الأحوال الجوية المرافقة للفيضان المفاجئ الذي أثر على مدينة العقبة يوم 2015/3/29

سامر عوض النوايسة*

نوح "محمد علي" حسن الصبابحة

ملخص

هدف هذا البحث إلى دراسة وتحليل وتفسير الظروف السينوبتيكية المرافقة للفيضان المفاجئ الذي تأثرت به مدينة العقبة يوم 29 آذار 2015، من خلال تحليل خرائط الطقس السطحية والعلوية (1000 و500 هكتوباسكال)، بالإضافة لتحليل مخططات التيفيجرام والمبنية على قراءات الأقمار الصناعية، بهدف تحديد حالة الغلاف الجوي وخصائص الكتل الهوائية من حيث التغير في قيم درجات الحرارة، الضغط الجوي، درجة الندى، سرعة واتجاه الرياح أثناء حدوث الفيضان. وتوصلت الدراسة إلى أن الوضعية الجوية المرتبطة بوقوع الأردن تحت تأثير المنخفضات الخماسينية، والتي تلتقي بامتداد أخدود منخفض البحر الأحمر المقترن بحوض علوي بارد في طبقات الجو العليا هي الوضعيه الجوية الأكثر ملاءمة لتطور حالة عدم استقرار جوي شديدة الفعالية، والتي يصاحبها هطول زخات رعدية من المطر تؤدي إلى حدوث فيضانات فجائية في مدينة العقبة. كما ترتبط الفيضانات الفجائية التي تتعرض لها المدينة باستمرار بخصائص الأحواض المائية الجيومورفولوجية والجيولوجية للمنطقة المحيطة بالمدينة، بالإضافة لانحدار الأودية بشكل مباشر صوب المدينة وتحديدا الأودية المشكلة لحوض وادي اليتم ومبارك، باعتبارها من أهم الأودية المسببة لحدوث الفيضان؛ نظرا لطبيعة نظام الهطول المطري الذي يتسم بالتركز الزمني والذي يتطور عنه فيضانات مدمرة أحيانا لكبر كمية الأمطار التي تهطل على منابعها ووصول الفيضان إلى قمته في فترة زمنية قصيرة.

الكلمات الدالة: الأحوال الجوية، الفيضان الفجائي، منخفض البحر الأحمر، مدينة العقبة.

* قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة اليرموك.

تاريخ تقديم البحث: 2015/8/31م. تاريخ قبول البحث: 2016/3/10م.

© جميع حقوق النشر محفوظة لجامعة مؤتة، الكرك، المملكة الأردنية الهاشمية، 2017 .

synoptic conditions associated with Flash flood, which affected the city of Aqaba on 29 March 2015

Samer Awad Al-Nawaiseh

Noah "Mohammad Ali" Al-Sababhah

Abstract

The aim of this research is to study and analysis of synoptic conditions associated with Flash flood, which affected the city of Aqaba on 29 March 2015 by analyzing weather maps surface and upper (1000 and 500 hpas), in addition to the analysis of Tephegram Charts based on satellite readings, in order to determine the State of the atmosphere and the characteristics of air masses in terms of the change in the values of temperature, pressure, dew, speed and wind direction during the flooding. Where the study found that air situation associated with the occurrence of Jordan under the influence of the khamsin, depressions, which converge The Red Sea Trough, combined with cold upper Trough atmosphere, are the most appropriate air position for the evolution of unstable air is highly effective and accompanied by Thunder and Rain storms following flash flooding in Aqaba, and the impact of flash floods which hit Aqaba topography of the region surrounding the city, and particularly steep valleys directly towards the city, specifically the valleys of the Wadi Yutem and Mubarak basin as the most important valleys causing flooding due to the nature of rain precipitation system characterized by concentration, which develops about devastating floods sometimes large quantity of rains on the headwaters and the flood peak arrives in a short period of time.

Keywords: synoptic conditions, Flash flood, The Red Sea Trough and Aqaba city.

المقدمة:

تعد الفيضانات الفجائية (Flash Floods) من المسببات الرئيسة للخسائر في البنية التحتية والممتلكات العامة والخاصة، كما تعتبر من الأخطار التي تهدد حياة الإنسان في الكثير من المناطق الجافة من العالم . كما تؤدي الفيضانات دورا أساسيا في تعديل البيئة النهرية في المناطق الصحراوية (Inbar,1987) من خلال ما يرافقها من عمليات حت ونقل وترسيب خلال فترات زمنية قصيرة . وتختلف الظروف السينوبتيكية المرافقة للفيضانات الفجائية التي تتأثر بها البيئات الجافة الواقعة في الجزء الشرقي والجنوبي الشرقي من حوض البحرالمتوسط. من حيث شدتها وطبيعتها والعوامل المسببة لها. وترتبط معظم هذه الفيضانات بوقوع تلك المناطق الجافة تحت تأثير حالات عدم الاستقرار الجوي والتي تعد مظهراً من مظاهر الاضطرابات الجوية التي يندر أن يخلو منها أي فصل من فصول السنة. ووجد أن حالات عدم الاستقرار(Atmospheric Instability) التي يتعرض لها الأردن يكثر حدوثها في الفترات الانتقالية من السنة خاصة في فصلي الربيع والخريف، حيث وصلت نسبة الحالات التي حدثت خلال هذين الفصلين إلى 67% من مجموع الحالات التي يتعرض لها الأردن. ونظراً لموقع الأردن في الجزء الجنوبي الشرقي من حوض البحر المتوسط فإنه يتأثر بمعظم المنخفضات التي تصل الحوض الشرقي، إضافة للمنخفضات المحلية التي تتكون في ذلك الحوض أيضاً، كما يتأثر الأردن بالمنخفضات الخماسينية خاصة خلال شهري آذار ونيسان، حيث يتراجع تأثير الظروف الجوية التي كانت سائده خلال فصل الشتاء فيتراجع المرتفع الآزوري نحو الشمال. وتضعف جبهة البحر المتوسط ويتزحزح موقعها شمالا. ويكثر تأثر الأردن بالمنخفضات الخماسينية التي تغزو شرقي المتوسط من شمال إفريقيا خاصة في فصل الربيع، حيث تتحرك نحو الشرق بموازاة الساحل الإفريقي، (شحادة، 1991). كما يتأثر الأردن بمنخفض البحر الأحمر والذي يظهر تأثيره على الأردن خلال فصلي الربيع والخريف حيث يتمدد نحو الشمال أو الشمال الشرقي مؤثراً على الحالة الجوية في الأردن، (أبوحسين، 1994).

وبالرغم أن حالات عدم الاستقرار التي تؤثر على الأردن لا تستمر لفترة طويلة إلا أنها تمتاز عن المنخفضات الجوية، بعنف الظواهر المرافقة لها وبشدتها، ويعود تزايد حدة تلك الحالات إلى وجود منخفض جوي بارد في طبقات الجو العليا متزامن مع امتداد لمنخفض جوي سطحي كمنخفض البحر الأحمر أو المنخفض الخماسيني والذي يصحبها كتلة هوائية حارة رطبة مؤدية إلى هطول كميات كبيرة من الأمطار خلال فترة زمنية قصيرة، بكثافة وديمومة هطول عالية في مراكز

العواصف، يصعب استيعابها من قبل الطبقة السطحية المفتتة، لتتدفق سريعا باتجاه الأودية والمجاري المائية مشكلة خطرا واضحا على السلامة العامة قد تؤدي إلى كوارث جسيمة تخلف الضرر بالممتلكات وبالأرواح أحيانا.

ونظرا لأهمية تلك الحالات فقد تنوعت جوانب دراساتها، فتناولت دراسة شحادة (1992)، وغانم (1993)، وبني دومي (2002)، والصبابحة (2005)، وصف وتحليل الظروف السينوبتيكية المسئولة عن حالات عدم الاستقرار الجوي، والآليات التي تزيد من حدتها، مستخدمين خرائط الطقس والمعلومات الجوية التفصيلية المتوافرة لمحطات الرصد الجوي، مستشهدين بحالات جوية ذات طابع استثنائي سببت فيضانات فجائية كارثية أحيانا. وفي دراسات أخرى Morin ,et al(2007))، والقضاه (2011) ، والفرحان(2014) تم التطرق إلى الظروف الجوية والتأثيرات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية المتصلة بهذه الاحداث المتطرفة من الهطول المطري والمرتبطة بخصائص الأحواض المائية التي تزيد من حده تصريف الفيضان الفجائي.

ويغلب على الأمطار الهاطلة على مدينة العقبة النمط الاعصاري الناجم عن حالات عدم الاستقرار الجوي والتي تتضاعف معها كميات الهطول وذلك عند اقترانها بأحواض علوية باردة تزيد من الفعالية الجوية للحالة. مؤدية إلى حدوث فيضان داخل المدينة. وتشير السجلات المطرية للعقبة أن هذا النوع من العواصف هو من النمط الشائع والمتكرر، فتعرضت المدينة بتاريخ 2016/2/12م. لفيضان مفاجئ أدى إلى مقتل تسعة أشخاص، ووصلت شدة الأمطار إلى 2,9 ملم\ ساعة في وادي اليتم، وأحدثت السيول المرافقة للفيضان المفاجئ تدميرا واسعا في البنية التحتية خاصة خطوط المياه، كما تم إغلاق مطار العقبة والطريق المؤدي إليه نتيجة تأثر جسم الطريق ومدرج المطار بالسيول ونواتج الانجراف العالي للمفتتات الصخرية، كما تأثرت مدينة العقبة بفيضان آخر بتاريخ 2012/10/22م. أدت السيول المرافقة له إلى وفاتين وخسائر جسيمة بنفس مناطق التأثر السابقة من البنية التحتية.(The Aqaba Region Authority,2014).

