دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	الظروف الطقسية المصاحبة لحالات عدم الاستقرار الجوي المؤثرة على الأردن خلال الموسم المطري 2010 / 2011
المصدر:	حوليات آداب عين شمس
الناشر:	جامعة عين شمس - كلية الآداب
المؤلف الرئيسي:	الشقور، سطام سالم مقبل
المجلد/العدد:	مج43
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2015
الشهر:	يونية
الصفحات:	369 - 392
رقم MD:	738000
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
اللغة:	Arabic
قواعد المعلومات:	AraBase
مواضيع:	الاستقرار الجوي، المناخ، خرائط الطقس، الأردن، الأمطار
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/738000

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

الظروف الطقسية المصاحبة لحالات عدم الاستقرار الجوي المؤثرة على الأردن خلال الموسم المطري 2010/ 2011

سطام سالم الشقور(*)

الملخص

تناولت هذه الدراسة حالات عدم الاستقرار الجوي المؤثرة على الأردن خلال الموسم المطري 2010/ 2011، ولذلك تم تحليل خرائط الطقس السطحية عند مستوى السطح والعلوية عند مستوى 500 هكتوباسكال، بالإضافة إلى دراسة بعض التغيرات الجوية السطحية المرافقة لها، وقد شملت الدراسة خمس محطات مناخية ممثلة لمناطق الأردن كافة، تم فيها التعرف على أبرز حالات عدم الاستقرار الجوي خلال هذا الموسم. وبينت النتائج أن الظروف السينوبتيكية المؤدية لتطور حالات عدم الاستقرار الجوي المؤثرة على الأردن هي الجبهات الباردة، المنخفضات الخماسينية، ومنخفضات البحر الأحمر. كما أظهرت النتائج أن الظروف الجوية المرتبطة بحالات عدم الاستقرار المرافقة للجبهات الباردة هي أكثر الحالات عنفاً، حيث يعمل الحوض العلوي البارد Cold Pool على زيادة عدم الاستقرار في الكتلة السطحية مما يؤدي إلى شدة الظروف الجوية السطحية.

كلمات دالة: استقرار جوي، عدم استقرار جوي، خرائط الطقس، حوض علوي بارد.

(*) أستاذ مساعد – رئيس قسم الجغرافيا/ كلية العلوم الاجتماعية – جامعة مؤتة – الأردن.

Weather Conditions associated with Atmospheric Instability Influencing Jordan during the Rainy Season 2010-2011

Satam Salem Alhkor

Abstract

This research studies the instability cases which affected on Jordan in the period during rain season 2010/ 2011. The surface weather charts (sea level) were analyzed in order to identify the weather surface system causing these cases; also charts at upper weather level (500 hpa) were analyzed to describe the upper atmospheric conditions. And this research used five stations to represent the Jordan to conduct some analysis.

The results of research showed that the Classifying instability of atmosphere which according to synoptic conditions Jordan faces during the study period of instability which is: Instability conditions associated with the cold fronts, with red sea trough, with the khamaseen depressions.

Finally the results of research showed that Instability conditions associated with the cold fronts stronger than Instability conditions; because the dominating atmospheric condition in the upper layers at a level (500 hpa) have a clear effect on the increase of efficiency of atmospheric surface system, and defining the amount of humidity.

المقدمة

تعتمد حالات عدم الاستقرار الجوي بشكل أساسي على رطوبة الهواء، وعلى التوزيع الرأسي لدرجة الحرارة، وكما هو معلوم فإن الضغط الجوي يتناقص مع الارتفاع، إذ يكون الضغط مرتفعاً على سطح الأرض ومنخفضاً في طبقات الجو العليا، لذلك تعمل القوة الرأسية المتولدة عن تحدر الضغط الجوي، على دفع الهواء من الأسفل باتجاه الغلاف الجوي، وفي الاتجاه المعاكس تعمل الجاذبية الأرضية على جذبه نحو الأسفل، ونتيجة للتوازن بين هاتين القوتين، يبقى الغلاف الجوي في حالة اتزان بالاتجاه الرأسي، وهذه الحالة هي ما يعبر عنها بالاتزان الرأسي الساكن (الهيدروستاتيكي) Hydrostatic Equilibrium[1].

