

## **Analysing the weather conditions accompanying the rainy days in the dry year 2007/2008 and the wet year 2002/2003**

*Mohammad Zeitoun, Ali Al-Maqbel, Safa Al-Shayab\**

### **ABSTRACT**

The study aims to analyse the weather conditions and the upper weather elements associated with the wet year 2002/2003, and the dry year 2007/2008 in Jordan for the months from November to March, by using the amounts of precipitation in rainy days for each year, and analyzing synoptic maps at a pressure level (500hpa) for rainy days to determine the direction of the axes of the cold upper troughs and the upper warm ridges and the extent of their correlation with the prevalence of humidity and drought conditions. Tephigram charts were also analysed, and the correlation between the amounts of precipitation in rainy days and the higher elements (temperature, dew point, wind speed, relative humidity in addition to altitude) were revealed. The study found a strong positive correlation between the amounts of rain and the upper elements in a wet year at the level of (500hp), and there was a big difference between the dew point curve and the temperature curve in the tephigram indicating the stability of air and the low relative humidity in the dry year. The cold upper troughs reach the eastern basin of the Mediterranean during the wet year, with mostly north-south axes in the wet year, while during the dry year it was mostly heading towards north-south axes, but its locations were shifting either towards the Syrian borders or to the central and western basins of the Mediterranean.

**Keywords:** Drought; Climate of Jordan; East Mediterranean; Troughs; Ridges; Tephigram.

---

\* Geography Department, Yarmouk University, Irbid-Jordan.

Received on 5/10/2020 and Accepted for Publication on 8/3/2021.

## تحليل الظروف الجوية المرافقة لأيام المطيرة في السنة الجافة 2008/2007 والسنة الرطبة 2003/2002 في الأردن

محمد زيتون، علي المقبل، صفاء الشيايب\*

### ملخص

هدفت الدراسة الى تحليل الظروف الجوية وعناصر الطقس العليا المرافقة للسنة الرطبة 2003/2002 والسنة الجافة 2008/2007 في الاردن لخمسة أشهر من تشرين الثاني-آذار، من خلال استخدام كميات الهطول في الايام الماطرة لكل سنة، خرائط الطقس العليا (Synoptic Maps) على مستوى ضغط (500) هكتوباسكال لأيام الماطرة لتحديد اتجاه محاور الاحواض العليا الباردة وتتوء المرتفعات الدافئة ومدى ارتباطها بسيادة ظروف الرطوبة والجفاف. كما تم تحليل مخططات التيفجرام (Tephigram)، والكشف عن الارتباط بين كميات الهطول في الايام الماطرة والعناصر العليا (درجة الحرارة، درجة الندى، شدة الرياح، الرطوبة النسبية اضافة الى الارتفاع). وتوصلت الدراسة الى وجود ارتباط موجب قوي بين كميات الامطار والعناصر العليا في السنة الرطبة على مستوى (500) هكتوباسكال، والى وجود فارق كبير بين منحنى درجة الندى ومنحنى درجة الحرارة في مخططات التيفجرام دلالة على استقرار الهواء وانخفاض الرطوبة النسبية في السنة الجافة، كما سيطرت الاحواض العلوية الباردة على الحوض الشرقي للبحر المتوسط خلال السنة الرطبة بمحاور معظمها شمالية جنوبية في السنة الرطبة، اما خلال السنة الجافة فقد كانت في اغلبها تتجه بمحاور شمالية جنوبية الا ان مواقعها كانت تتزحزح نحو الحدود السورية شرقا او نحو الحوضين الاوسط والغربي للبحر المتوسط.

**الكلمات الدالة:** الجفاف، مناخ الاردن، شرق المتوسط، الاحواض العلوية، التتوءات العلوية، التيفجرام.

### المقدمة

ترتبط الأمطار في الأردن بطبيعة الأوضاع السينوبتيكية السائدة في طبقات الجو العليا ومواقع التتوءات الدافئة (Ridge) والاحواض الباردة (Trough). ويرتبط تأثير الظروف السينوبتيكية بالتوزيع الجغرافي للضغط الجوي، المنخفضات الجوية، حالة طبقات الجو العليا، والتيار النفاث (شحادة، 1991). يبلغ معدل الهطول المطري في الاردن نحو 230 ملم<sup>1</sup>، يصل أقصاها في رأس منيف شمالا الى نحو 580 ملم، بينما يصل وأدناها الى نحو 27 ملم في العقبة جنوبا. وتتناقص الامطار في الاردن بشكل عام بالاتجاه جنوبا او شرقا، بسبب الابتعاد عن مسار المنخفضات الجوية التي تعبر الحوض الشرقي للبحر المتوسط وتسلك مسارا شرقيا او شماليا شرقيا. إلا انها أظهرت تناقصا ملحوظا بشكل عام في الأردن في السنوات الأخيرة بفعل تأثير تغير المناخ (زيتون وشحادة، 2015).

تتذبذب المعدلات المطرية نتيجة تباين العوامل المؤثرة في كميات الهطول، كما ان المعدلات السنوية للأمطار تتخفف الى ما دون معدلاتها في سنوات كثيرة، فقد وجد غانم ان معامل الجفاف يتذبذب كثيرا من شهر لآخر ومن سنة لأخرى، (غانم، 1995). يؤثر موقع الحوض البارد والتتوء الأزوري المرافق له على معدلات الامطار في شرقي البحر المتوسط (شحادة، 1990)، فموقع الحوض العلوي فوق البحر المتوسط يحدد فيما إذا كان الفصل رطبا او جافا (Krown, 1966). فامتداد الحوض البارد فوق وسط اوربا والحوض الاوسط للمتوسط يؤدي الى طقس جاف (شحادة، 1990)، وقد ارتبط موقع الحوض العلوي البارد على مستوى 500 هكتوباسكال بنحو 55% من الامطار في فلسطين (Others, 1987 & Dury). لان امتداد الحوض البارد فوق الحوض الشرقي والاوسط للبحر المتوسط يؤدي الى تكون منخفضات جوية عميقة وزيادة الامطار عموما (شحادة، 1990). كما ان اتجاه محور الاخدود العلوي له أثر في تحديد نوع الكتل الهوائية المتدفقة (بني دومي، 2000)، فكلما كانت الأخاديد

\*قسم الجغرافيا، جامعة اليرموك. تاريخ استلام البحث 2020/10/5، وتاريخ قبوله 2021/3/8.

<sup>1</sup> تم حساب معدل الهطول المطري طويل الأمد للبيانات المطرية في 25 محطة مناخية في الأردن.

العليا تمتد من الشمال إلى الجنوب أو من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي فأنها تخلق ظروفًا مناسبة لتشكل المنخفضات الجوية فوق المتوسط، حيث تمتزج الكتل الهوائية القطبية الباردة مع الكتل الهوائية البحرية الدافئة (الخطيب، 2001)، حيث تؤدي هذه الأوضاع إلى هطول المزيد من الأمطار فوق وسط وشمال فلسطين (Ibrahim, 1995)، وفي هذه الحالة يكون الحوض فوق شرق المتوسط في الطبقات العليا والنتوء فوق غرب أوروبا مما يؤدي إلى ضغط منخفض فوق المتوسط وتقع الأردن تحت تأثير الرياح الغربية الماطرة (Ghanem, 2002)، فزيادة طول موجة الحوض العلوي فوق المحيط الأطلسي يعقبها فصل رطب بينما الامواج القصيرة يعقبها فصل جاف (Krown, 1966). حيث يفسر تناقص معدل الأمطار بتزحزح الضغط المداري المرتفع نحو الشمال مما ترتب عليه زحزحة مماثلة لمسارات المنخفضات الجوية التي تعبر البحر المتوسط (شحادة، 1978).

وعندما يكون اتجاه محور الأخدود شمالي جنوبي يقطع دوائر العرض بزوايا قائمة يتدفق على طول كتل هوائية قطبية باردة حيث يبقى التدرج الحراري كبيراً بين كتل الهواء ويزداد عمق الموجة مع زيادة الضغط الجوي وزيادة عمق الأخدود (بني دومي، 2000) وتشكل الكتل الهوائية مسافة أقصر من القطب الشمالي إلى المتوسط وتبقى محافظة على خصائصها القطبية (الخطيب، 2001). وعندما يمتد محور الأخدود بشكل طولي على عدد قليل من دوائر العرض تقل فعاليته بسبب ضحالتها وتسطحها قبل أن تصل الشواطئ الشرقية للبحر المتوسط، وذلك لطول المسافة التي تقطعها الرياح على طول محور الأخدود، مما يفقدها معظم خصائصها القطبية (الخلف، 1997)، حيث وجد إبراهيم إن هذا الاتجاه لمحور الحوض العلوي أدى إلى سقوط الأمطار بنسبة ضئيلة فوق جنوب فلسطين وأدى إلى انخفاض عدد الأيام الماطرة (Ibrahim, 1995).

إن وجود التباين الحراري والتدرج في الضغط الجوي يجعل الهواء باتجاه على طول محور النتوء نحو مناطق الضغط الجوي المنخفض ليغذي منطقة الأخدود (بني دومي، 2000)، لذلك فإن اتجاه محور المرتفع يحدد نوع الهواء ومصدر الكتلة الهوائية التي ستغذي الأخدود. كما إن حالات الجفاف تمتاز بانخفاض الهطول المطري دون المعدل الطبيعي المعتاد مما يسبب خلافاً هيدرولوجياً (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1996)، والجفاف الذي ينتج عن التغير في معدلات الهطول يعرف بالجفاف المناخي، وهو حالة مناخية مؤقتة تحدث عندما تنخفض كميات الهطول المطري عن المتوسط أو تنحسب لفترة من الزمن. ولا توجد دورة ثابتة لحدوث الجفاف في الأردن فقد يحدث لسنة أو سنتين أو ثلاثة لكنه يتكرر حدوثه في المناطق الشرقية في الأردن (إبراهيم، 1989). وستحاول هذه الدراسة تفسير الظروف المناخية لسنة جافة وسنة رطبة في الأردن من خلال عدة محاور.