2- مشكلة الدراسة وأهميتها:

تأثرت مدينة العقبة يوم 29 آذار 2015 بحالة عدم استقرار جوي أدت إلى هطولٍ غزيرٍ للأمطار بلغت شدتها 9 ملم خلال عشرين دقيقة، (وزارة المياه والري، 2015) ترافق ذلك بارتفاع معدلات انجراف التربة وتدفق مياه الأمطار على شكل سيول عارمة في وادي اليتم ومناطق

المحافظة المختلفة. وصاحب الأمطار التي هطلت صباح يوم 29 آذار عواصف رعدية، فيما تحولت بعض الشوارع إلى برك من المياه جراء غزارة الأمطار وقصر فترة هطولها الأمر الذي حال دون قدرة وكفاءة شبكات التصريف المائي على استيعابها، مما أدى لأثار تدميرية عالية نتيجة وصول الفيضانات الفجائية (Rain Storm Flood) إلى المدينه خلال فترة زمنية قصيرة.

وباعتبار الفيضانات الفجائية من الأخطار الطبيعية والتي زاد من حدة تأثيرها الحساسية العالية للأوساط البشرية خصوصا في المدن الساحلية – كمدينة العقبة – والتي تعتبر مستوى أساس لمجموعة الأودية المتجهة للساحل، مما يتسبب بمزيد من الخسائر سواء بالبنى التحتية والممتلكات الخاصة أو التهديد لحياة القاطنين فيها، وجاءت الدراسة لتحليل الظروف والأوضاع السينوبتيكية المرافقة لتلك الحالة غير الاعتيادية والمسببة لحدوث الفيضانات الفجائية، باستخدام خرائط طقس العلوية والسطحية ومخططات التيفجرام وقيم العناصر المناخية المقاسه.

ونظرا لأهمية دراسة الأحوال الجوية المرافقة للفيضانات المفاجئة في تحديد الإجراءات التي يجب اتخاذها قبل حدوث حالات مشابهه وأثناء حدوثها وبعد انتهاء الحالة وفق منهجية واضحة ومقننة لإدارة الأزمة تبعا لطبيعة وسلوك الحالة المتوقع تأثيرها من قبل صناع القرار.

3- أهداف البحث:

من خلال تحديد مشكلة الدراسة وأهميتها فإن الدراسة تهدف إلى:

1. تحليل وتفسير الظروف السينوبتيكية المرافقة الفيضان الفجائي الذي أثرت على مدينة العقبة يوم 29 آذار 2015.
2. تحليل وتفسير مخططات التيفيجرام والمبنية على قراءات الأقمار الصناعية بهدف تحديد حالة الغلاف الجوي وخصائص الكتل الهوائية من حيث التغير في قيم درجات الحرارة، والضغط الجوي، ودرجة الندى، وسرعة واتجاه الرياح أثناء حدوث الفيضان الفجائي.
3. تحديد الخصائص الجيومرفولوجية والجيولوجية للأودية الرئيسية المتجهة صوب مدينة العقبة والتي تهدد بفيضاناتها المدينة.

منهجية البحث:

لتحقيق أهداف هذه الدراسة فقد اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي والوصفي التحليلي، علماً أن هذا النوع من الدراسات يحتاج إلى منهجية تمكننا من تحليل الظروف الجوية

الشمولية المتصلة بهذه الحالة الجوية، حيث استمدت من أدبيات هذا النوع من الدراسات خصوصا الحديثة منها كما في دراسات كلا من: Chagnon, S.A. and ،Capriola, S.J., (1992) ،Kunkel, K.E.,(1999) ، Andretta, T. at. al,(2004) ، Dayan, U. at. al, (2001) ، Fragoso, R. at. al,(2010)

من خلال:

1. تحليل خرائط الطقس السطحية والعلوية (السطحية لمستوى(1000هكتوباسكال) والعلوية عند مستوى (500 هكتوباسكال) يوم 29 آذار 2015 ، والمبنية على قراءات الأقمار الصناعية التي تنتجها (NOAA) من خلال الموقع الإلكتروني (http:www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html\2015)

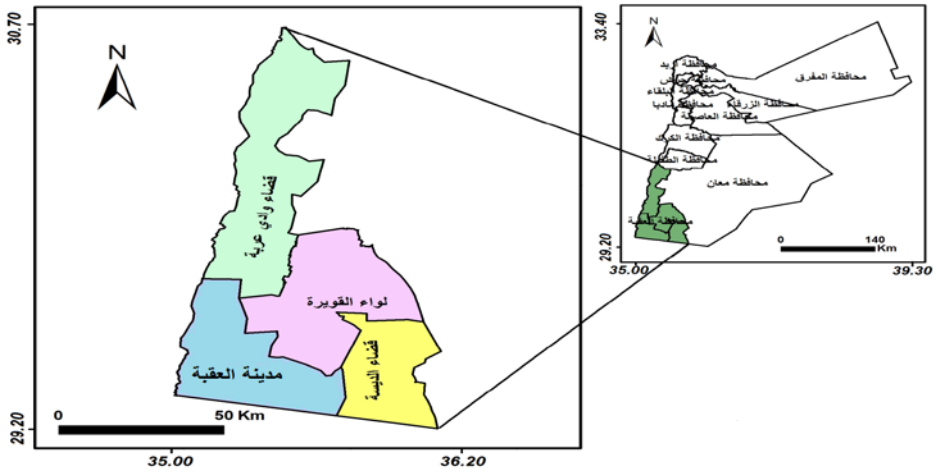
وذلك لتحديد مراكز الضغط الجوي السطحية يوم حدوث الحالة ومدى اقترانها بوجود أحواض علوية باردة. بالإضافة إلى لتحديد مقدار التغير في قيم الضغط الجوي لليوم الذي سبق واليوم التالي لحدوث الحالة الجوية.

2. تحليل مخططات التيفجرام والمبنية على قراءات الأقمار الصناعية الصناعية التي تنتجها (NOAA) من خلال الموقع الالكتروني (http:www.arl.noaa.gov/ready-bin/prfile2a.pl.html\2015)، لتحديد حالة الغلاف الجوي وخصائص الكتل الهوائية فوق الأردن وفوق منطقة وادي اليتم خلال حدوث الفيضان، والمتمثلة بدرجة الحرارة, والضغط الجوي، ودرجة الندى، والرطوبة النسبية، وسرعة واتجاه الرياح يوم 29 آذار 2015، (دائرة الأرصاد الجوية، 2015) .

3. تحديد الخصائص الجيومورفولوجية والجيولوجية العامة للأودية الرئيسية التي تشكل مجاري لمياه الأمطار المتجهه صوب مدينة العقبة والتي تسبب حدوث الفيضان باستخدام تقنية نظام المعلومات الجغرافية (GIS) والتي اعتمد فيها على استخدام نموذج الارتفاع الارضي (DEM) في رسم الشبكة المائية لها من خلال الموقع الإلكتروني (http://gdem.aster.erdas.org.jp//). وذلك لرسم الشبكة المائية للأودية الرئيسة، والتي تشكل مجاري لمياه الأمطار المتجهه صوب مدينة العقبة والمسببة لحدوث الفيضان.

منطقة الدراسة:

تقع محافظة العقبة في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة الأردنية الهاشمية وتمتد ما بين القريقرة شمالاً والحدود الأردنية السعودية جنوباً، كما تمتد فيما بين الحدود الفلسطينية غربا ورأس النقب الشرقي وبطن الغول والمدورة شرقاً، وتمتد ما بين خطي طول 35° و 35.78° شرقا وما بين دائرتي عرض 29.23° و 30.70° شمالاً. أما المنطقة المستهدفة بالدراسة والتي تتعرض باستمرار للفيضانات المفاجئة فتشكل مساحة هندسية منتظمة تبلغ 6583 كم2 تأخذ شكل المستطيل بقاعدة 12كم من الشرق إلى الغرب، وطول 30كم من الشمال إلى الجنوب، كما تتكون من الامتداد الحضري لمدينة العقبة بمورفولوجيتها الحالية المتمثلة بالمرتفعات الجبلية المحيطة بها وبمساحة لا تتجاوز 230كم2 الشكل (1) .