ولا يبقى الغلاف الجوي بحالة اتزان دائم، بل تطرأ عليه بعض الاختلافات أو الاضطرابات المحلية التي تنتج عن عوامل مختلفة، تجعل الهواء يرتفع للأعلى أحياناً ويهبط للأسفل أحياناً أخرى، وهو ما يعبر عنه بعدم الاستقرار الجوي.

يتعرض الأردن لحالات عدم الاستقرار الجوي نتيجة ظروف موقعه الجغرافي، وامتداد تضاريسه وتنوعها، وهذا الموقع جعله عرضة للمنخفضات الجوية التي تصل الحوض الشرقي للبحر المتوسط، والمنخفضات التي تتشكل في هذا الحوض، ومنخفضات البحر الأحمر كونه أحد الدول المجاورة له، وتأثره بالمنخفضات الخماسينية التي تصل منطقة الشرق المتوسط قادمة من شمال إفريقيا وما يرتبط بها من حالات عدم استقرار جوي، حيث تتطور حالات عدم الاستقرار الجوي عندما يتأثر بالمنخفضات الجوية السطحية والجبهات الهوائية المرافقة لها، والتي تقترن بوجود حوض علوي بارد في طبقات الجو العليا عند مستوى 500 هكتوباسكال.

مشكلة الدراسة

تعد الكوارث المرتبطة بحالات عدم الاستقرار الجوي ذات أثار خطيرة على النظام البيئي والأنشطة البشرية، حيث تتسبب في معظم الأحيان في كثير من الأضرار؛ بسبب ما يصحبها من رعد وبرق وسيول مفاجئة ورياح قوية وبرد، وينتج عن هذه الظروف السيئة مجموعة من الأخطار:

1- الأخطار البيئية كالفيضانات المفاجئة Flash Floods التي تعد أكثر الكوارث الطبيعية تواترا، وتسبب دمارا واسع النطاق وتجلب عواقب طويلة الأجل مثل الأمراض وسوء التغذية وغيرها.

2- الأخطار الصحية الناجمة عنها كالوفاة نتيجة الغرق أو حوادث السقوط وتأثير انزلاق بعض الكتل من سطح الأرض، ناهيك تأثير صوت الرعد الحاد والوميض البرقي المتكرر على حالة السكان الانفعالية.

3- الأخطار الاقتصادية كتدمير البنية التحتية لشبكات الماء والكهرباء وشل حركة السير وتدمير المزارع ونفوق المواشي وانهيار الطرقات والجسور والمنشات.

أسئلة الدراسة

سوف تحاول الدراسة الإجابة عن الأسئلة الآتية:

1- ما هي الظروف السينوبتيكية المؤدية لتطور حالات عدم الاستقرار الجوي في الأردن؟

2- ما هي الظروف الجوية السطحية المرافقة لحالات عدم الاستقرار الجوي المؤثرة في الأردن؟

3- ما هي خصائص التوزيع الزمني لحالات عدم الاستقرار الجوي في الأردن؟

فرضيات الدراسة

1. يوجد اختلافات زمنية بين حالات عدم الاستقرار الجوي المؤثرة في الأردن.
2. يوجد علاقة ارتباط بين الظروف السينوبتيكية لحالة عدم الاستقرار الجوي وشدتها.
3. يوجد علاقة بين زيادة معدلات الأمطار السنوية في الأردن وتكرار حالات عدم الاستقرار الجوي.

أهمية الدراسة

تأتي أهمية الدراسة من النقاط التالية:

1. شدة الآثار ذات الصلة بحالات عدم الاستقرار الجوي، وما ينجم عنها من أخطار بيئية.
2. تعد دراسة التوزيع الزمني لحالات عدم الاستقرار الجوي أمراً مهماً لفهم ظروفها السينوبتيكية.
3. أهمية دراسة تكرار حالات عدم الاستقرار الجوي ووقت حدوثها في تقييم الأخطار المحتملة لحدوث الفيضانات المفاجئة Flash Floods والتخطيط لها بشكل سليم.