#### أولاً: موضوع الدراسة

تتتاب الأردن حالات متطرفة تتمثل في سنوات الرطوبة بحيث يتجاوز معدل الهطول السنوي المعدل العام للأمطار في الأردن الذي يبلغ نحو 232 ملم، وحالات أخرى من الجفاف يقل فيها معدل تساقط الأمطار السنوي عن المعدل العام في الأردن، لذلك سنتناول هذه الدراسة تحليل الظروف السينوبتيكية المرافقة لسنة جافة 2007/2008 وأخرى رطبة 2002/2003، في الأردن.

#### ثانياً: تساؤلات الدراسة

- 1- ما مدى تأثير اتجاه محور المرتفع العلوي واتجاه ميل الحوض العلوي على مستوى (500 هكتوباسكال) في تحديد نوع الهواء المتدفق باتجاه شرق البحر المتوسط وفي كميات الأمطار التي تهطل على الأردن خلال السنة الجافة والسنة الرطبة؟
- 2- ما العلاقة الارتباطية بين كل من كميات الأمطار في الأيام الماطرة وكل من (الارتفاع، درجة الحرارة، درجة الندى، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية)؟
- 3- ما مدى تأثير درجة الندى ودرجة الحرارة في طبقات الجو العليا على ظروف الجفاف من خلال مخططات التيفيغرام (Tephigram)؟
- 4- ما خصائص الاحواض العليا الباردة ونبوءات المرتفعات الدافئة خلال أشهر وإيام السنة الجافة والسنة الرطبة؟

#### ثالثاً: أهمية وأهداف الدراسة

تأتي أهمية الدراسة من إجراء مقارنة بين الظروف الجوية التي تسبب الجفاف والظروف الجوية التي تسبب الرطوبة في الأردن، كما إنها تحقق الأهداف التالية:

- 1- تحليل اتجاه محور متن المرتفع العلوي واتجاه ميل الحوض العلوي على مستوى (500 هكتوباسكال) ومدى تأثيره في تحديد نوع الهواء المتدفق باتجاه شرق البحر المتوسط وفي الأمطار التي تهطل على الأردن خلال السنة الجافة والسنة الرطبة.
- 2- تحديد العلاقة الارتباطية بين كميات وكل من (الارتفاع، درجة الحرارة، درجة الندى، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية).
- 3- تحليل أثر درجة الندى ودرجة الحرارة في طبقات الجو العليا على ظروف الجفاف.

#### 4- تحديد خصائص الاحواض العليا الباردة ونبوءات المرتفعات الدافئة خلال السنة الجافة والسنة الرطبة. رابعا: منهجية الدراسة

1. اتبعت الدراسة المنهج التحليلي لتحليل الظروف الجوية التي ترافق حالات الرطوبة والجفاف، واعتمدت على استخدام بيانات الأمطار اليومية للأشهر (تشرين الثاني، كانون الأول، كانون الثاني، شباط، آذار) في محطتي مطار عمان المدني ورأس منيف للسنتين المطريتين (2003/2002) و(2008/2007)، وذلك لدراسة الظروف الجوية المسببة للرطوبة والجفاف.
2. تحليل خرائط الطقس الشمولية اليومية والشهرية للسنة الرطبة 2003/2002 والسنة الجافة 2008/2007 لمستوى ضغط 500 هكتوباسكال، التي تم الحصول عليها من خلال الموقع الخاص بإدارة الغلاف الجوي والمحيطات (NOAA) التالي: (<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>)، لتحديد موقع المرتفع العلوي الدافئ والحوض العلوي البارد، وخصائص خطوط تساوي الضغط الجوي على مستوى (500 هكتوباسكال) خلال الايام الماطرة، وتحديد اتجاه ميل محاور تلك المرتفعات والاحواض العليا فوق شرق البحر المتوسط، وتحليل خرائط الطقس الشهرية على مستوى (500 هكتوباسكال)، لتفسير الظروف الجوية المرتبطة بهطول الأمطار بكميات كبيرة في السنة المطرية الرطبة التي فاقت المعدل السنوي في محطتي مطار عمان المدني ورأس منيف، وكذلك تفسير الظروف الجوية المرتبطة بهطول كميات قليلة في السنة المطرية الجافة التي قلت عن المعدل السنوي العام.
3. تحليل 80 مخطط من مخططات التيفيجرام للسنة الرطبة 2003/2002 والسنة الجافة 2008/2007 لمستوى ضغط (500 هكتوباسكال)، لتحديد خصائص درجة الحرارة ودرجة الندى في طبقات الجو العليا، التي تم الحصول عليها من خلال الموقع الخاص لإدارة الغلاف الجوي والمحيطات (NOAA) التالي: (<https://www.ready.noaa.gov/READYamet.php>).
4. تحليل الارتباط (Correlation) بين كمية الامطار اليومية والعناصر العليا التي تشمل (درجة الحرارة، درجة الندى، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح اضافة الى الارتفاع) للأيام الماطرة على مستوى (500 و 300 هكتوباسكال) للسنة الرطبة والسنة الجافة، وذلك لتحديد خصائص تلك العناصر عندما تسود ظروف الرطوبة او ظروف الجفاف، وذلك باستخدام معامل بيرسون للارتباط (شحاده، 2002):

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{[\sum (x - \bar{x})^2 (\sum (y - \bar{y})^2]}}$$

حيث

r: معامل بيرسون للارتباط.

X: المتغير الأول.

$\bar{x}$ : المتوسط الحسابي للمتغير الأول.

Y: المتغير الثاني.

$\bar{Y}$ : المتوسط الحسابي للمتغير الثاني.

#### خامسا: التحليل والمناقشة

##### 1: الموسم المطري للسنة الجافة والرطبة

###### 1.1: مجموع كميات الامطار الشهرية والسنوية:

بلغ مجموع كميات الامطار للموسم المطري 2003/2002 في رأس منيف 921 ملم وهو ما نسبته 158.2% من المعدل العام 582.2 ملم، بينما بلغ مجموع كميات الامطار للموسم المطري 2008/2007 في رأس منيف 339 ملم وهو ما نسبته 58.2% من المعدل العام (جدول 1)، كما بلغ مجموع كميات الامطار للموسم المطري 2003/2002 في مطار عمان المدني 345.2 ملم وهو ما نسبته 135.4% من المعدل العام البالغ 255 ملم، كما بلغ مجموع كميات الامطار للموسم المطري 2008/2007 في مطار عمان المدني 195.8 ملم وهو ما نسبته 75.6% من المعدل العام (جدول 2). وقد استخدمت الدراسة بيانات الأمطار الشهرية لمحطتي مطار عمان المدني ورأس منيف للسنة المطرية (2003/2002) التي صنفنا بانها من السنوات الرطبة، والسنة المطرية (2008/2007) التي صنفنا بانها من السنوات الجافة خلال فترة الدراسة.

**جدول 1: كميات الامطار الشهرية في رأس منيف للموسمين المطريين: (2003/2002) و (2008/2007)**

(2008/2007)		(2003/2002)	
كمية الامطار الشهرية/ملم	الشهر / السنة	كمية الامطار الشهرية/ملم	الشهر / السنة
61.3	تشرين الثاني/2007	52.9	تشرين الثاني/2002
30.5	كانون أول/2007	244.1	كانون أول/2002
142.6	كانون ثاني/2008	65.4	كانون ثاني/2003
94.1	شباط/2008	261.9	شباط/2003
10.5	آذار/2008	296.7	آذار/2003
339		921	المجموع

المصدر: دائرة الارصاد الجوية الأردنية

**جدول 2: كميات الامطار الشهرية في مطار عمان المدني للموسمين المطريين: (2003/2002) و (2008/2007)**

(2008/2007)		(2003/2002)	
كمية الامطار الشهرية/ملم	الشهر / السنة	كمية الامطار الشهرية/ملم	الشهر / السنة
32	تشرين الثاني/2007	16.7	تشرين الثاني/2002
16.3	كانون أول/2007	91.5	كانون أول/2002
100	كانون ثاني/2008	35.3	كانون ثاني/2003
46	شباط/2008	85.7	شباط/2003
1.5	آذار/2008	116	آذار/2003
195.8		345.2	المجموع

المصدر: دائرة الارصاد الجوية الاردنية

**2.1: عدد الايام الماطرة في الموسمين المطريين (2003/2002) و (2008/2007):**

بلغ عدد الايام الماطرة خلال السنة المطرية الرطبة (2003/2002) لمحطة رأس منيف (48) يوما حسب أشهر الدراسة من تشرين الثاني حتى آذار حيث بلغت (11،11،8،12،6) على التوالي، بينما بلغ عدد الأيام الماطرة في مطار عمان المدني في نفس السنة (41) يوما توزعت على أشهر الدراسة على النحو الآتي (11،9،9،8،4) على التوالي. أما عدد الايام الماطرة خلال السنة المطرية الجافة (2007/2008) فقد بلغ في رأس منيف (32) يوما موزعة على أشهر الدراسة كالتالي (4،9،10،5،4) على التوالي، وفي مطار عمان المدني بلغ عدد الأيام الماطرة (28) يوم توزعت على أشهر الدراسة على النحو الآتي (1،8،11،4،4) على التوالي.

**2: عناصر الطقس العليا**

**1.2: تحليل الارتباط (Correlation) بين كمية الامطار والعناصر العليا للسنة الرطبة 2003/2002:**

تم تحليل الارتباط بين كمية الأمطار في الأيام الماطرة للسنة الرطبة 2003/2002 وكل من العناصر العليا التي شملت (درجة الحرارة، درجة الندى، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح) اضافة الى الارتفاع على مستوى (300 هكتوباسكال)، (جدول 2)، حيث تبين وجود ارتباط سالب بين الامطار والارتفاع (-0.35)، فكلما قل ارتفاع التيار النفث واقترب من المنطقة تزداد كمية الامطار. كما وجد ارتباط سالب ايضا بين الامطار ودرجة الحرارة (-0.19) يشير الى زيادة في كمية الامطار مع انخفاض درجة الحرارة. وكذلك ارتباط سالب ضعيف بين كمية الامطار ودرجة الندى (-0.10)، حيث تزداد الامطار مع انخفاض درجة الندى. وارتباط موجب بين كمية الامطار وسرعة الرياح بلغ (0.14) حيث يشير الى زيادة كمية الامطار مع زيادة سرعة الرياح الإعصارية.