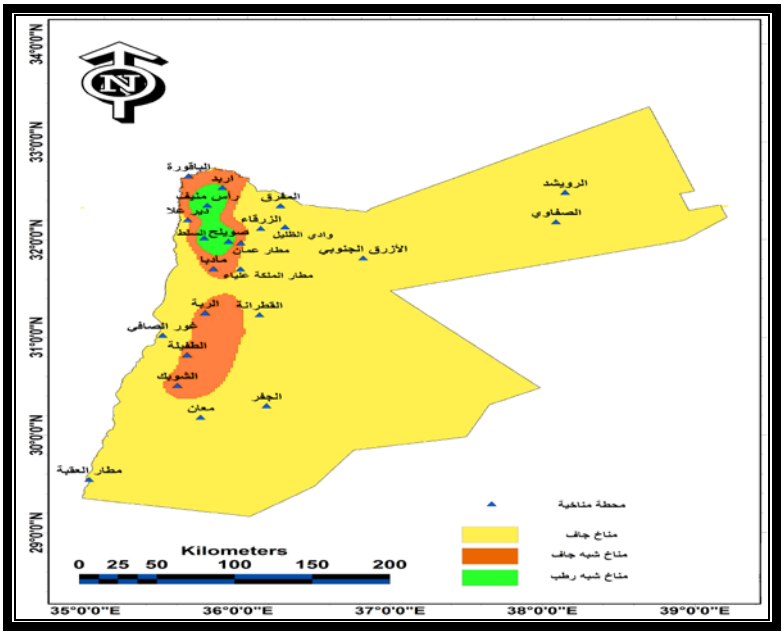
الشكل (1) موقع منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على بيانات وزارة البلديات

مناخ منطقة الدراسة:

يعد مناخ مدينة العقبة صحراوي جافاً قليل الأمطار حسب تصنيف ثورنثويت (الصبابحه، 2013)، اذ لا يزيد المعدل السنوي للأمطار عن 37 ملم، (دائرة الأرصاد الجوية، 2015م)، الشكل(2). وبالرغم من وقوعها في أقصى الطرف الجنوبي من الأردن والبعيد عن تأثير

المنخفضات الجوية المتوسطية المؤثره على الأردن إلا أن هذا الهطول يتميز أحيانا بالغزارة والفجائية خصوصا في الأحباس العليا للأودية الجانبية مثل: اليتم ومبارك والمتخذة من مستوى البحر في المدينة أساسا لها، لتتجاوز امطارها السنوية 150 ملم، ونظرا لنمط الفجائية والغزارة السائد داخل مناطق محدده ذات النمط البقعي (Spotty) بما نسبته 60% من مجموع الأمطار الهاطلة، (Sharon,1972)، ويظهر ذلك جليا في أواخر الخريف نتيجة نشأة وشدة حركة خلايا الحمل الحراري (Local Convective Cells)، المرتبطة بتوغل منخفض البحر الأحمر (Grodek et al 2002)، وأحيانا قد تهطل الأمطار السنوية في عاصفة مطرية واحدة مؤدية إلى ارتفاع معدل تركز الأمطار لتشكل سيولا متجمعة في الروافد الجانبية حيث تجري باتجاه الأودية الرئيسة وبالتالي حدوث فيضانات غطائية داخل مدينة العقبة نتيجة تدفق المياة عبر الأودية على شكل قنوي، في الأجزاء العليا من المدينة قد تتسبب باضرار جسيمة في البنية التحتية، كالطريق الخلفي لمدينة العقبة (Farhan,1999).

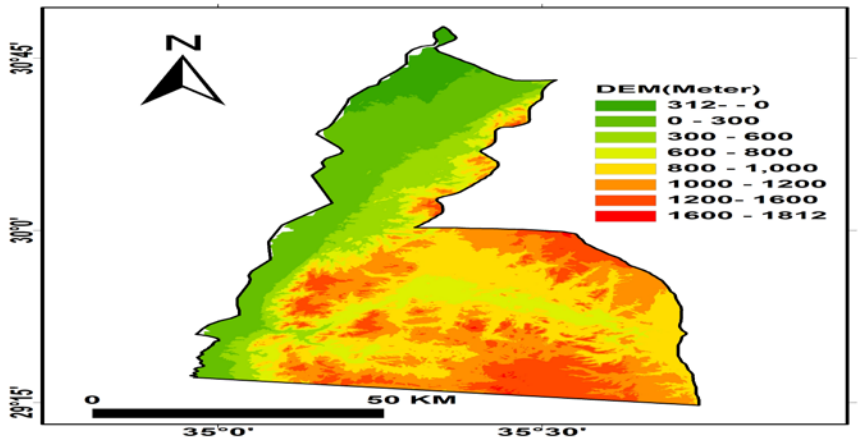


الشكل(2) تصنيف المناخ في الأردن وفقا لمعادلة ثورنثويت

المصدر: الصبابحه، 2013

الخصائص الجيومورفولوجية والجيولوجية لأحواض الأودية الرئيسية لمنطقة الدراسة:

تمتاز الاحواض المائي في العقبة بصغر حجمها النسبي، والذي لا يتجاوز 200كم^2، وتتخذ مساحاتها الشكل المثلثي المائل إلى الاستطالة (الذنيبات،2011). والتي تشكل قاعدتها جبال الجرانيت الجرداء العالية والتي يصل ارتفاعها إلى حوالي 1300م فوق مستوى سطح البحر، وتتسم بارتفاع درجة انحدارها لتصل لأكثر من 15 درجة (Very Steep)، وشدة عمليات التجوية والانجراف والتي جردها من الحجر الرملي إلا في بعض الأجزاء الغربية منها (Farhan,2014)، وبالاتجاه جنوبا تبدأ الأودية بالتقاطع مع وحدة الجرانيت ضمن اتجاهات الصدوع الرئيسة والثانوية بنمط تصريف مائي شجري (Dendretic)، كما تعتبر الكثافة التصريفية متوسطة (Drainage Denisty) حوالي 8كم/كم^2، بقيمة وعوره عالية (Rugfedness) تزيد على 190م / كم^2. وعند ذلك يتهأدى المنسوب شيئا فشيئا في أراضي وحدة أسطح البيدمنت الفيضي (Alluvial Piedmont) في بداية العمران البشري للمدينة، وتتخنصر مناطق تقسيم المياه للأودية الرئيسة لوادي اليتم ومبارك داخل مساحات محددة إلى أن تصل بجريانها لأراضي وحدة المراوح الفيضية (Alluvial Fans) والتي تمتاز باختصارها على مجار رئيسة ومحدده ووفرة المفتتات الصخرية، ووضوح مصابها عند خليج العقبة، ويمثل الشكل (3) نموذج الارتفاع الأرضي لمدينة العقبة.



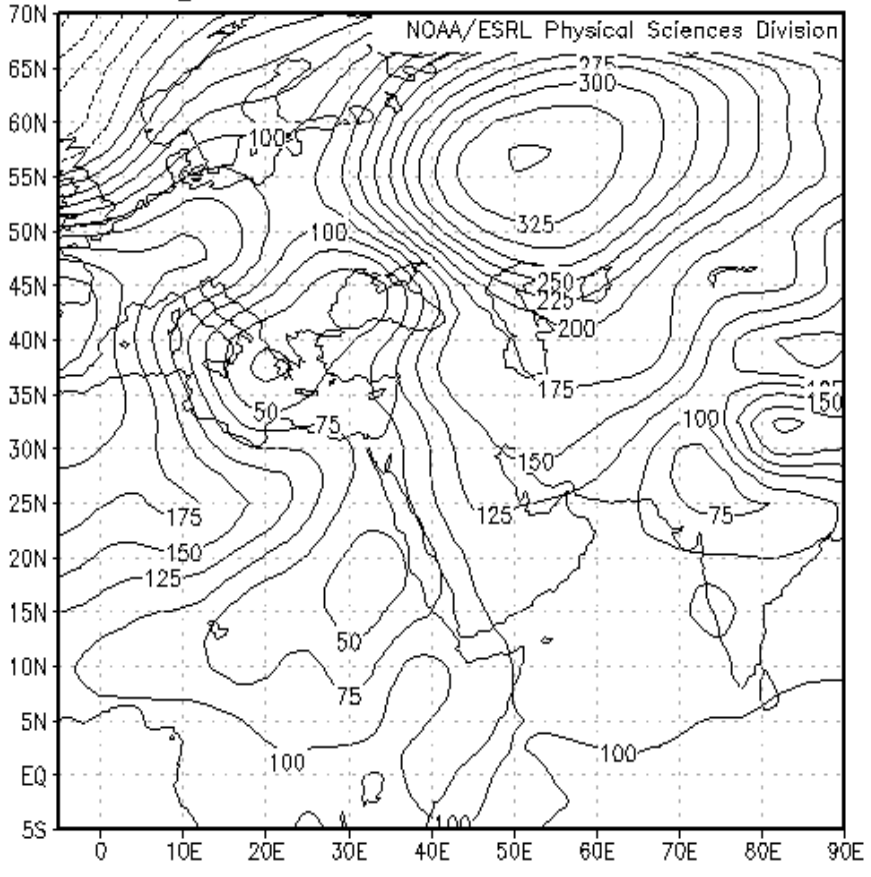
الشكل (3) نموذج الارتفاع الأرضي لمحافظة العقبة

المصدر: عمل الباحثان بالاعتماد على (DEM / http://gdem.aster.erdas.org.jp//)

النتائج ومناقشتها:

الوضعية الجوية يوم 28 آذار 2015 :