أهداف الدراسة

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

1. فهم آلية حدوث عدم الاستقرار الجوي في طبقة التروبوسفير.
2. تصنيف حالات عدم الاستقرار الجوي المؤثرة على الأردن خلال الموسم 2011/ 2010 تبعاً للظروف السينوبتيكية التي أدت لحدوثها.
3. تحليل الظروف الجوية السطحية المصاحبة لحالات عدم الاستقرار الجوي في الأردن؟
4. دراسة التوزيع الفصلي لحالات عدم الاستقرار الجوي المؤثرة على الأردن خلال الموسم المطري 2011/ 2010.

7- منهجية الدراسة

اعتمدت الدراسة على بيانات مناخية أرشيفية تم رصدها من قبل دائرة الأرصاد الجوية الأردنية للموسم المطري 2011/ 2010. كما شملت خرائط الطقس السطحية (Surface Charts)، وخرائط الطقس العلوية (Upper Charts) عند مستويات ضغط مختلفة لبعض الأيام التي تعرض فيها الأردن لحالات عدم الاستقرار

الجوي خلال هذا الموسم، وتعد خرائط الطقس العلوية عند مستوى (500 هكتوباسكال) من أهم الخرائط الطقسية لأنها تمثل المستوى الضغطي الذي يقع في منتصف طبقة التروبوسفير تقريباً[2].

وأمكن الحصول على هذه الخرائط من دائرة الأرصاد الجوية الأمريكية (NOAA)، وهي متوفرة عبر الموقع الإلكتروني التالي:

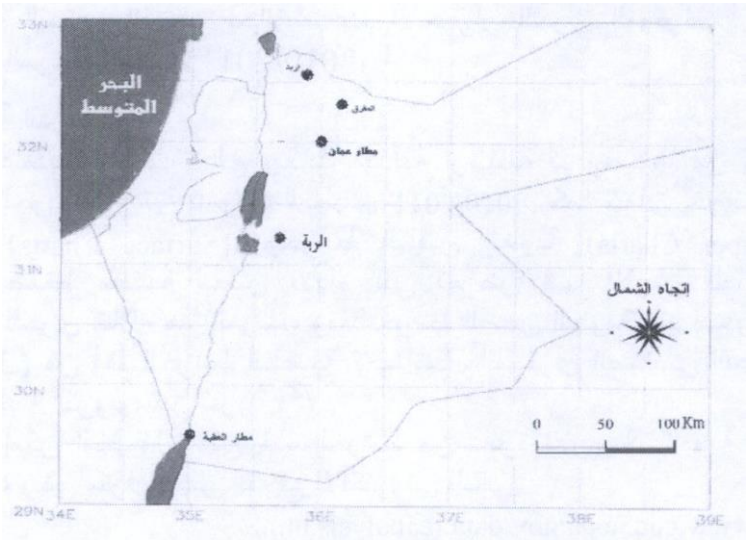
www.cdc.noaa.gov/data.reanalysis.html

وقد استخدمت البيانات المناخية للموسم المطري 2011/ 2010 في خمس محطات تشمل جميع منطقة الدراسة من الشمال إلى الجنوب يوضحها الجدول رقم (1). كما يبين الشكل (1) خريطة الأردن الصماء موقع عليها محطات الدراسة.

الجدول رقم (1) المحطات المناخية المستخدمة في الدراسة

المنطقة/ المحطة	درجة العرض		الارتفاع م عن مستوى سطح البحر
	دقيقة	درجة	
الباقورة			
إربد	32	32	614
مطار عمان	59	31	779
الربة	16	31	920
المفرق	22	32	683
العقبة	33	29	853

المصدر: إعداد الباحث عن بيانات الأرصاد الجوية. 2010.