جدول 3: الارتباط بين كمية الأمطار والعناصر في الأيام الممطرة للسنة الرطبة 2003/2002 على مستوى 300 هكتوباسكال فوق الاردن

سرعة الرياح م/ث	الرطوبة النسبية	الندى	الحرارة	الارتفاع	كمية المطر/ ملم	2003/2002
					1.00	كمية المطر/ ملم
				1.00	-0.35	الارتفاع
		1.00	1.00	0.53	-0.19	الحرارة
		1.00	0.16	0.37	-0.10	الندى
	1.00	0.87	-0.10	0.25	-0.07	الرطوبة النسبية
1.00	0.02	0.06	0.02	-0.16	0.14	سرعة الرياح م/ث

إعداد الباحثين

اما على مستوى (500 هكتوباسكال)، (جدول 4)، فقد تبين وجود ارتباط سالب بين الامطار والارتفاع (-0.45)، فكلما قل ارتفاع الاحواض العليا الباردة تزداد كمية الامطار. وارتباط سالب ايضا بين الامطار ودرجة الحرارة (-0.30) يشير الى زيادة كمية الامطار مع انخفاض درجة الحرارة. كما تبين وجود ارتباط بين كمية الامطار ودرجة الندى (0.16)، وارتباط موجب بين كمية الامطار وسرعة الرياح بلغ (0.24) حيث يشير الى زيادة كمية الامطار مع زيادة سرعة الرياح الاعاصرية، حيث يتبين ان هذه الظروف جميعا تؤدي الى زيادة كمية الهطول المطري فوق المنطقة.

جدول 4: الارتباط بين كمية الأمطار والعناصر العليا في الأيام الممطرة للسنة الرطبة 2003/2002 على مستوى 500 هكتوباسكال فوق الاردن

الرطوبة النسبية	الرياح م/ث	الندى	الحرارة	الارتفاع	كمية المطر/ ملم	2002/2003
					1.00	كمية المطر/ ملم
				1.00	-0.42	الارتفاع
		1.00	1.00	0.82	-0.30	الحرارة
		1.00	-0.13	0.02	0.16	الندى
	1.00	-0.13	0.20	-0.29	0.24	الرياح م/ث
1.00	-0.16	0.88	-0.44	-0.26	-0.04	الرطوبة النسبية

إعداد الباحثين

## 2.2: تحليل الارتباط (Correlation) بين كمية الامطار والعناصر العليا للسنة الجافة 2008/2007:

بعد تحليل الارتباط بين كمية الأمطار والعناصر العليا في الأيام الممطرة للسنة الجافة 2008/2007 على مستوى ضغط (300 هكتوباسكال)، (جدول 5) تبين عدم وجود ارتباط بين كمية الأمطار والارتفاع (0.08%) فهي أقرب الى الصفر، ويمكن تفسير ذلك بابتعاد التيار النفاث عن المنطقة شمالا وضعف تأثيره على الأردن في السنوات الجافة.

جدول 5: الارتباط بين كمية الأمطار والعناصر العليا في الأيام الممطرة للسنة الرطبة 2008/2007 على مستوى 300 هكتوباسكال

الرياح م/ث	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة	درجة الندى	الارتفاع	المطر/ ملم	2007/2008
					1	المطر/ ملم
				1	0.08	الارتفاع
			1	-0.11	0.05	درجة الندى
	1	0.30	0.13	0.53		درجة الحرارة

الرياح م/ث	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة	درجة الندى	الارتفاع	المطر/ ملم	2007/2008
	1	-0.03	0.85	-0.17	-0.16	الرطوبة النسبية
1	-0.08	0.36	0.02	0.06	0.18	الرياح م/ث

إعداد الباحثين

أما على مستوى (500 هكتوباسكال) فقد كانت قيمة الارتباط بين الأمطار والارتفاع قريبة من الصفر (0.01%) لأن مستوى الارتفاع للأحواض العليا الباردة كان أعلى من مستواها في السنة الرطبة، إضافة إلى انخفاض قيم الندى عند ذلك المستوى مما يعني سيادة التنبؤات الدافئة فوق المنطقة حيث تبين أنه لا يوجد أي ارتباط بين الأمطار ودرجة الندى حيث بلغت قيمته (0.0)، وكانت العلاقة بين الأمطار ودرجة الحرارة قوية سالبة (-0.46) وهذا يعني أن انخفاض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي يؤدي إلى انعدام التكاثف في ظل انخفاض الرطوبة النسبية، حيث كانت العلاقة الارتباطية بينها وبين الأمطار (0.10)، أي أنها علاقة ضعيفة تدل على انخفاض نسبة الرطوبة عند ذلك المستوى. وفيما يتعلق بسرعة الرياح دلت النتائج على وجود علاقة ارتباطية موجبة متواضعة (0.26) مما يدل على وجود أمطار في تلك الأيام لكنها ليست بالكميات الكبيرة، مع سيادة ظروف الجفاف بشكل عام (جدول 6).

جدول 6: الارتباط بين كمية الأمطار والعناصر العليا في الأيام الماطرة للسنة الرطبة 2008/2007 على مستوى 500 هكتوباسكال فوق الأردن

الرياح م/ث	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة	الندى	الارتفاع	كمية المطر/ ملم	2008/2007
					1	كمية المطر/ ملم
				1	0.01	الارتفاع
			1.00	0.23	0.00	الندى
		1	0.46	0.38	-0.46	درجة الحرارة
	1	0.18	0.92	0.10	0.10	الرطوبة النسبية
1	-0.10	0.11	-0.08	0.19	0.26	سرعة الرياح م/ث

إعداد الباحثين

### 3: مخططات التيفيجرام

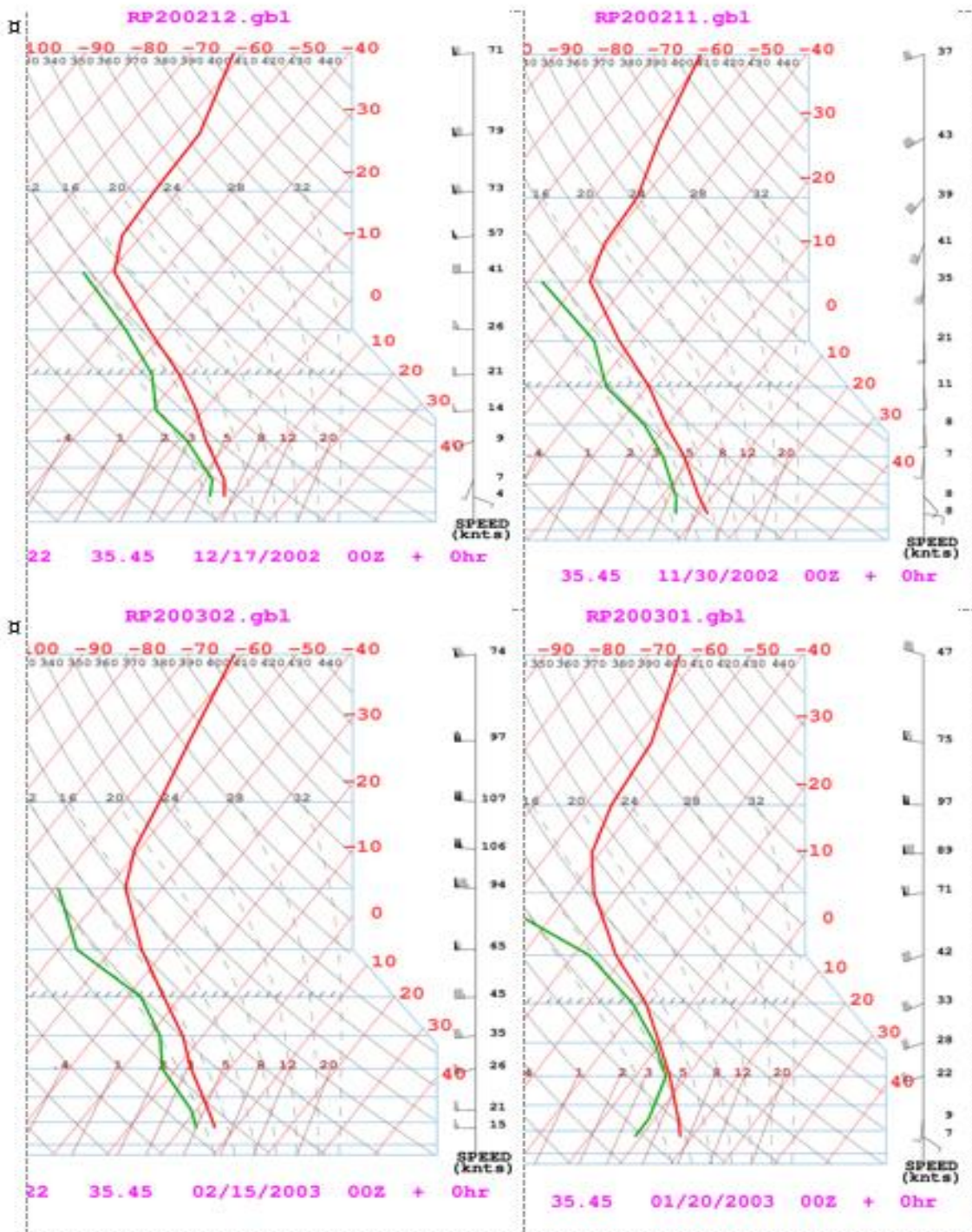
تم تحليل 80 مخططاً من مخططات التيفيجرام للأيام الماطرة للسنة الرطبة 2003/2002 والسنة الجافة 2008/2007، وتم اختيار خمسة مخططات يمثل كل منها يوماً ماطراً موزعة على أشهر الدراسة الخمسة (تشرين الثاني - آذار) للسنة الرطبة 2003/2002 (الشكل 1)، وتبين منها اقتراب قيم درجات الحرارة التي يمثلها المنحنى الأحمر من قيم درجات الندى التي يمثلها المنحنى الأخضر وذلك عند مستوى (500 هكتوباسكال)، ويشير (الجدول 7) إلى انخفاض الفروق بين درجة الحرارة ودرجة الندى لتلك الأيام الماطرة والتي تراوحت بين (-2.6 و -9.7°م)، فهي لم تتجاوز (10°م)، حيث يشير ذلك إلى زيادة رطوبة الهواء وارتفاع نسبة تشبعه ببخار الماء وبالتالي قدرته على التكاثف وهطول كميات كبيرة من الأمطار، وسيادة الظروف الرطبة.