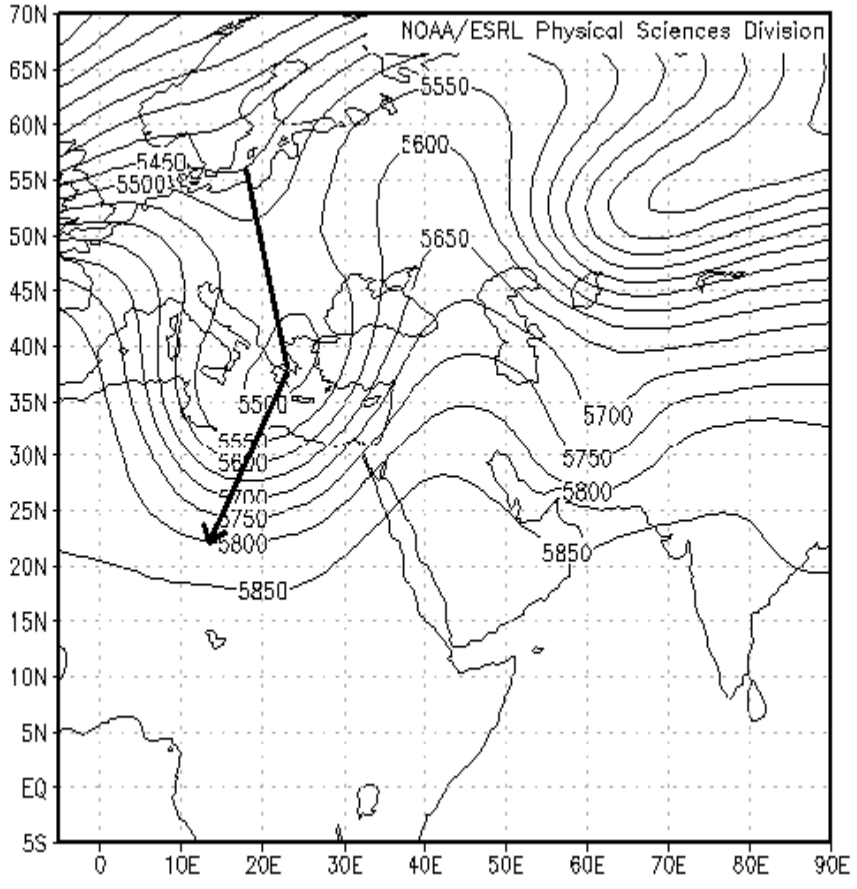
تأثر الأردن يوم 28 آذار بامتداد لمنخفض خماسيني تبلغ قيمة الضغط الجوي في مركزه (1010) ملبيار، الشكل (4). حيث أدت هذه الوضعية الجوية السطحية إلى هبوب رياح جنوبية إلى جنوبية شرقية حارة وجافة ومثير للغبار في المناطق الجنوبية والشرقية من الأردن، الجدول(1).



الشكل (4) خارطة طقس سطحية (1000 هكتوباسكال) يوم 28 آذار 2015.

المصدر : (http:www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html)

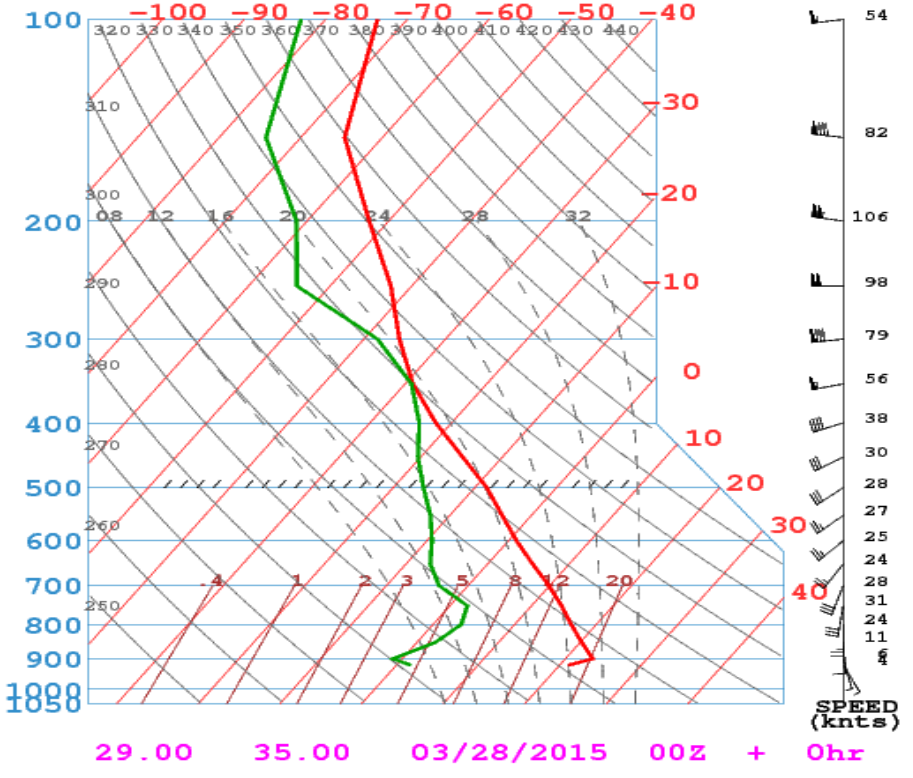
أما في طبقات الجو العليا على ارتفاع (500 هكتوباسكال) فيظهر امتداد لحوض علوي بارد (Upper Trough) يغطي الجزء الشرقي للبحر المتوسط، واتجاه محورة شمالي شرقي إلى جنوبي غربي زاد من فاعلية المنخفض السطحي وجعل الفرصة ممكنة لحدوث حالة عدم استقرار جوي، الشكل (5). وترافقت هذه الوضعية الجوية بهطول زخات متفرقة من الأمطار في العقبة، حيث بلغت كمية الأمطار الهاطلة (0.3) ملم في مطار الملك حسين، و(0.2) ملم في ميناء العقبة، (دائرة الأرصاد الجوية، 2015) .



الشكل (5) خارطة طقس علوية (500 هكتوباسكال) يوم 28 آذار 2015.

المصدر : (http:www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html)

وتم تحليل حالة الغلاف الجوي فوق منطقة وادي اليتم يوم 28 آذار قبل يوم واحد من حدوث الفيضان من خلال تحليل مخطط التيفجرام، والذي يظهر التباين في درجة حرارة الهواء الرطب ودرجة الندى انعكس بدوره على الرطوبة النسبية، ما بين أرتفاع 900 هكتوباسكال ونهاية طبقة التربوسفير على ارتفاع 100 هكتوباسكال، حيث بلغت الرطوبة النسبية عند مستوى 900 هكتوباسكال 19.6% ، وبلغت الرطوبة النسبية 53.5 % و 76.3% عند مستوى 500 و300 هكتوباسكال على ألتوالي، أما على ارتفاع 350 هكتوباسكال فقد بلغت الرطوبة النسبية 100% نتيجة تساوي درجة حرارة الهواء الرطب مع درجة الندى (−29°م) ، الشكل (6) .



الشكل (6) مخطط تيفجرام فوق وادي اليتم يوم 28 آذار 2015.

المصدر : (http:www.arl.noaa.gov/ready-bin/prfile2a.pl.html)

كما بلغ معدل درجة الحرارة لهذا اليوم حوالي 30 °م، والرطوبة النسبية 26 % ، وبلغت سرعة الرياح 7 عقدة وكان اتجاهها جنوبية شرقية عند مستوى سطح البحر.

أما على ارتفاع 500 هكتوباسكال و 300 هكتوباسكال فانخفضت درجة الحرارة إلى−8.5°م و −35.6°م على التوالي . كما سادت الرياح الجنوبية الغربية عند نفس المستويين، وتراوحت سرعتها ما بين 14.7 عقدة و 41.1 عقدة لنفس الارتفاعين على التوال، الجدول (1) .

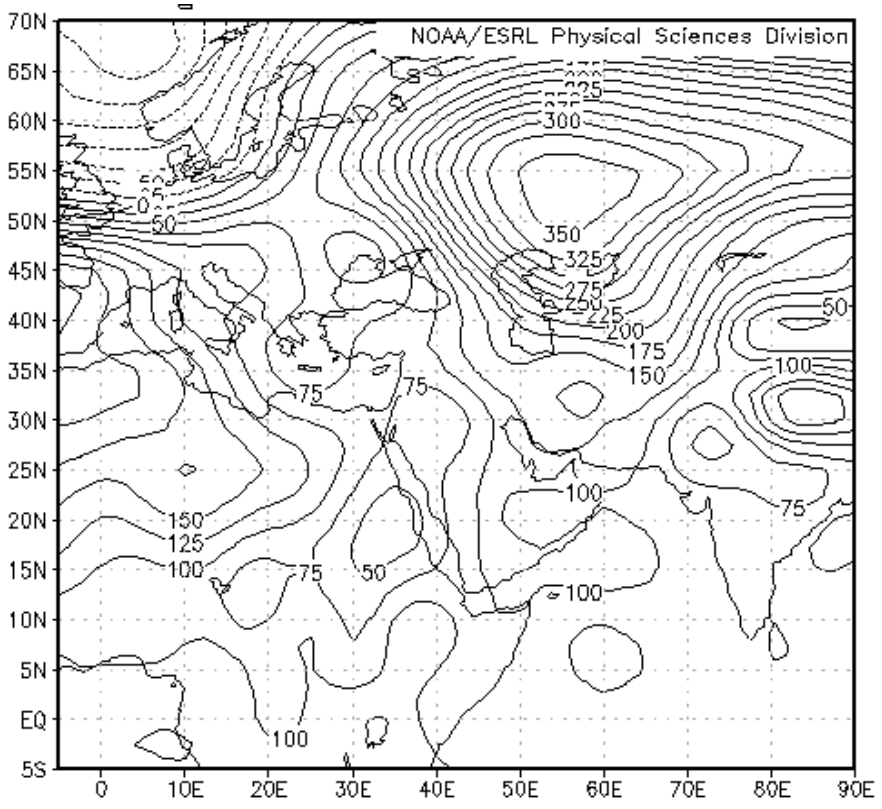
الجدول (1) التغير الراسي لقيم العناصر الجوية للفترة الممتدة ما بين 28−30 آذار 2015.