المصدر: دائرة الأرصاد الجوية الأردنية، 2010.

الشكل رقم (1) خريطة الأردن موقع عليها محطات الدراسة

كما استخدمت بيانات تتعلق بالظروف الطقسية التي تصحب حالات عدم الاستقرار الجوي في الأردن خلال فترة الدراسة، ومقارنتها بنفس الظروف أيام الاستقرار؟ للوقوف على دور الاضطرابات الجوية في تحديد شخصية الواقع الطقسي في الأردن، وتم فحص ذلك في عدة مناطق تشمل جميع مناطق المملكة من الشمال إلى الجنوب وهي: إربد، المفرق، مطار عمان، العقبة.

و قد استخدم الأسلوب الوصفي في هذه الدراسة لوصف حالات عدم الاستقرار الجوي من حيث العوامل المسببة لها وتحليل آلية حدوثها، إضافة لوصف الظروف الجوية المصاحبة لها، وتأثيراتها المختلفة في العناصر الجوية السطحية عند (مستوى سطح البحر)، كما استخدم الأسلوب التحليلي في تحليل خرائط الطقس السطحية عند (مستوى سطح البحر) والعلوية عند مستويات ضغط مختلفة، وبالأخص عند (500 هكتوباسكال) وتحليل بيانات الطقس السطحية التي تعرضت فيها محطات الدراسة لحدوث حالات عدم الاستقرار الجوي.

كما استخدم أسلوب دراسة الحالة Case Study الذي يقوم على أساس اختيار حالة جوية معينة، ثم يتم جمع البيانات والمعلومات التفصيلية عن الحالة بهدف التعرف عليها، ثم تحليل هذه البيانات وتفسيرها واستنباط الاستنتاجات المتعلقة بها[3]. وقد استخدم في دراسة أبرز الحالات التي حدثت خلال الموسم المطري 2010 /2011.

الدراسات السابقة

درس عدد ممر الباحثين والمهتمين حالات عدم الاستقرار الجوي؛ لآثارها المباشرة وغير المباشرة في المجتمعات البشرية، وقد أمكن للباحث الاطلاع على بعض الدراسات التي لها علاقة بموضوع الدراسة سواء أجريت في الأردن أو خارجه، ويمكن تناولها على النحو الآتي:

1- درس بيدجلي (Pedgley, 1974) الحالة الجوية لمدينة الرياض في فصلي الشتاء والربيع، وكانت الدراسة تهدف الدراسة إلى التعرف على الحالة الجوية السطحية والعلوية في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية، وقد بينت النتائج أن الظروف السينوبتيكية المؤثرة في مدينة الرياض تتمثل في ووجود منخفض جوي سطحي يفصل بين مراكز الضغط الجوي المرتفع فوق الجزيرة العربية وشمال إفريقيا، مما يؤدي إلى تطور حالات من عدم الاستقرار الجوي، تنشأ عن التقاء تيارات هوائية شمالية باردة قادمة من حوض البحر المتوسط، مع تيارات هوائية مدارية حارة تهب من الجنوب أو الجنوب الشرقي.

2- قام دايان وآخرون (Dayan,et.al., 1983) بدراسة حول غزارة الأمطار في الشرق الأوسط، وأظهرت نتائج الدراسة أن حالات عدم الاستقرار الجوي التي تتطور خلال فصل الخريف ناتجة عن امتداد منخفض البحر الأحمر نحو الشمال واقترانه بحوض علوي بارد، ويمتاز الهطول المطري المرافق لهذه الحالات بغزارته وشدته، غير أن تأثير امتداد المنخفض نحو الشمال الشرقي يقتصر على إثارة الغبار والعواصف الترابية.

