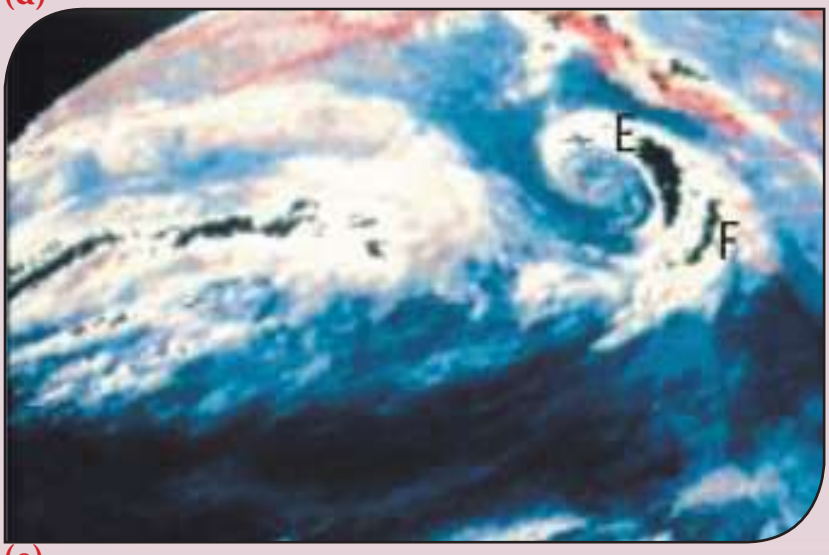


شكل - 10
صور الأسعة تحت الحمراء من GOES يوضح تولد المنخفض مع الترف المفلطح و التدفق المتشتت فوق المحيط الهادئ من 28 - 30 نوفمبر 1987.
(a 23:45) ت.ع ليوم 28.
(b 07:45) ت.ع ليوم 29.
(c 13:45) ت.ع ليوم 29.
(d 19:45) ت.ع ليوم 29.
(e 02:45) ت.ع ليوم 30.



(c)

(d)



(e)

المراجع:

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).

McLennan، N. and L. Neil (1988): Marine bombs program (phase II). Pacific Region tech. note 88002-.

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.