اليوم	الارتفاع (هكتوباسكال)	الارتفاع (م)	درجة الحرارة(م°)	الرطوبة النسبية (%)	اتجاه الرياح (درجة)	سرعة الرياح (عقدة)
28 آذار 2015م	* سطح البحر	51	30	26	150	7
	900	987	23.4	19.6	163.6	3.3
	700	3125	9.9	38.6	201.6	14.5
	500	5825	8.5−	53.5	237.1	14.7
	300	9566	35.6−	76.3	264.1	41.1
29 آذار 2015م	* سطح البحر	51	25	51	50	6.5
	900	969	20	42	55	1.6
	700	3098	9.7	42	202.2	18.5
	500	5779	11.6−	100	231	27.4
	300	9516	35.7−	80.7	246.3	54.8
30 آذار 2015م	سطح البحر	51	22	33	5	3.8
	900	1009	15.1	38.6	8.4	4
	700	3085	4.5	11.6	241.5	17
	500	5756	10.9−	3.4	242.8	35.4
	300	9492	35.3−	72.4	252.7	62.3
*تمثل بيانات محطة مطار الملك حسين (دائرة الارصاد العامه،2015م)						

المصدر : (http:www.arl.noaa.gov/ready-bin/prfile2a.pl.html)

الفيضان الفجائي (يوم 29 آذار 2015):

بدأ تأثر محافظة العقبة بحالة عدم استقرار جوي قوية ناتجة عن امتداد المنخفض الخماسيني حيث أدى مرور الرياح فوق البحر المتوسط إلى تشبعها بكميات كبيرة من الرطوبة في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي، كما ترافقت هذه الوضعية الجوية بامتداد لأخدود منخفض البحر الأحمر (Red Sea Trough) نحو الشمال نتيجة استمرار تدفق الرياح الجنوبية إلى الجنوبية الشرقية ، الأمر الذي زاد من الفعالية الجوية مقارنة باليوم السابق الأمر الذي أدى إلى هبوب الرياح الشرقية والجنوبية الشرقية فوق المناطق الجنوبية والشرقية من الأردن ، الشكل (7).



الشكل (7) خارطة طقس سطحية (1000 هكتوباسكال) يوم 29 آذار 2015.

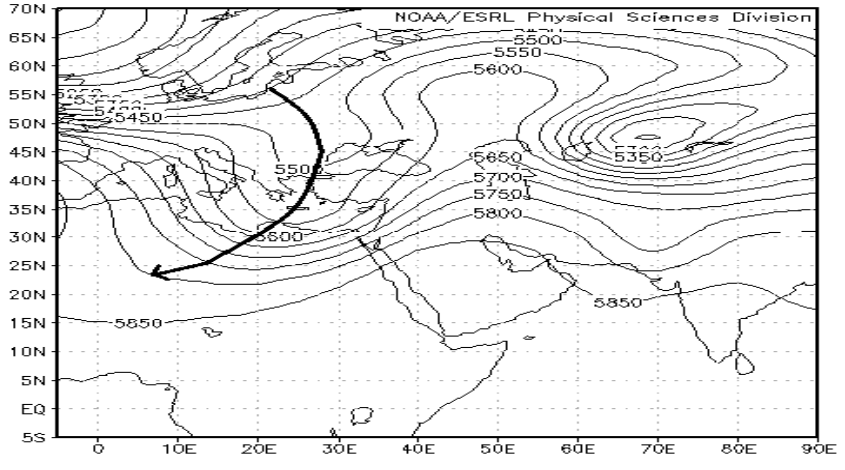
المصدر : (http:www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html)

حيث ترافقت الوضعية الجوية السطحية المتمثلة بوقوع المناطق الجنوبية من الأردن تحت تأثير امتداد منخفض البحر الأحمر بالتزامن مع امتداد المنخفض الخماسيني وتكون حركة اعصارية للهواء نتيجة امتداد حوض علوي بارد سأهم في تنشيط هذه الحركة الرأسية وتنشيط الفعالية الجوية وحدوث حالة عدم استقرار جوي أدت حدوث الفيضان المفاجئ.

وتقتصر تلك الوضعية السينوبتيكية على الأردن خلال فصل فصل الربيع فقط والذي يتأثر فيه الاردن بالمنخفضات الخماسينية القادمة من الصحراء الكبرى عبر شمال افريقيا، وتترافق هذه الوضعيه الجوية بامتداد لأخدود منخفض البحر الأحمر نحو الشمال ليغطي الحوض الشرقي للبحر المتوسط، (أبو حسين، 1994).

ونتيجة لانحسار المرتفعين الأزوري والسيبيري, ومرور المنخفضات الخماسينية فوق الصحراء الكبرى, فإنها تصبح محملة بالغبار والأتربة مؤثره على حالة الطقس في المناطق الواقعة قريباً من مساراتها، حيث يحدث عدم الاستقرار الجوي وإثارة العواصف الغبارية، (الشمايلة، 1990) وأحياناً هطول الأمطار في المناطق الواقعة في الجزء الشرقي من البحر المتوسط ومنها الأردن.

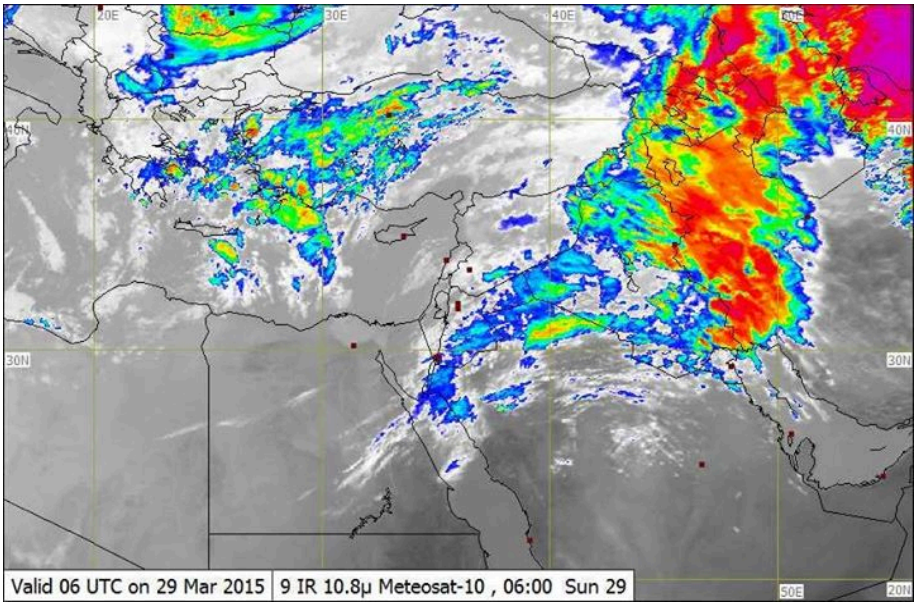
واقترنت هذه الوضعية الجوية بحوض علوي بارد في طبقات الجو العليا (500 هكتوباسكال) يمتد محورة من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، الشكل (8) .



الشكل (8) خارطة طقس علوية (500 هكتوباسكال) يوم 29 آذار 2015.

المصدر : (http:www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html)

وأدت إلى اشتداد الحركة الرأسية للهواء المصاحب للحالة الجوية وتطور حالة عدم الاستقرار الجوي شديدة الفعالية، كما تشكلت غيوم المزن الركامي (CB) ، الشكل (9) .



الشكل (9) مرئية فضائية للغيوم يوم 29 آذار 2015 .