3- قام شحادة عام (1990) بدراسة حالات عدم الاستقرار الجوي التي يتعرض لها الأردن خلال فصل الشتاء، وصنفت الدراسة حالات عدم الاستقرار الجوي التي تعرض لها الأردن خلال الفترة (1967- 1985) إلى ثلاث مجموعات حسب الظروف السينوبتيكية المسؤولة عن حدوثها وهي: حالات عدم الاستقرار المرافقة للجبهات الباردة، والحالات المرافقة للمنخفضات الخماسينية، وحالات عدم الاستقرار المرافقة لمنخفض البحر الأحمر، كما بينت الدراسة أن كثيراً من حالات عدم الاستقرار الجوي تكون مصحوبة بأمطار غزيرة وعواصف رعدية عنيفة.

4- أجرى أبو ظافر عام (1993) دراسة تناولت عواصف البرد في المرتفعات الجبلية في الأردن، وقد هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على العواصف البردية في المرتفعات الجبلية التي يزيد معدل الهطول فيها عن 250 ملم سنوياً خلال الفترة (1960- 1990)، وقد بينت النتائج أن سقوط البرد يرتبط بالتيارات الهوائية الصاعدة القوية ضمن سحب المزن الركامية، وتكون مصحوبة باضطرابات جوية يرافقها أحياناً عواصف رعدية.

5- درس الصبابحة (2005) حالات عدم الاستقرار الجوي في الأردن (1999- 2003). وأشارت النتائج إلى أن الأردن يتعرض لحوالي 16 حالة عدم استقرار جوي في السنة، وأن الحالة الجوية السائدة في طبقات الجو العليا عند مستوى (500 هكتوباسكال) ذات أثر واضح في زيادة فعالية المنظومة الجوية السطحية.

التحليل والمناقشة

آلية حدوث عدم الاستقرار الجوي:

يعتمد عدم استقرار الغلاف الجوي على العلاقة بين معدل التبرد الذاتي[4] ومعدل التبرد البيئي للهواء[5]، وهذه العملية أساسية في الغلاف الجوي، لكي تحدث عملية التكاثف وتتشكل الغيوم، ومن المهم الإشارة إلى أن تناقص درجة الحرارة مع الارتفاع يمثل الحالة العامة للغلاف الجوي، الذي فرضته الظروف الجوية السائدة، بينما يمثل التبرد الذاتي التغير الذي يحدث على درجة حرارة حزمة هوائية Air Parcel إذا رفعت إلى أعلى وقل الضغط عليها وانخفضت درجة حرارتها، وعادة ما تحتفظ هذه الحزمة بطاقتها الداخلية ولا تتبادلها مع الهواء المحيط بها إلا بعد مرور وقت طويل نسبيا تختلط فيه الحزمة مع الهواء المجاور وتفقد خصائصها وتصبح جزءاً منه، وعليه تعد دراسة الحركة الرأسية للهواء مهمة؛ لأن معظم التكاثف مرتبط بالتبرد الذاتي نتيجة الارتفاع، ومن ثم بناء سحب ذات نمو رأسي تتميز بشكلها الداكن وتخانتها الكبيرة.

عدم الاستقرار الجوي في الأردن:

تتشابه آلية عدم الاستقرار الجوي في أي مكان غير، أنه قد تختلف الظروف الطقسية التي توجد هذه الآلية، ويتعرض الأردن لبعض حالات عدم الاستقرار الجوي عندما تكون البلاد واقعة تحت تأثير جبهات باردة، خاصة إذا كانت تلك الجبهات مقترنة بأحواض علوية باردة Upper Through. وتتشكل الجبهة الباردة عندما يتقدم الهواء البارد باتجاه منطقة يسود فيها هواء دافئ، وكما هو معلوم فإن الهواء البارد أعلى كثافة من الهواء الدافئ، لذا يتغلغل أسفله ويجبره على الارتفاع للأعلى، مما يؤدي إلى تكاثف الرطوبة العالقة بالهواء الدافئ وتحولها إلى سحب المزن الركامي، ويعرف الهطل الناتج عن هذه الحالة بالهطل الإعصاري والجبهوي Cyclonic and Frontal Precipitation[6]. وتتكرر هذه الحالة في مناطق الانخفاضات الجوية، كما هي الحال في منطقة حوض البحر المتوسط خلال فصل الشتاء، ومثل هذه الجبهات يصحبها حدوث تغيرات سريعة في عناصر الطقس المختلفة، وينتج عنها حالات عنيفة من عدم الاستقرار الجوي بسبب التيارات الهوائية الشديدة، مما يؤدي إلى