جدول 7: كمية الهطول والفروق بين درجة الحرارة ودرجة الندى لخمس أيام مطيرة في السنة المطرية 2003/2002

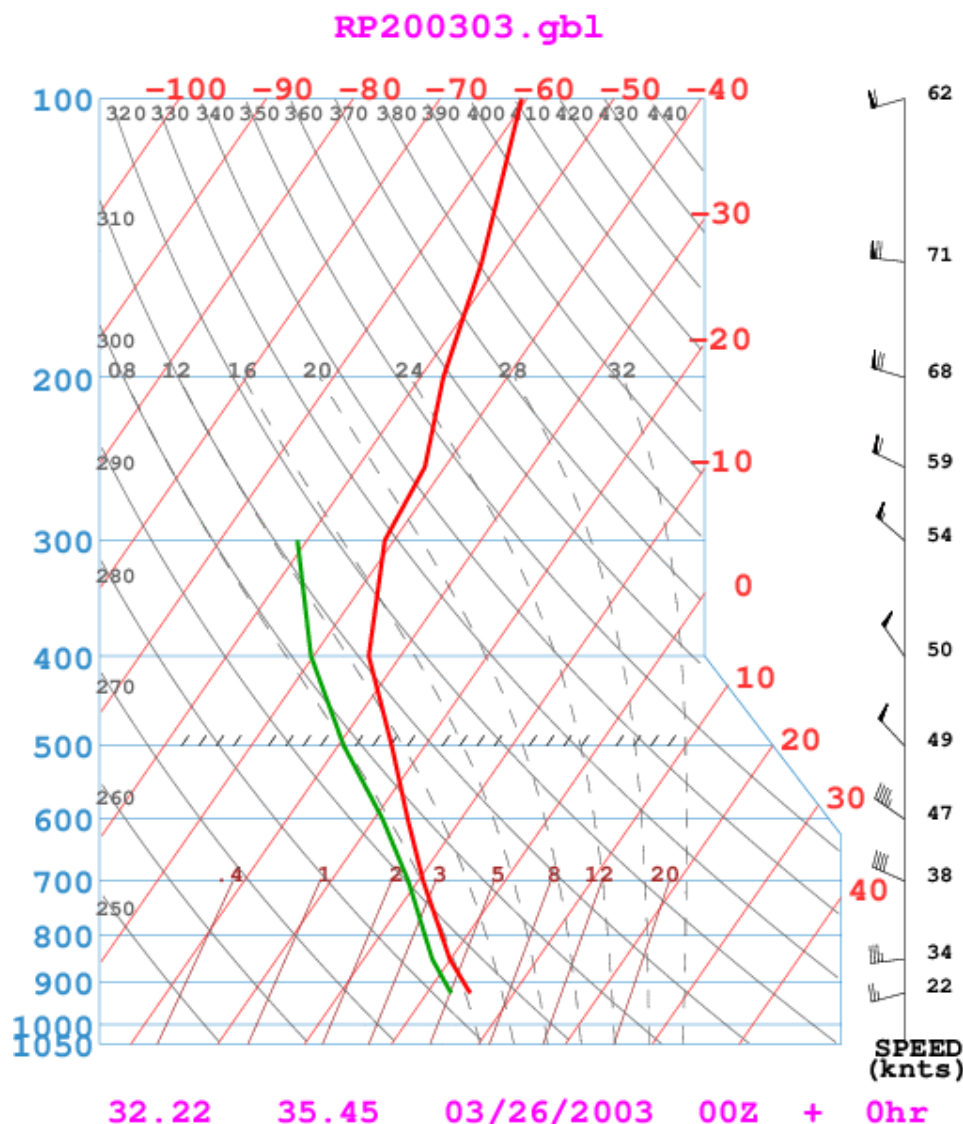
اليوم	كمية الهطول	درجة الحرارة	درجة الندى	الفروق
30.11.2002	26	-19.9	-29.6	-9.7
17.12.2002	45	-20.5	-24.9	-4.4
20.1.2003	19	-18.8	-21.4	-2.6
15.2.2003	56	-22.9	-28.4	-5.5
26.3.2003	29	-23.8	-29.3	-5.5

إعداد الباحثين









الشكل 1: مخططات التيفيجرام للأيام المطيرة (30 تشرين ثاني، 17 كانون أول، 20 كانون ثاني، 15 شباط، 26 آذار) للسنة الرطبة 2003/2002

(<https://www.ready.noaa.gov/READYamet.php>)

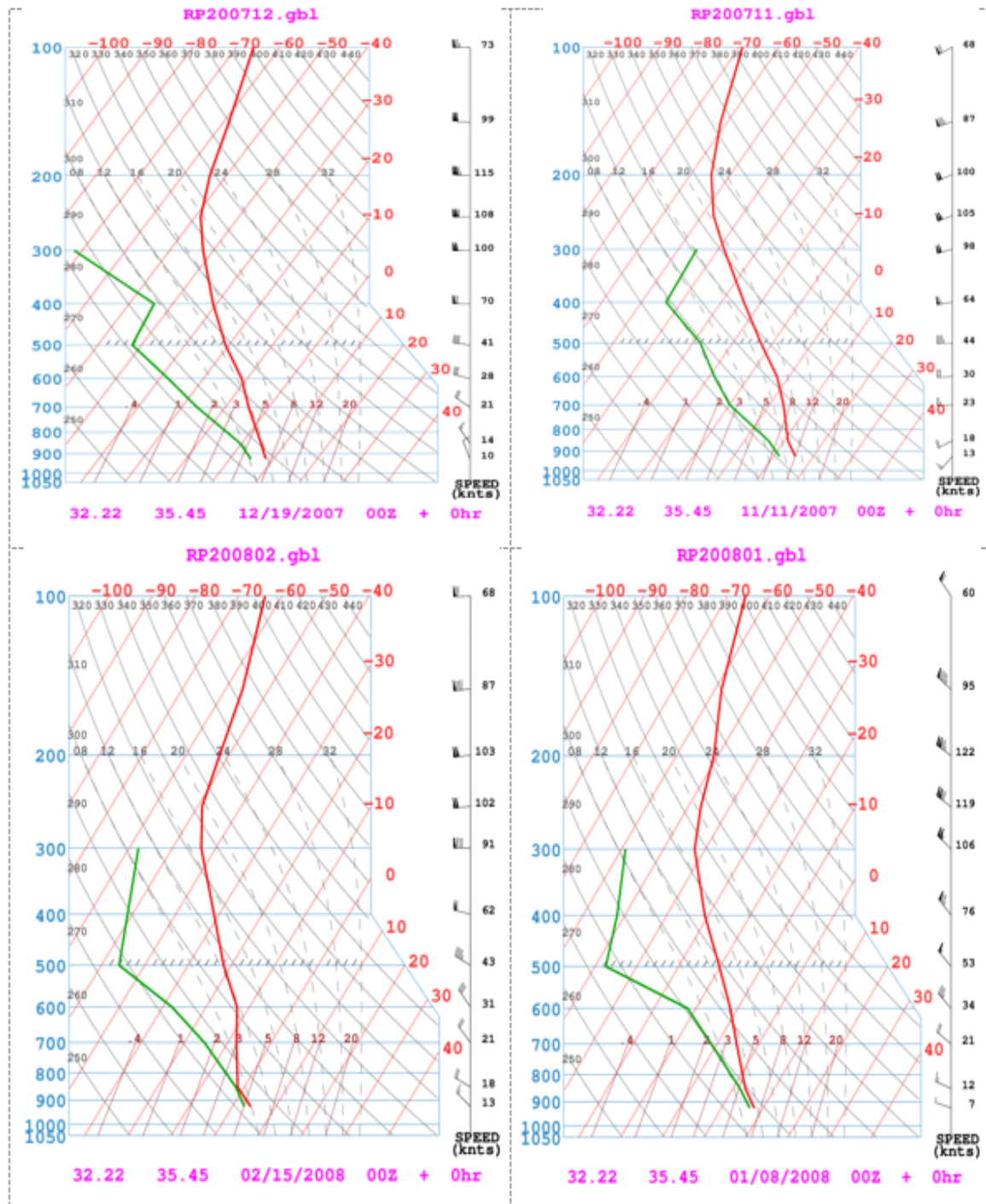
وبعد تحليل خمسة مخططات للتيفيجرام تمثل خمسة ايام ماطرة موزعة على أشهر الدراسة الخمسة (تشرين الثاني - آذار) للسنة الجافة 2008/2007، (الشكل 2)، تبين وجود فارق بين قيم درجة الحرارة (المنحنى الأحمر) وقيم درجة الندى (المنحنى الأخضر) وذلك عند مستوى (500 هكتوباسكال)، ويشير ( الجدول 8) الى ارتفاع الفروق بين درجة الحرارة ودرجة الندى لتلك الأيام الماطرة والتي تراوحت بين (-15.2 و 15.2 °م) ، حيث يشير ذلك الى انخفاض رطوبة الهواء وانخفاض نسبة تشبعه ببخار الماء ثم ضعف قدرته على التكاثف وانخفاض كميات الهطول، وبالتالي سيادة الظروف الجافة خلال السنة المطرية 2008/2007.