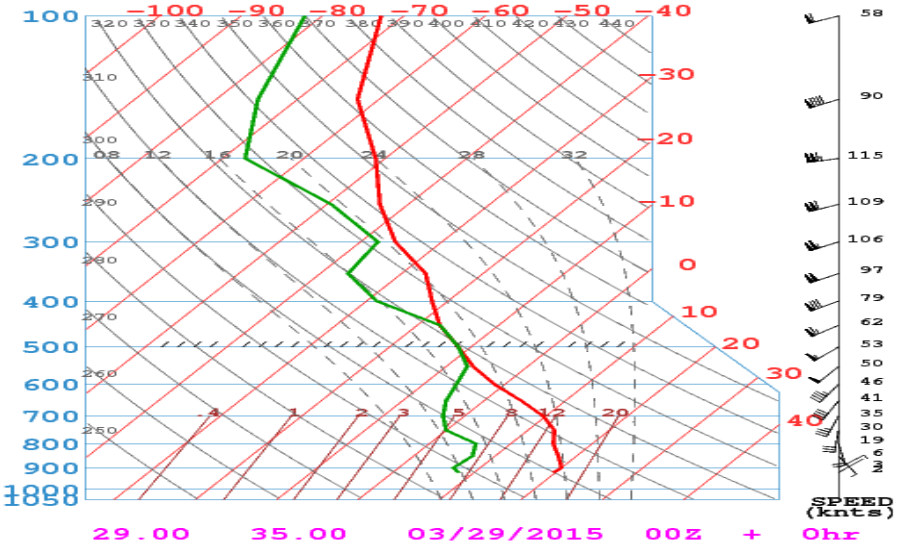
المصدر (http://cimss.ssec.wisc.edu/clavrx/google_earth/mtsat_kml/mtsat.html)

وبلغت قيمة الرطوبة النسبية 100 % على ارتفاع 5768 م عند مستوى 500 هكتوباسكال لتساوي درجة الحرارة مع درجة الندى −11.1°م ، كما يظهر مخطط التيفجرام الكتلة الهوائية متوسطة الرطوبه فوق وادي اليتم الممتدة من سطح الأرض حتى ارتفاع 550 هكتوباسكال، والرطبة حتى ارتفاع 300 هكتوباسكال، الشكل (10). مما يفسر زيادة فعالية الوضعية الجوية لحالة عدم الاستقرار الجوي فوق المناطق الجنوبية من الأردن.

ويساعد على تطور عدم الاستقرار الجوي في الجبهات الباردة المرافقة للمنخفضات الخماسينية وجود كتلة هوائية باردة رطبة في طبقات الجو العليا، (شحادة ، 1992). كما يؤدي وجود حوض علوي بارد عند مستوى (500 هكتوباسكال) على السيطرة على حركة وامتداد المنخفض الخماسيني وتحركه مع حركة الاخدود العلوي وبنفس الاتجاه، حيث تكون حركة الهواء هنا

إعصارية لذلك من المؤكد أن هناك علاقة قوية بين الحالة الجوية على سطح الأرض والحالة الجوية في طبقات الجو العليا، (بني دومي، 2000) .

كما ترتبط مثل هذه الظروف بتأثر الأردن بأخدود المنخفض الجوي العلوي الذي يمتد محوره من شرق أوروبا إلى شمال السودان، مصحوباً بكتلة هوائية غير مستقرة تغطي منطقة شرق البحر المتوسط، فاذا كانت الكتلة الهوائية الباردة مشبعة ببخار الماء على ارتفاعات مختلفة من الغلاف الجوي فسيؤدي إلى حدوث تيارات هوائية صاعدة وقوية في مركز المنخفض الجوي وخلف الجبهة الهوائية الباردة ينتج عنها تكاثف سريع لبخار الماء وتكون طبقات كثيفة من الغيوم وهطول أمطار غزيرة في المناطق الجنوبية من الأردن، (غانم، 1993) .



الشكل (10) مخطط تيفجرام فوق وادي اليتم يوم 29 آذار 2015م

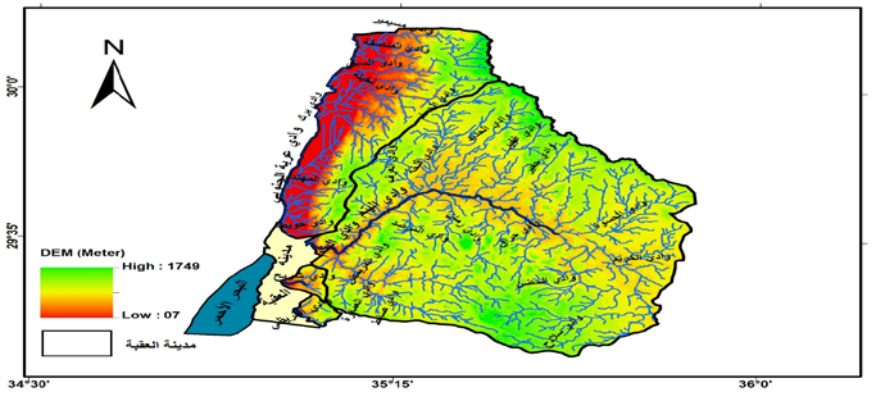
المصدر : (http:www.arl.noaa.gov/ready-bin/prfile2a.pl.html)

كما ترافقت هذه الحالة الجوية بانخفاض معدل درجة الحرارة عند مستوى سطح البحر إلى 25°م مقارن باليوم السابق، وبلغت درجة الحرارة عند مستويي 500 و 300 هكتوباسكال (−11.6°) و(−35.7°م) على التوالي، كما ارتفعت الرطوبة النسبية عند مستوى سطح البحر إلى 51 % و 100 % على ارتفاع 500 هكتوباسكال، وتحول اتجاه الرياح إلى شمالية شرقية عند

مستوى سطح البحر وبلغت سرعتها 6.5 عقدة اما على ارتفاع 500 هكتوباسكال فسادت الرياح الجنوبية الغربيةوبلغت سرعتها 27.4 عقدة، الجدول (1) .

حيث أدت هذه الظروف الجوية إلى هطول الأمطار الرعدية الغزيرة فوق المرتفعات الجبلية المحيطة بمدينة العقبة كمناطق وادي اليتم وجمرك العقبة وأجزاء من وادي عربة الجنوبي ومطار الملك الحسين الدولي ومناطق الريشة ورحمة، وبلغ مجموع الأمطار الهاطلة على رأس النقب 12 ملم، ومطار الحسين الدولي 3 ملم، والريشة 3 ملم، ووادي مسعد 6 ملم، والغال 3 ملم، ومحطة ناصفة 4 ملم، (وزارة المياه والري، 29 آذار 2015 م) .

وبالرغم ان الفيضانات التي يتعرض لها جنوب الاردن ترتبط ارتباطا وثيقا بالظروف السينوبتيكية المرتبطة بامتداد منخفض البحر الأحمر وحقنه بالهواء البارد من خلال الحوض العلوي المتزامن معه، الا أن الخصائص الجيومورفولوجية والجيولوجية لأحواض الأودية المتجهه صوب منطقة الدراسة تبقى ضرورة لتفسير وفهم مسار وتصريف الفيضان في هذه الأودية، ويظهر الشكل(11) الأودية الرئيسة التي تكون مساحاتها مناطق لتجميع مياه الأمطار واتجاهها صوب مدينة العقبة محدثة فيضانات فجائية، مؤدية إلى حدوث أضرارا بالبنية التحتية وتعطيل و شلل في الحياة العامة.



الشكل (11) الأودية الرئيسية في محافظة العقبة

المصدر : عمل الباحثان بالاعتماد على (DEM / http://gdem.aster.erdas.org.jp//)

وبالرغم من قلة نشاط الاحواض المائية في المناطق الجافة بنسبة تصل إلى 98% من مجمل طاقتها،(Farhan,2014) الا أن فعاليتها في حدوث الفيضان المفاجئ تزداد عندما تهطل الأمطار بشدة وتركيز عال كما حدث في فيضان 29 آذار 2015 اذ لم تتجاوز مدة هطول الأمطار الغزيرة 20 دقيقة تقريبا، إلا أن الخصائص الجيومورفولوجية والهيدرولوجية والجيولوجية لأحواض الأودية المحيطة بمدينة العقبة جعلت من الفترة هذه الزمنية القصيرة كافية لتشكل السيول خاصة مع هطول الأمطارعلى الجبال العالية المحيطة بالمدينة والتي تمتاز بارتفاع مناسيبها خصوصا في صخورالجرانيت الجرداء الوعرة، ذات معدلات التسرب القليلة والتي تصل إلى(0,5 – 2 ملم \ساعة) بمعامل جريان مائي يصل إلى 52%– 86%، (Schick,1995)، وبالتالي تحولت مياه الأمطار المصاحبة لهذه الحالة الجوية وخلال فترة زمنية قصيرة إلى سيول مدمره تدفقت عبر وادي اليتم والأودية الفرعية الأخرى باتجاه مصابها والمتمثلة بمدينة العقبة ومرافقها العامة، الشكل (12) ، وبلغت كمية التصريف المائي لمياه الأمطار 10 م3/ث (وزارة المياه والري،2015).

الشكل (12) وادي اليتم يوم 29 آذار 2015.

المصدر: منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة،2015.

وتشكلت بعض البرك في الأودية والأماكن المنخفضة، وتسببت غزارة الأمطار بارتفاع منسوب المياه وتشكل السيول في عدة أجزاء من المدينة بشكل خطير، الشكل (13) .

الشكل (13) وسط مدينة العقبة يوم 29 آذار 2015.

المصدر: سلطة منطقة اقليم العقبة،2015

من جهة أخرى تأثرت المناطق الجنوبية لا سيما الطريق الصحراوي الواصل من عمان إلى العقبة بالعواصف الغبارية المرافقة للمنخفض، وأدت هذه الأجواء الخماسينية المغبرة يوم 29 آذار والمتزامنة بأجواء دافئة وغائمة جزئياً مع نشاط لافت للرياح الشرقيه وسط تدني لمدى الرؤيه الافقيه الناجم عن الرياح النشطة القادمة عبر الصحراء المصرية، ويوضح الجدول (2) مدى الرؤية الافقية في محطة مطار العقبة خلال تأثير تلك الحالة الجوية والذي بلغ أدنى معدل له يوم 28\3\2015، تبعة يوم 29\3\2015 و بما لا يتجاوز 7كم لكلا اليومين، ورافق ذلك هبوب رياح نشطة بلغت معدل سرعتها اكثر من 12كم\ساعة، وتجاوزت بعض الهبات سرعتها في بعض الأحيان 22كم\ساعة، (تقاريردائرة الأرصاد الجوية، 27– 31 آذار 2015) .