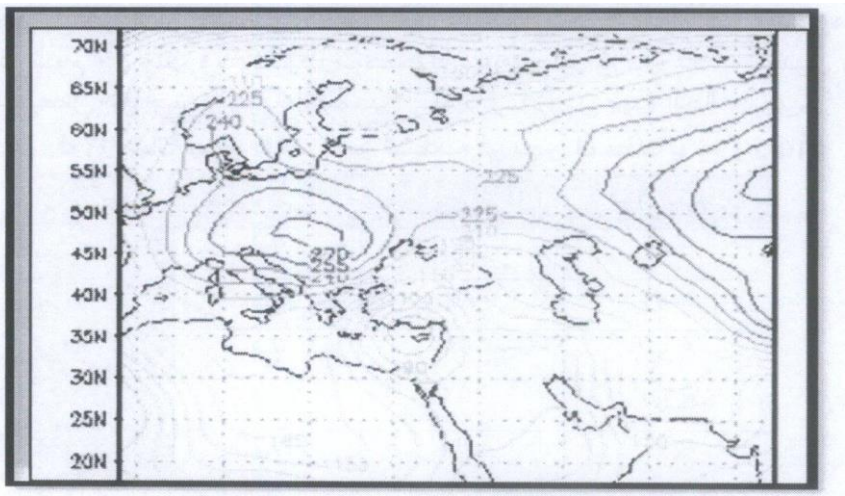
زيادة شدة وغزارة الهطل وتشكل البرق والرعد[7]. ويمكن تقسيم حالات عدم الاستقرار الجوي التي تعرض لها الأردن خلال فترة الدراسة على النحو التالي:

1- حالات عدم الاستقرار الجوي المرافقة للجبهات الباردة:

يبدأ تأثر الأردن – بوصفه جزءاً من منطقة شرق البحر المتوسط – بالجبهات الباردة ابتداءً من تشرين الأول، ومن ثم يأخذ عددها بالزيادة والتعمق خلال فصل الشتاء، وعند اقتران هذه الجبهات بأحواض علوية باردة فإن الأخيرة تعمل على نشوء خلايا مبعثرة ضمن الجبهة، وتكون الخلايا ذات نشاط تصاعدي بالغ القوة قادرة على رفع كميات كبيرة من الهواء الرطب مما ينتج حالة عنيفة من الاضطراب الجوي التي تسبب هطولاً مطرياً غزيراً يرافقه أحيانا هطول البرد والثلج على فوق المناطق المرتفعة[8].

وقد تعرض الأردن خلال الموسم المطري 2011/ 2010 إلى نحو 7 حالات من عدم الاستقرار الجوي المرتبطة بالجبهات الباردة، شكلت نحو 41.15% من مجموع عدد الحالات خلال هذا الموسم، تركز منها نحو 57.1% خلال فصل الشتاء ونحو 28.6% في فصل الربيع، وأخيراً الخريف 14.3%. وكان من أبرزها الحالة التي تعرض لها يوم الخامس عشر من شباط 2010، حيث بين تحليل الخريطة الجوية السطحية شكل (2) أن الأردن كان واقعاً تحت تأثير جبهة هوائية باردة رطبة ونشطة، مرافقة لمنخفض جوي سطحي كان يتمركز فوق جزيرة قبرص، وقد صاحب المنخفض الجوي السطحي وجود حوض علوي بارد في طبقات الجو العليا عند مستوى (500 هكتوباسكال) تمركز شرق جزيرة قبرص، لاحظ الخريطة شكل (3) وهي خريطة جوية علوية عند مستوى (500) هكتوباسكال ليوم الخميس 15 شباط 2010.