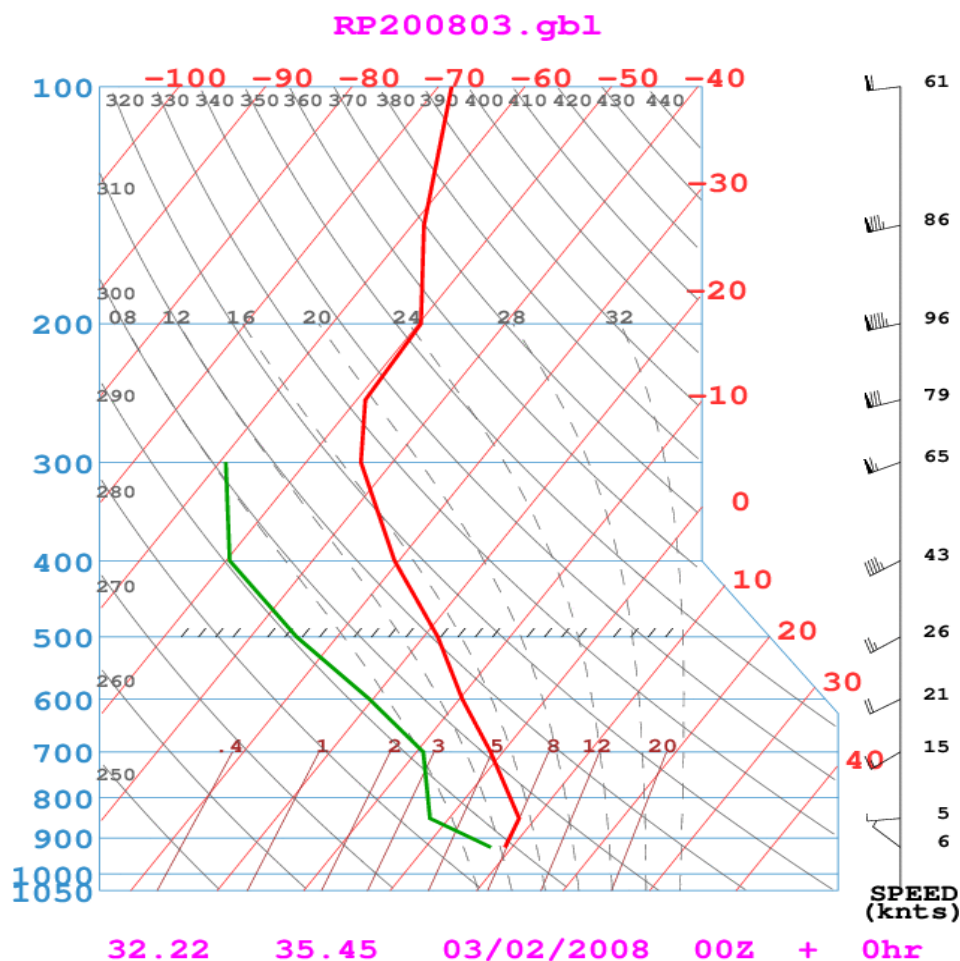
جدول 8: كمية الهطول والفروق بين درجة الحرارة ودرجة الندى لخمس ايام مطيرة في السنة المطرية 2008/2007

اليوم	كمية الهطول	درجة الحرارة	درجة الندى	الفروق
11.11.2007	11.2	-12.9	-28.1	-15.2
19.12.2007	0.8	-20.8	-42.1	-21.3
8.1.2008	1.6	-20.3	-47.4	-27.1

اليوم	كمية الهطول	درجة الحرارة	درجة الندى	الفروق
15.2.2008	1	-21.8	-45.9	-24.1
2.3.2008	6.4	-18.3	-34.7	-16.4

إعداد الباحثين





الشكل 2: مخططات التيفيجرام للأيام المطيرة (11 تشرين ثاني، 19 كانون أول، 8 كانون ثاني، 15 شباط، 2 آذار) للسنة الرطبة 2008/2007

(<https://www.ready.noaa.gov/READYamet.php>)

#### 4: اتجاه محاور الاحواض في طبقات الجو العليا على مستوى 500 هكتوباسكال

تم تحليل 80 خريطة سينوبتيكية تعود للأيام الماطرة في اشهر الدراسة للسنة الجافة 2007\2008 والسنة الرطبة 2002\2003 (48) وقد تبين ما يلي:

##### 1.4: اتجاه محور (النتوء) المرتفع العلوي:

وهو الاتجاه الذي يتخذه محور متن المرتفع العلوي حيث يسود ضغط جوي مرتفع، وتكون حركة الهواء ضد إعصاره فتتدفق الرياح الدافئة باتجاه منطقة الحوض ذات الضغط الجوي المنخفض وبالتالي فإن الوضع الذي يكون عليه محور المرتفع العلوي له أثر في تحديد نوع الكتل الهوائية وخصائصها. فخلال الفترة الجافة يكون النتوء فوق شرق المتوسط بينما يكون موقع الحوض العلوي فوق غرب المتوسط وأوروبا، ومن تحليل الخرائط السينوبتيكية كان تكرر اتجاه محور المرتفع العلوي على النحو الآتي (جدول، 9):

جدول 9: اتجاه محور المرتفع العلوي للسنة (2002\2003) و السنة الجافة (2007\2008)

النسبة	الحالات	2008\2007	النسبة	الحالات	2003\2002
%78	25	شمال جنوب	%67	32	شمال جنوب
%19	6	شمال شرق-جنوب غرب	%31	15	شمال شرق-جنوب غرب
%3	1	شمال غرب-جنوب شرق	%2	1	شمال غرب-جنوب شرق

المصدر: إعداد الباحثين من خرائط الطقس العليا مستوى (500 هكتوباسكال)

ففي حال كان اتجاه محور المرتفع العلوي شمالي شرقي -جنوبي غربي تكون الكتلة الهوائية قطبية قارية جافة، أما إذا كان اتجاه محور المرتفع شمالي غربي -جنوبي شرقي، تكون الكتلة الهوائية قطبية بحرية، وتكون قطبية باردة إذا كان الاتجاه شمالي جنوبي، فاتجاه ميل محور متن المرتفع الجوي يحدد مصدر الكتلة الهوائية التي ستغذي الحوض العلوي باعتبار الحوض منطقة ضغط جوي منخفض.

#### 2.4: ميل محور الحوض (الأخدود) العلوي البارد:

يتخذ اتجاه الحوض العلوي عند مستوى 500 هكتوباسكال فوق المتوسط ثلاثة أوضاع (جدول، 10) وقد تبين من تحليل الخرائط السينوبتيكية في السنة الرطبة 2003/2002 والسنة الجافة 2008/2007 ما يلي (الجدول، 9). لقد كان اتجاه امتداد الحوض العلوي للسنة الرطبة 2003\2002 باتجاه شمالي-جنوبي (35) حالة، وباتجاه شمالي شرقي - جنوبي غربي (12) حالة، حيث كانت الاحواض تتمركز في الغالب فوق الحوض الشرقي للبحر المتوسط مما كان لها التأثير الأكبر في الموسم المطري وبالتالي هطول أمطار غزيرة. بينما في السنة الجافة 2008\2007 كان اتجاه امتداد الحوض باتجاه شمالي-جنوبي (26) حالة، وباتجاه شمالي شرقي - جنوبي غربي (6) حالات، حيث كانت الاحواض تتمركز في الغالب فوق الحوض الأوسط للبحر المتوسط او كانت تتمركز الى الشرق من سوريا اي على يمين الحوض الشرقي للبحر المتوسط، مما كان له التأثير الأكبر في الموسم المطري مما يعني هطول اقل وسيادة ظروف الجفاف.

جدول 10: اتجاه ميل محور الحوض العلوي للسنة (2003\2002) و السنة الجافة (2008 \2007)

النسبة	الحالات	2008/2007	النسبة	الحالات	2003/2002
81%	26	شمال -جنوب	73%	35	شمال -جنوب
19%	6	شمال شرق-جنوب غرب	25%	12	شمال شرق-جنوب غرب
0%	0	شمال غرب-جنوب شرق	2%	1	شمال غرب-جنوب شرق

المصدر: إعداد الباحثين خرائط الطقس العليا مستوى (500هكتوباسكال)

#### 5: خرائط الطقس العليا الشهرية 500 هكتوباسكال فوق الحوض الشرقي للبحر المتوسط

1.5: خرائط الطقس العليا الشهرية (500hp) للسنة الرطبة 2003/2002

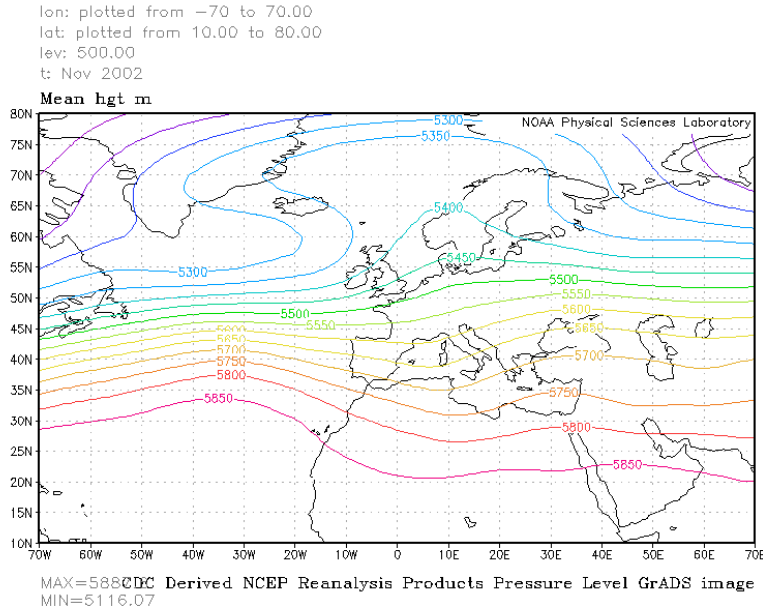
بلغت كمية الامطار الهاطلة في شهر تشرين الثاني في محطتي مطار عمان المدني ورأس منيف 16.7 و 52.9 ملم، حيث تشير الخريطة الشهرية لذلك الشهر الى وقوع الأردن تحت مركز حوض غير عميق حيث امتازت خطوط الضغط الجوي لمستوى (500hp) بطقس قليل وامتد محورها باتجاه شمالي-جنوبي، على ارتفاع تراوح بين 5750-5800متر، لذلك كانت كمية الامطار متواضعة نسبياً (الشكل، 3).