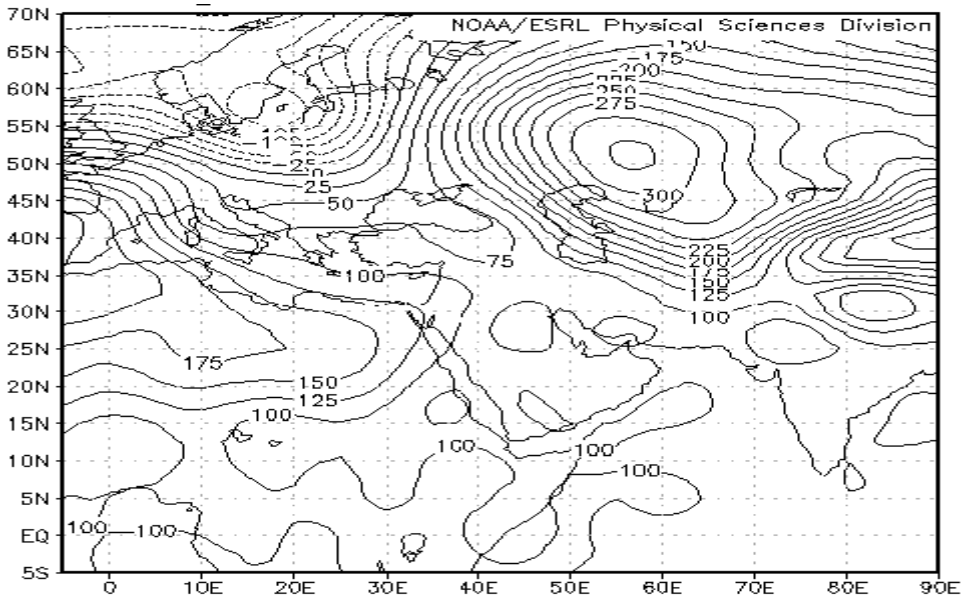
الجدول(2) العناصر المناخية المقاسة لمحطة مطار العقبة خلال الفترة(27-31\3\2015)

اليوم	درجة الحرارة العظمى\م	درجة الحرارة الصغرى	معدل درجة الحرارة\م	الضغط الجوي مليبار	الرطوبة النسبية %	كميات الأمطار \ملم	مدى الرؤية \كم	سرعة الرياح كم\ساعة	أعلى هبة رياح كم\ساعة
3\27	37	18	28	1010,8	24	0	7,7	12,6	18,3
3\28	36	24,6	29,3	1008,1	26	0,2	6,1	20,6	29,4
3\29	27,5	20,8	23,9	1008	54	3,3	7,4	12,8	22,2
3\30	28,6	15,5	23,5	1013,7	35	0	10	9,6	25,9
3\31	28	16	22.8	1012,9	38	0	10	6,5	20,6

المصدر: دائرة الارصاد الجوية،2015.

الوضعية الجوية يوم 30 آذار 2015م:

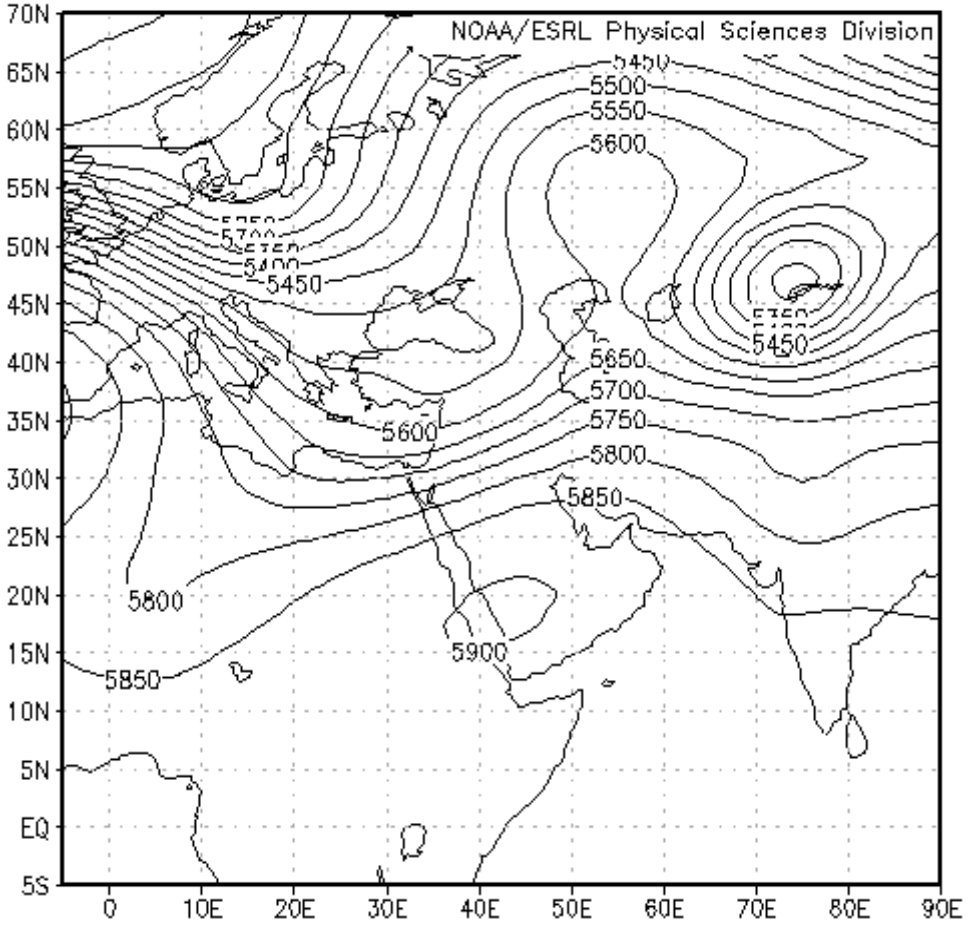
بدأت مدينة العقبة تتأثر بحالة من الاستقرار الجوي وتلاشى تأثير المنخفض الخماسيني السطحي تدريجيا، الشكل (14) .



الشكل (14) خارطة طقس سطحية (1000هكتوباسكال) يوم 30 آذار 2015.

المصدر : (http:www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html)

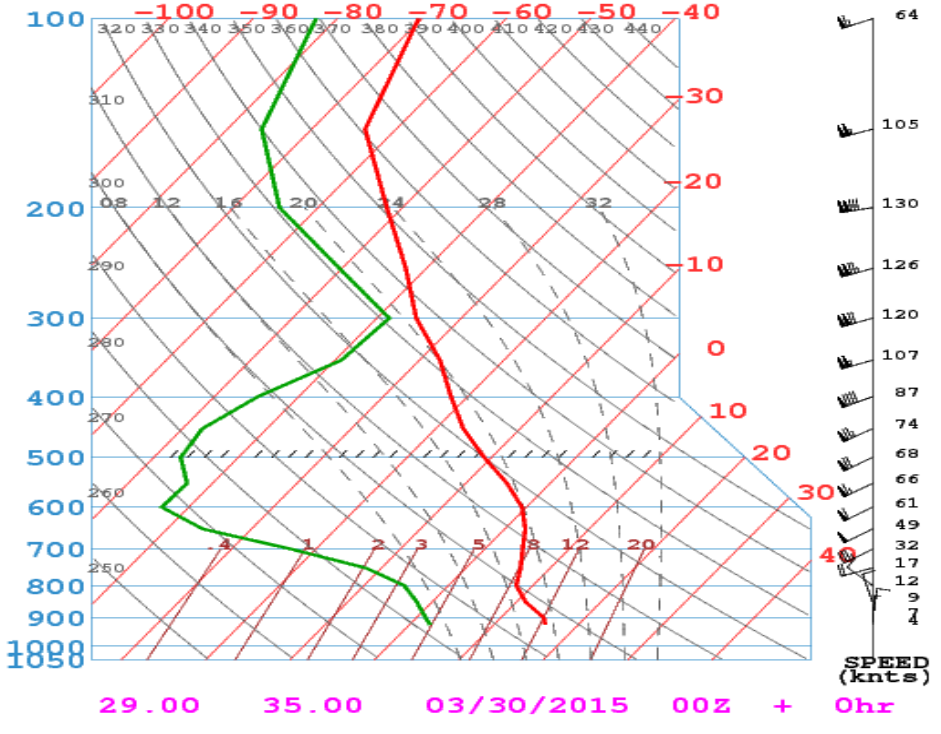
كما تلاشي الحوض العلوي البارد والذي يظهر على خريطة الطقس (500هكتوباسكال)، الشكل (15)، وبالتالي تلاشي الفعالية الجوية التي كانت سائدة في اليوم السابق حيث طرأ انخفاض على درجات الحرارة بحيث أصبحت حول مُعدلاتها الاعتيادية. وبلغت درجة الحرارة عند مستوى سطح البحر 22 °م، وعلى ارتفاع 500 و 300 هكتوباسكال –10.3°م و –35.3°م على التوالي أما الرياح السطحية فبلغت سرعتها 3.8 عقدة وكان اتجاهها شمالية .