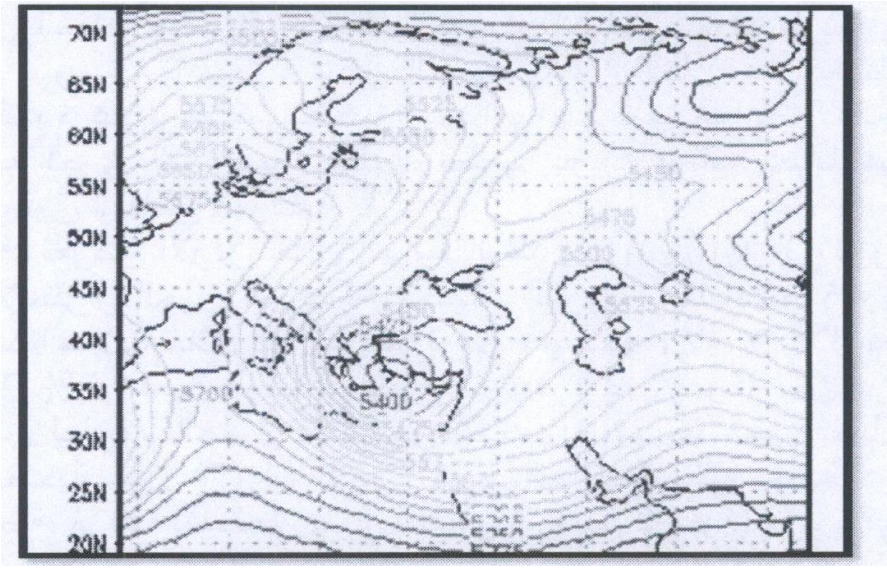
شكل رقم (2) خريطة جوية سطحية ليوم الخميس 15 شباط



المصدر: وكالة البحار والجو الأمريكية (noaa).

الشكل رقم (3)

خريطة جوية علوية عند مستوى (500) هكتوباسكال ليوم الخميس 15 شباط 2010



المصدر: وكالة البحار والجو الأمريكية (noaa).

وكانت الجبهة الباردة شديدة الأثر؛ إذ سقط الثلج في المناطق المرتفعة التي يزيد ارتفاعها عن 1200 متراً. وكانت الرياح شديدة السرعة وعاصفة في معظم المناطق، وتدنت درجات الحرارة عن معدلها العام ما بين 3 إلى 5 درجات مئوية، هطلت كميات كبيرة من الأمطار، حيث سجلت محطة مطار عمان أعلى كمية هطل (2)، خلال هذا اليوم 38 ملم، وكان الهطل مصحوباً بالبرد والبرق والرعد، والجدول (2) يبين حالة بعض العناصر الجوية السطحية أثناء تأثر الأردن بهذه الحالة الجوية[9].

الجدول رقم (2) حالة بعض عناصر الجو السطحية في بعض المحطات يوم 2010/2/15.

المحطة	درجة الحرارة م°	كمية الأمطار ملم	الرطوبة النسبية %
إربد	7.2	13.5	%97
مطار عمان	7	38	%95
الربة	7.5	18	%96
المفرق	7.3	10.4	%89

المحطة	درجة الحرارة م°	كمية الأمطار ملم	الرطوبة النسبية %
مطار العقبة	7.1	9	%87

المصدر: دائرة الأرصاد الجوية.

ويلاحظ من خلال الجدول السابق أن كميات الأمطار الهاطلة خلال يوم 2010/2/15 تراوحت بين 9 ملم كما في محطة مطار العقبة و38 ملم كما في محطة مطار عمان، ويلاحظ أن درجات قد انخفضت بشكل ملحوظ حيث تراوحت بين 7- 7.5 درجة مئوية، وكانت مستويات الرطوبة مرتفعة حيث زادت عن 87% في المحطات كافة.