اما شهر كانون الأول فقد بلغت كمية الهطول في المحطتين 91.5 و 244.1 ملم، حيث تراوح ارتفاع خطوط الضغط بين 2700-5650 متر، حيث وقعت الأردن تحت تأثير احواض علوية باردة امتد محورها من تركيا باتجاه شمالي-شرقي جنوبي غربي، لذا تعرضت الأردن خلال هذا الشهر الى رياح رطبة في طبقات الجو العليا أدت الى هطول عال، (الشكل، 4).

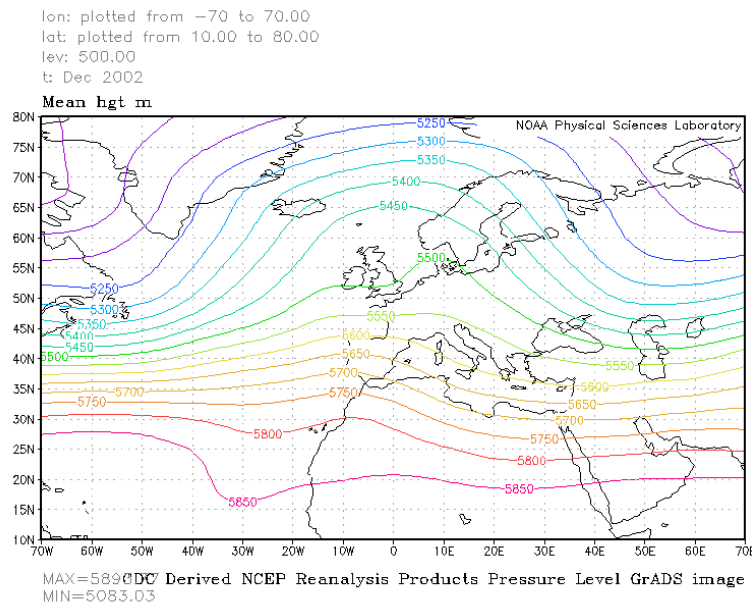
بينما بلغت كمية الهطول في شهر كانون الثاني 35.3 و 65.4 ملم في كلتا المحطتين، وكانت متواضعة نسبياً مقارنة مع كميات الهطول في الاشهر الاخرى باستثناء شهر تشرين الثاني، حيث وقع الأردن على الأطراف الشرقية للاحواض العليا التي تمركزت فوق الحوض الغربي للبحر المتوسط بمحور مائل باتجاه شمالي-شرقي جنوبي-غربي باتجاه الحوض الأوسط للبحر المتوسط، وتراوح ارتفاع الضغط بين 5650-5750 أي كان أكثر ارتفاعاً من الشهر السابق مما يدل على تأثرها بالرياح الرطبة الماطرة نسبياً، (الشكل، 5).

وفي شهر شباط بلغت كمية الهطول في مطار عمان ورأس منيف 85.7 و 261 ملم، وهي كمية هطول عالية في المحطتين بالنسبة لذلك الشهر، ويفسر ذلك بتأثر الأردن بأحواض علوية باردة عميقة تمركزت في معظمها فوق الحوض الشرقي للبحر المتوسط بمحور مائل باتجاه شمالي-شرقي الى جنوبي-غربي، واقتربت خطوط الكنتور من بعضها دلالة على تحدر الضغط الجوي حيث كان مستوى الضغط (500hp) فوق الأردن على ارتفاع 5550-5650 متر لهذا كانت كميات الهطول أعلى خلال هذا الشهر، (الشكل، 6).

وبالنسبة لشهر آذار فقد بلغت كمية الهطول 116 و 296.7 ملم في مطار عمان ورأس منيف على التوالي، حيث يلاحظ وقوع الأردن تحت تأثير عدد من الاحواض العليا الباردة التي امتدت فوق الحوض الشرقي للبحر المتوسط الا ان خطوط الضغط الجوي مستوى (500hp) كانت أكثر ارتفاعا من الأشهر السابقة على ارتفاع تراوح بين 5600-5700متر، لهذا كانت اقل تأثيرا على الأردن الا انه يمكن تفسير ارتفاع الهطول في رأس منيف ايضا بعامل آخر وهو انفتاح رأس منيف على المؤثرات البحرية من خلال فتحة سهل مرج بن عامر في فلسطين التي تسهل اندفاع الكتل الهوائية الى المنطقة الشمالية، (الشكل، 7).

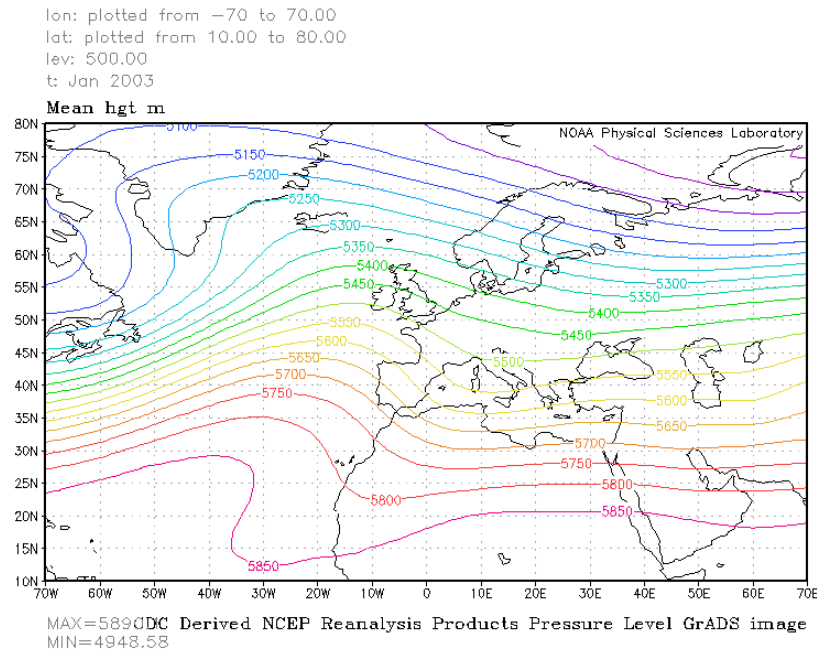


الشكل 3: خرائط الطقس العليا الشهرية 500 هكتوباسكال لشهر تشرين الثاني 2003/2002  
(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>)

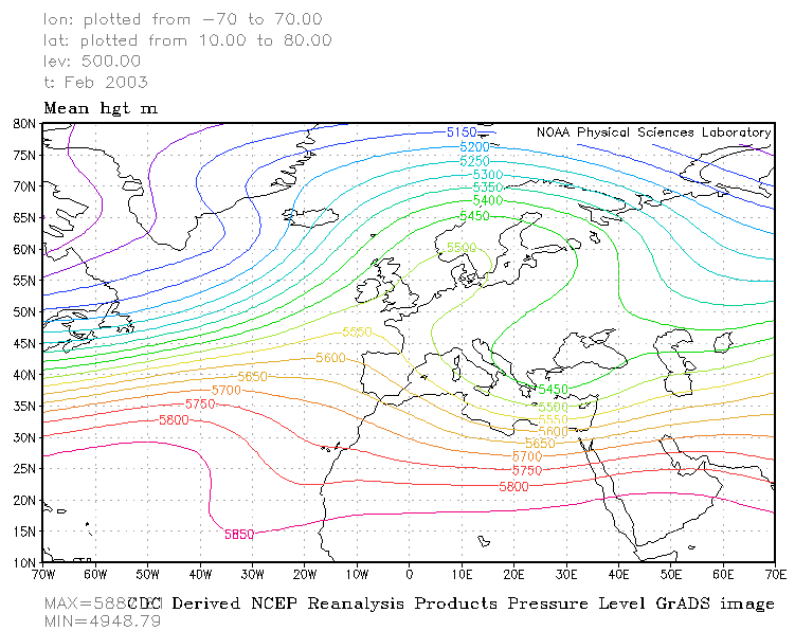


الشكل 4: خرائط الطقس العليا الشهرية 500 هكتوباسكال لشهر كانون الاول 2003/2002  
(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>)

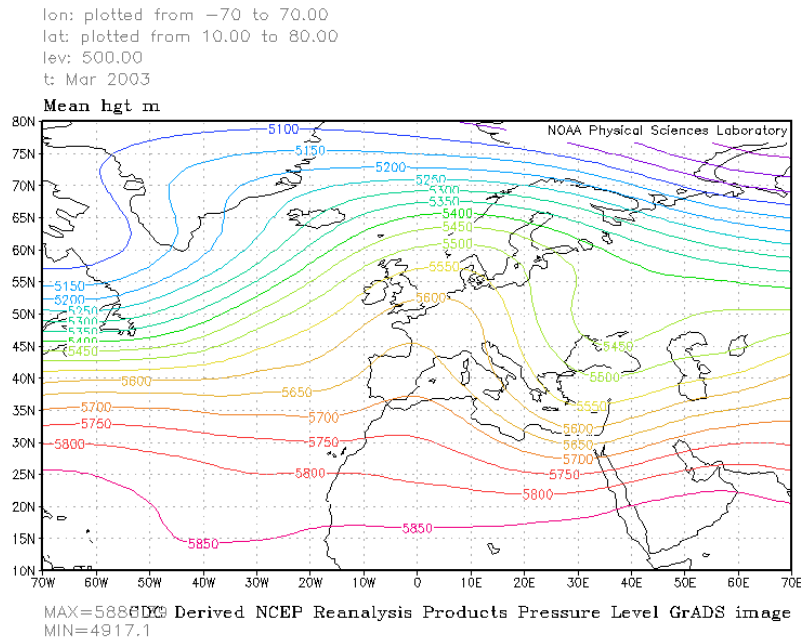




الشكل 5: خرائط الطقس العليا الشهرية 500 هكتوباسكال لشهر كانون الثاني 2003/2002  
(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>)