الشكل (15) خارطة طقس علوية (500 هكتوباسكال) يوم 30 آذار 2015.

المصدر : (http:www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html)

ويتضح من خلال مخطط التيفيجرام ليوم 30 آذار انخفاض الرطوبة النسبية السطحية وفي طبقات الجو المختلفة نتيجة تزايد الفارق ما بين درجة الحرارة الهواء الجاف ودرجة الندى مقارنة باليوم السابق حيث بلغت الرطوبة النسبية عند مستوى سطح البحر 38.6 % ، وعلى ارتفاع 500 هكتوباسكال بلغت الرطوبة النسبية 3.4 % بالمقارنة باليوم السابق 100 % ، كما انخفضت الرطوبة النسبية من 80.7 % في يوم 29 آذار إلى 72.4 % يوم 30 آذار، ويتضح ذلك من خلال تباعد الخطين الذين يمثلان درجة الحرارة في اليسار ودرجة الندى يمين وهذا يعني انخفاض في معدلات الرطوبة في طبقات الجو المختلفة فوق وادي اليتم وبالتالي استقرار الحالة الجوية، الشكل(16) .



الشكل (16) مخطط تيفجرام فوق وادي اليتم يوم 30 آذار 2015.

المصدر: (http:www.arl.noaa.gov/ready-bin/prfile2a.pl.html)

النتائج والتوصيات:

وفقا للمنهجية المتبعة في تحليل الحالة الجوية الشمولية المصاحبة للفيضان المفاجئ الذي أثر على مدينة العقبة يوم 29 آذار 2015 فقد أسفرت الدراسة عن النتائج التالية:

- يتطور عن تأثير المنخفضات الخماسينية، والتي تلتقي بامتداد أخدود منخفض البحر الأحمر والمقترنة بحوض علوي بارد في طبقات الجو العليا حالة شديدة من عدم الاستقرار الجوي والتي تأثرت بها المناطق الجنوبية من الأردن يوم 29 آذار 2015م وأدت إلى حدوث الفيضان المفاجئ الذي أثر على مدينة العقبة في هذا اليوم، حيث تعتبر هذه الوضعية الجوية الأكثر ملائمة لتطور حالة عدم استقرار جوي شديدة الفعالية والتي يصاحبها هطول زخات رعدية من المطر وبالتالي حدوث فيضانات فجائية.
- لعبت الخصائص الجيمورفولوجية والجيولوجية لأحواض الأودية الرئيسية المحيطة بمدينة العقبة كوادي اليتم ووادي مبارك دورا مهما في زيادة خطورة العاصفة المطرية التي أثرت على المدينة يوم 29 آذار 2015 باعتبارها من أهم الأودية المسببة لحدوث الفيضان، لكبر كمية الأمطار التي تهطل على منابعها ووصول الفيضان إلى قمته خلال فترة قصيرة.

التوصيات:

- القيام بالعديد من الدراسات التطبيقية لتحديد أكثر الأحواض المائية تأثرا في زيادة خطورة حالات عدم الاستقرار الجوية على المناطق الجنوبية من المملكة.
- بناء على نظام الهطول المطري السائد في منطقة الدراسة والمرتبط بحالات عدم الاستقرار الجوي والتي يرافقها الفيضانات الفجائية والمدمرة في بعض الأحيان، لذا توصي الدراسة بالتوسع في اقامة المشاريع المائية كمشاريع الحصاد المائي على أحواض الأودية الرئيسية كوادي اليتم ووادي مبارك.

المراجع

أبو حسين، علي، 1994م, تأثير منخفض البحر الأحمر على مناخ الأردن في فصلي الربيع والخريف، رسالة ماجستير، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن .

بني دومي، محمد، 2000م ,اتجاه محور الأخدود والانبعاج فوق البحر المتوسط عند مستوى ضغط 500 هكتوباسكال لسنوات الجفاف في الأردن، مؤتة للبحوث والدراسات، المجلد (15)، العدد (5)، ص 361 – 378 .

بني دومي، محمد، 2002م ,تحليل الظروف الجوية غير الاعتيادية التي سببت حدوث العاصفتين المتتاليتين، الخماسينية والثلجية، التين أثرتا على ألأردن للفترة من 15–18 أذار 1998م، أبحاث اليرموك، المجلد (18)، العدد (2 أ)، ص 385 – 409 .

دائرة الأرصاد الجوية، وزارة النقل الأردنية، بيانات مناخية غير منشورة للفترة الزمنية 28 –30 /3 /2015م.

الذنيبات، احمد(2011)، التقييم الجيومورفولوجي لطريق العقبة الخلفي، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الأردنية، عمان ، الأردن .

شحادة، نعمان، 991 ، مناخ الأردن، ط1، دار البشير، عمان .

شحادة، نعمان، 1992م، حالات عدم الاستقرار الجوي التي يتعرض لها الأردن أثناء الفصل المطير، مجلة البحوث والدراسات العربية, العدد العشرون، ص 255 – 277 .

الشمايلة، أحمد، 1990م، المنخفضات الخماسينية والعواصف الغبارية المرافقة لها شرق البحر المتوسط، رسالة ماجستير، الجامعة الأردنية، عمان.

الصبابحة، نوح،2005م، حالات عدم الاستقرار الجوي في الأردن (1990–2003م)، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

غانم، علي، 1993م، الأحوال الجوية المتعلقة بفيضان آذار 1991 في المناطق الجنوبية من الأردن، مجلة دراسات، المجلد العشرون (ب)، العدد الأول، ص 7– 24.

وزارة البلديات (2015)، بيانات وخرائط التقسيمات الإدارية للأردن، عمان، الأردن.

وزارة المياه والري الأردنية، بيانات أمطار غير منشورة للفترة الزمنية 28 –30 –3 /2015.

Al-Qudah, K.(2011)," Floods As Water Resource and As a Hazard in Arid Regions: a Case Study in Southern Jordan" Jordan Journal of Civil Engineering, Volume 5, No. 1.

Andretta, T. A., W. Wojcik, and K. Simosko,(2004). "Climatological Synoptic Patterns of Tornado Genesis in Eastern Idaho". Natl. Wea. Dig., Electronic Online Journal 2004-EJ5.

Aqaba Region Authority, (1987). "Flood analysis report for the Aqaba Basin: Wadi flood control study" ,Amman, Jordan.

Aqaba Region Authority, (2003). "Master plan of land use in Aqaba", Aqaba, Jordan.

Capriola, S.J., 1992: An analysis of synoptic scale flood events in the eastern Unite State during 1980-1989, Eastern Region Technical Attachment, No. 92-5A.

Chagnon, S.A. and Kunkel, K.E., (1999)." Synoptic and mesoscale features (Record Flood-Producing Rainstorms of 17-18 July 1996 in the Chicago Metropolitan Area, Part 1)", Journal of Applied Meteorology, 38(3):257-266.

Dayan, U., Ziv, B., Margalit, A., Morin, E. and Sharon, D. (2001). "Severe autumn storm over the Middle-East: synoptic and mesoscale convection analysis". Theoretical and Applied Climatology, 69: 103-122.

Farhan, Y.(1999).“Geomorphic impacts of highway construction,their causes and remedies: A case study from Aqaba, Southern Jordan”, The Arab World Geographer , 2, pp1-25.

Farhan, Y.(2014)." Geomorphological Evaluation for Urban Development Using Romote sensing and GIS, Southern Cost of Aqaba,Jordan" Journal of Environment and Earth science,Volume 4, No. 5.

Grodek, T., Lekach, J., & Schick,A.P.(2000).”Urbanizing alluvial fans as flood-conveying and flood-reducing systems: lessons of the October 1997 Eilat flood”, in : Hassan, M., et al. (2000). “The hydrology, geomorphology interface: rainfall, floods, sedimentation, land use” , IAHS Publication, No. 261,pp 229-250.

http://gdem.aster.erdas.org.jp//

http:www.arl.noaa.gov/ready-bin/profile2a.pl.html .

http:www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.html .

Inbar, M, 1987. Effect of a High Magnitude Flood in the a Mditerranean Climte: a Case Study in the Jordan River Basin. In Catastrophic Flooding, Mayer L, Nash D (eds).Allen and Unwin. London, pp.pp333-353 .

M. Fragoso, R. M. Trigo, J. G. Pinto, S. Lopes, A. Lopes, S. Ulbrich, and C. Magro. (2010) "The 20 February 2010 Madeira flash-floods: synoptic analysis and extreme rainfall assessment", Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 12, 715–730.

Morin,E,(2007). "Studying the extremes: hydrometeorological investigation of a flood–causing rainstorm over Israel" Advances in Geosciences. 12.107-114.

Remote Sensing and GIS, Southern Coast of Aqaba, Jordan", Journal of Environment and Earth Science, Vol. 4, No.5.

Schick, A. (1995). ”Fluvial processes on an urbanizing alluvial fan, Eilat, Israel”, In: Costa, J. C. et al. (eds.), “Anthropogenic influences in Fluvial Geomorphology”, American Geophysical Union , 89, ppv+

Sharon, D. (1972). "The spottiness of rainfall in desert area", Journal of Hydrology, 17: pp116-175.