الشكل 6: خرائط الطقس العليا الشهرية 500 هكتوباسكال لشهر شباط 2003/2002  
(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>)



**الشكل 7: خرائط الطقس العليا الشهرية 500 هكتوباسكال لشهر آذار 2003/2002**  
(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>)

## 2.5: خرائط الطقس العليا الشهرية (500hp) للسنة الجافة 2008/2007 (الشكل 4)

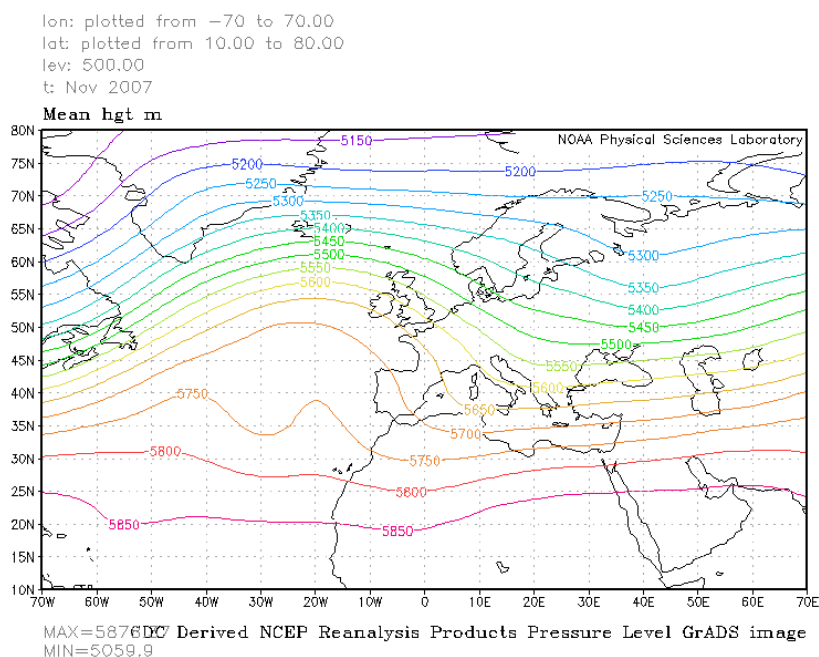
بلغت كمية الامطار الهائلة في محطتي الدراسة مطار عمان ورأس منيف في شهر تشرين الثاني 32 و 61.3 ملم، حيث تشير الخريطة الشهرية لذلك الشهر الى وقوع الأردن الى استقامة خطوط الضغط الجوي مستوى (500hp) وارتفاع مستوياتها فوق الأردن التي تروحت بين 5700-5800متر.

وفي شهر كانون الأول بلغت كمية الهطول لكلتا المحطتين 16.3 و 30.5 ملم، حيث كانت مستويات الضغط بين 5650-5750 متر، وكانت الأردن على الأطراف الشرقية للأحواض العليا التي تركزت في الحوض الغربي للبحر المتوسط بمحور مائل باتجاه شمالي شرقي-جنوبي غربي، وكانت خطوط الضغط فوق الأردن أقل تموجاً، مما قلل من تأثيرها بالرياح الرطبة الماطرة. كما بلغت كمية الهطول في شهر كانون الثاني 100 و 142ملم وهي اعلى كمية هطول في المحطتين خلال اشهر الدراسة في السنة 2008/2007، حيث وقع الأردن على الأطراف الشرقية للأحواض العليا التي تركزت فوق الحوض الشرقي للبحر المتوسط ولكن بمحور مائل باتجاه شمالي-شرقي، جنوبي-غربي باتجاه الحوض الأوسط للبحر المتوسط، وتراوح ارتفاع الضغط بين 5550-5650 متر أي كان اقل ارتفاعاً من الشهرين السابقين مما يدل على رطوبة اعلى وبالتالي مزيداً من الامطار.

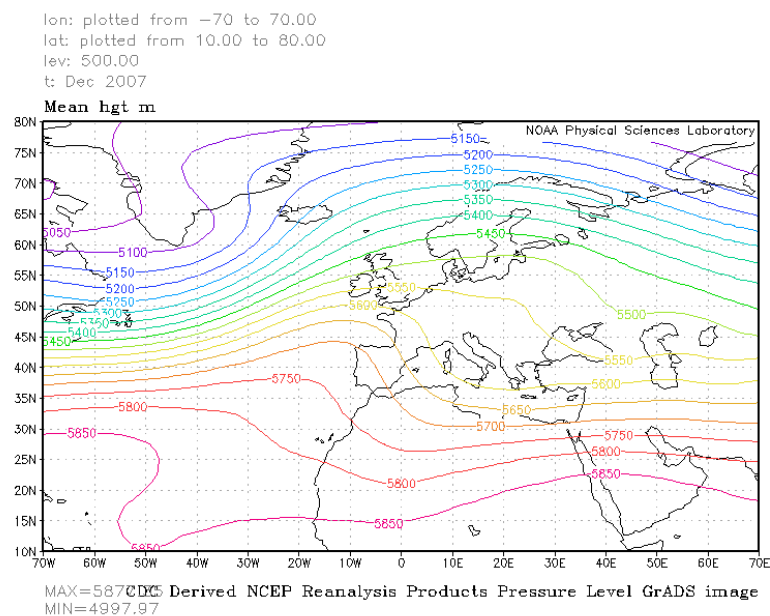
وفي شهر شباط فقد بلغت كمية الهطول 46 و 94.1 ملم في المحطتين على التوالي، حيث وقع الأردن على الأطراف الشرقية للأحواض العليا التي تركزت فوق الحوض الشرقي للبحر المتوسط ولكن بمحور مائل نحو اليمين، وتراوح ارتفاع الضغط بين 5600-5700 متر أي على ارتفاع اعلى نسبياً من شهر كانون الثاني السابق لهذا كانت كميات الهطول اقل من كميات الهطول في شهر كانون الثاني مع ان الحوض العلوي كان أقرب قليلاً للأردن.

وبالنسبة لشهر اذار فقد بلغت كمية الهطول 1.5 و 10 ملم، حيث وقع الأردن على الأطراف الغربية للتنوعات العليا وكانت خطوط الضغط الجوي مستوى (500hp) قليلة التموج على ارتفاع تراوح بين 5650-5750 متر، وتركزت الأحواض العليا الى الشمال من البحر المتوسط مما يدل على بعدها وضعف تأثيرها على الأردن.

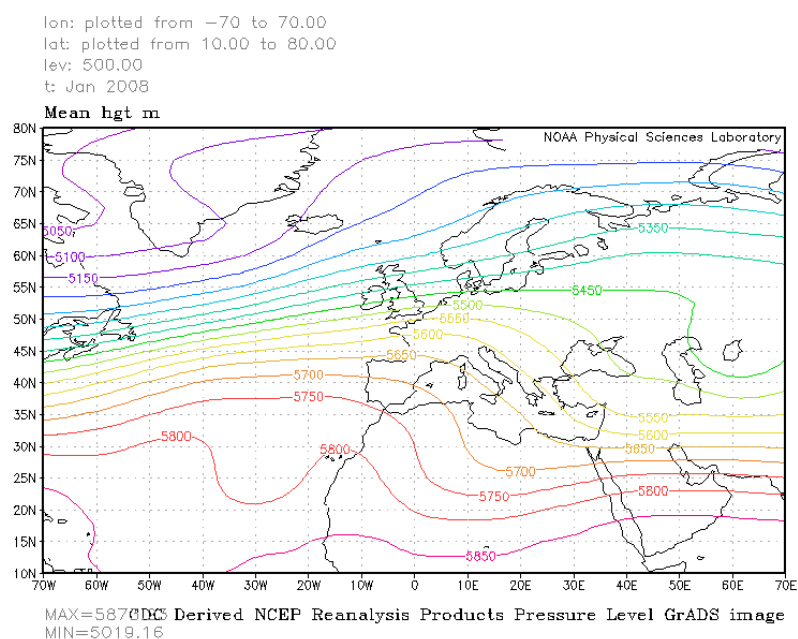




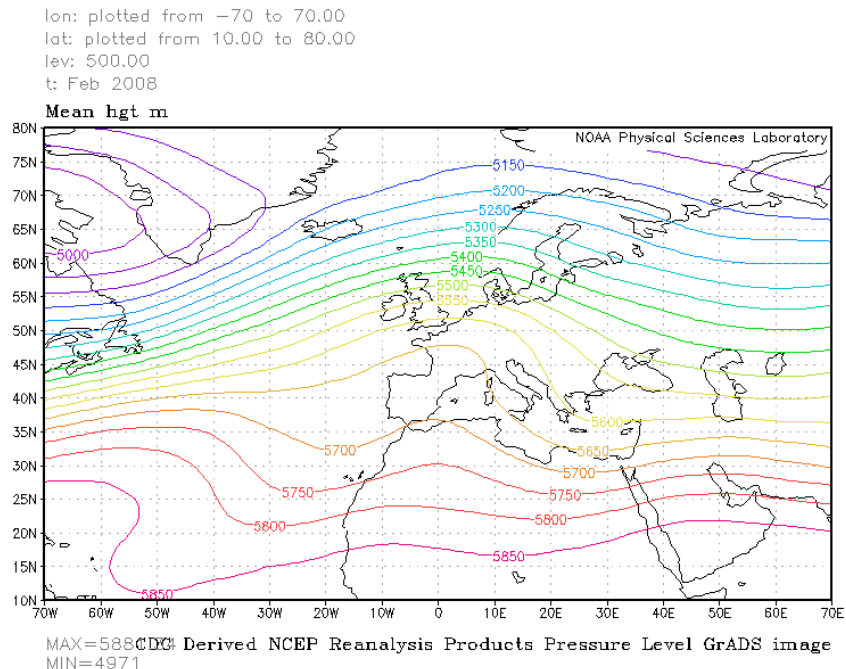
الشكل 8: خرائط الطقس العليا الشهرية 500 هكتوباسكال لشهر تشرين الثاني 2007/2008  
(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>)



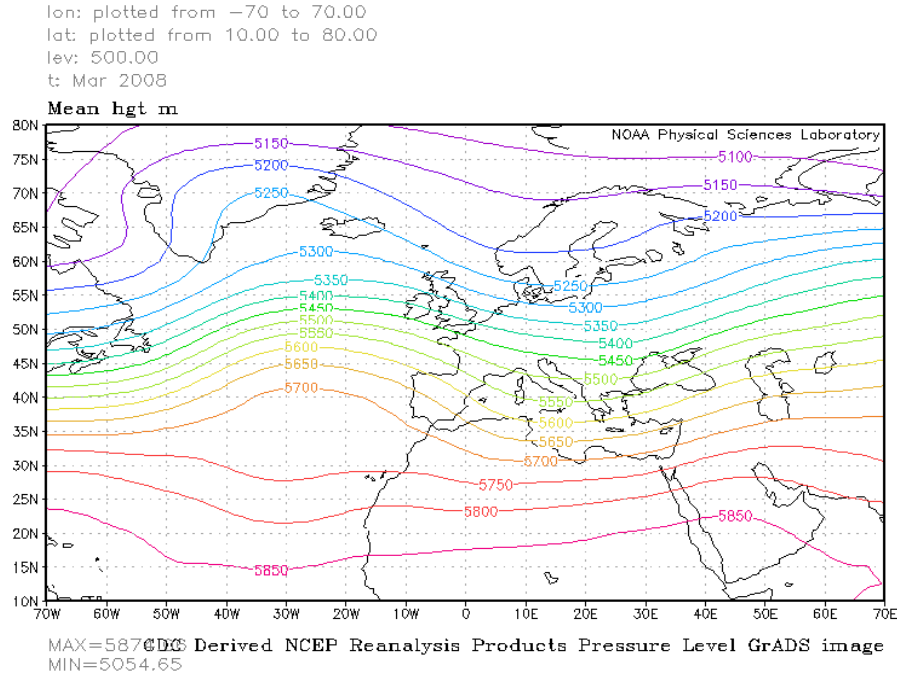
الشكل 9: خرائط الطقس العليا الشهرية 500 هكتوباسكال لشهر كانون الاول 2007/2008  
(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>)



الشكل 10: خرائط الطقس العليا الشهرية 500 هكتوباسكال لشهر كانون الثاني 2008/2007  
(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>)



الشكل 11: خرائط الطقس العليا الشهرية 500 هكتوباسكال لشهر شباط 2008/2007  
(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>)



الشكل 12: خرائط الطقس العليا الشهرية 500 هكتوباسكال لشهر آذار 2008/2007  
(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>)

#### ملخص النتائج:

أظهرت نتائج التحليل والمناقشة مجموعة من النتائج يمكن إبراز أهمها على النحو الآتي:

- 1- كلما كانت الأخاديد العليا تمتد من الشمال إلى الجنوب أو من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي فأنها تخلق ظروفًا مناسبة لتشكل المنخفضات الجوية الماطرة فوق المتوسط وهذا ما ينطبق على السنة الرطبة 2003/2002، والتي تركزت في معظمها فوق الحوض الشرقي للبحر المتوسط.
  - 2- رغم اتجاه محور معظم الأخاديد العليا باتجاه شمالي-جنوبي أو باتجاه شمالي جنوبي-شرقي غربي في السنة الجافة 2008/2007، إلا أنها لم تتمركز في معظمها فوق الحوض الشرقي للبحر المتوسط، وإنما في الحوض الأوسط أو إلى الشرق من الساحل السوري مما أدى إلى انخفاض معدلات الهطول في الأردن.
  - 3- عندما يكون اتجاه محور المرتفع العلوي شمالي شرقي جنوبي غربي يؤدي إلى ظروف جفاف لأن ذلك يعني تزويد الأخدود بهواء قاري جاف وهذا ما ينطبق على السنة الجافة 2008/2007.
  - 4- دلت مخططات التيفجرام أنه خلال السنة الرطبة 2003/2002 اقتربت درجة الحرارة من درجة الندى لارتفاع نسبة الرطوبة تشبع الهواء، وخلال بجفاف الهواء وانخفاض نسبة رطوبته.
  - 5- ترتبط الأمطار في الأردن بامتداد حوض علوي بارد على مستوى ضغط 500 هكتوباسكال فوق الحوض الشرقي للبحر المتوسط، بينما يؤدي امتداد مرتفع علوي إلى سيادة ظروف الجفاف.
  - 6- عدم وجود ارتباط بين كمية الأمطار والارتفاع على مستوى (300 هكتوباسكال) في السنة الجافة حيث بلغت قيمة الارتباط (0.08%) فكانت أقرب إلى الصفر وفسر ذلك بابتعاد التيار النفاث عن المنطقة شمالاً وضعف تأثيره في السنوات الجافة.
- وجود ارتباط سالب بين الأمطار والارتفاع على مستوى (500 هكتوباسكال) في السنة الرطبة، فكلما قل ارتفاع الأحواض العليا الباردة تزداد كمية الأمطار، وارتباط سالب قوي أيضاً بين الأمطار ودرجة الحرارة إشارة إلى زيادة في كمية الهطول مع انخفاض درجة الحرارة.

## قائمة المصادر والمراجع

- إبراهيم، صفاء (1989)، الجفاف في منطقة إربد، أطروحة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن  
 بني دومي، محمد (2000) اتجاه محور الأخدود والانبعاج فوق البحر المتوسط عند مستوى ضغط 500 ميلليبار لسنوات الجفاف في الأردن، مؤته للبحوث والدراسات المجلد 15 العدد الخامس، ص 361-378.  
 الخطيب، حامد، (2001) مقارنة في منظومة الغلاف الجوي على ارتفاع 500 ميلليبار بين سنتين واحدة مطيرة والأخرى جافة (1991/1992) (1998/1999)، مجله ودراسات ، مجلد 28 العدد2.  
 الخلف، محمد (1997)، الخصائص الشمولية والمكانية لسنوات الجفاف في الاردن، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بغداد.  
 دائرة الأرصاد الجوية الأردنية، بيانات أمطار يومية وشهرية غير منشورة (1970-2016).  
 زيتون، محمد. وشحادة، نعمان. (2015). مؤشرات التغير المناخي في الأردن. دراسات العلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد 42، عدد2.  
 شحادة، نعمان. (2002)، الأساليب الكمية في الجغرافية باستخدام الحاسوب، دار صفاء، عمان-الأردن.  
 شحادة، نعمان. (1990). مناخ الاردن. ط3، دار البشير، عمان - الاردن.  
 شحادة، نعمان. (2009)، علم المناخ، دار صفاء، عمان-الأردن.  
 شحادة، نعمان (1985) فصلية الأمطار في الحوض الشرقي للبحر المتوسط وأسيا العربية، دراسات المجلد 12 العدد 7-7.  
 دراسة، شحادة، 1978، الاتجاهات العامة للأمطار في الأردن، دراسات، عدد2، مجلد 5، ص 41-74.  
 غانم، على (1995) تحليل معامل الجفاف لموسم الأمطار في الاردن، المجلة التونسية للجغرافيا 28.  
 Al-Khalaf, Muhammad, (1997), *Comprehensive and Spatial Characteristics of Drought Years in Jordan*, Unpublished Doctoral Thesis, College of Arts, University and University of Baghdad.  
 Al-Khatib, Hamed, (2001) A comparison of the atmospheric system at an altitude of 500 millibars between one rainy year and the other dry (1991/1992) (1998/1999), *Journal and Studies*, 28(2).  
 Bani Dumi, Muhammad (2000) The direction of the axis of the trough and ridge dent the Mediterranean Sea at pressure level of 500 millibars for the drought years in Jordan, *Mu'tah for Research and Studies*, 15 (5), 361-378.  
 Druyan, L.; Cohen, M. 1987: On the krown method for forecasting seasonal rainfall in Israel. *Israel Journal of Earth Sciences* 7(1-2): 85-87.  
 Ghanem, Ali. (1995), Analysis of the drought coefficient of the rainy season in Jordan, *Tunisian Journal of Geography* 28.  
 Ghanem, Ali (2006) weathe rcondition Associated with Extreme dry and wet Episodes in Jordan during winter (1961-2000) *Damascus university journal* .22 (1-2).  
 Ibrahim, Safa (1989), *Drought in the Irbid Region*, unpublished MA thesis, University of Jordan, Amman, Jordan.  
 Jordan Meteorological Department, Daily and monthly rain data for the years of (1970-2016).  
 Krown, L., 1966: An Approach to Forecasting Seasonal Rainfall in Israel. *J. Appl. Meteor.*, 5, 590-594.  
 Shehadeh, N. (1978), General Trends of Rainfall in Jordan, *Dirasat*, 5 (2), 41-74.  
 Shehadeh, N. (2009), *Climatology*, Dar Safa, Amman, Jordan.  
 Shehadeh, N. (2002), *Quantitative Methods in Geography using Computer*, Dar Safa, Amman-Jordan.  
 Shehadeh, N. (1985), The Season of Rainfall in the Eastern Basin of the Mediterranean and Arabian Asia, *Dirasat*, 12(7).  
 Shehadeh, N. (1990), *Climate of Jordan*, Dar Al-Bashir, Amman, Jordan.  
 Zangvil Abraham and Druian Perla, 1990, Upper air trough axis orientation and the spatial distribution of rainfall over Israel, *International Journal of Climatology*, 10(1).  
 Zeitoun, Mohammad and Shehadeh, Numan. (2015). Climate change indicators in Jordan. *Humanities and Social Sciences Studies*, 42(2).  
<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>.  
<https://www.ready.noaa.gov/READYamet.php>.