2- **حالات عدم الاستقرار الجوي المرافقة لمنخفض البحر الأحمر**:

يتأثر الأردن سنويا بعدد من حالات عدم الاستقرار الجوي نتيجة امتداد ما يعرف بأخدود منخفض البحر الأحمر Red Sea Trough الذي يتكون فوق البحر الأحمر خلال فصلي الخريف والشتاء. وهو منخفض سطحي يفصل بين مراكز الضغط الجوي المرتفع في الجزيرة العربية وشمال أفريقيا(10). ويعد أخدود هذا المنخفض ظاهرة جوية تنشأ من التقاء تيارات هوائية شمالية غربية باردة قادمة من شمال البحر المتوسط، مع تيارات مدارية دافئة تهب من الجنوب أو الجنوب الشرقي، لتلقي في شمال منطقة البحر الأحمر، حيث تتلاقى هذه الرياح السطحية في مركز المنخفض وترتفع إلى الأعلى لتتشتت في طبقات الجو العليا.

يبدأ تأثر الأردن بمنخفض البحر الأحمر مع بداية فصل الخريف، بسبب تزحزح مركز أخدود هذا المنخفض نحو الشمال على طول البحر الأحمر، ليغطي الساحل الشرقي للبحر المتوسط بما فيه الأردن، ويبقى الأردن تحت تأثيره حتى بداية فصل الصيف، الذي يمتد خلاله منخفض الهند الموسمي نحو الجنوب والجنوب الغربي، ليغطي الجزيرة العربية حتى الصحراء الإفريقية، فيتزحزح امتداد منخفض البحر الأحمر مبتعداً نحو الجنوب، بحيث يتمركز في منتصف الصيف قبالة ميناء ماساوا في أثيوبيا، بينما كان يقع في منتصف الشتاء قبالة ميناء بور سودان(11).

ومما تجدر الإشارة إليه أن الرياح الجنوبية إلى الجنوبية الشرقية تعمل على تعمق وامتداد منخفض البحر الأحمر نحو الشمال أو الشمال الشرقي، في حين يؤدي اشتداد الرياح الشمالية الغربية السطحية المصاحبة للجبهات الهوائية الباردة إلى انحساره وتراجعه نحو الجنوب، كما يتذبذب امتداده ما بين الشرق والغرب، حيث يعمل امتداد مرتفع الصحراء الكبرى على دفعه نحو الشرق، أما امتداد مرتفع الجزيرة العربية فيدفعه نحو الغرب.

يختلف تأثير امتداد منخفض البحر الأحمر نحو الشمال أو الشمال الشرقي على الظروف الجوية في الأردن من حالة إلى أخرى، حيث يؤدي تمدده نحو الشمال أو الشمال الشرقي إلى تعرض الأردن لرياح جنوبية أو جنوبية شرقية حارة مثيرة للغبار، وإذا اقترنت هذه الرياح بتدفق الهواء البارد في طبقات الجو العليا، فإن ذلك يزيد من فعالية المنخفض السطحي، ويعمل على تطور حالات من عدم الاستقرار الجوي، ترافقها العواصف الرعدية المصحوبة بالمطر والبرد(12).

وقد تأثر الأردن خلال الموسم المطري 2011/ 2010 بنحو 7 حالات من عدم الاستقرار الجوي المرتبطة بمنخفض البحر الأحمر، أي ما يعادل 41.15% من المجموع الكلي لحالات عدم الاستقرار الجوي المؤثرة في الأردن خلال هذا الموسم، تركز منها نحو 43% خلال فصل الخريف ثم الشتاء والربيع 28.5% لكل منهما.

إن أبرز حالات هذه الوضعية خلال هذا الموسم، الحالة الجوية التي تأثر بها الأردن يوم الأربعاء 7 تشرين الثاني 2010. حيث كان واقعاً خلال الفترة 5- 7 تشرين الثاني تحت تأثير الرياح الجنوبية الشرقية المرافقة لامتداد منخفض البحر الأحمر نحو الشمال الشرقي كما يظهر في الخريطة الجوية شكل (4). وفي يوم 7 تشرين الثاني التقى المنخفض السطحي بامتداد حوض علوي بارد في طبقات الجو العليا عند مستوى (500 هكتوباسكال).

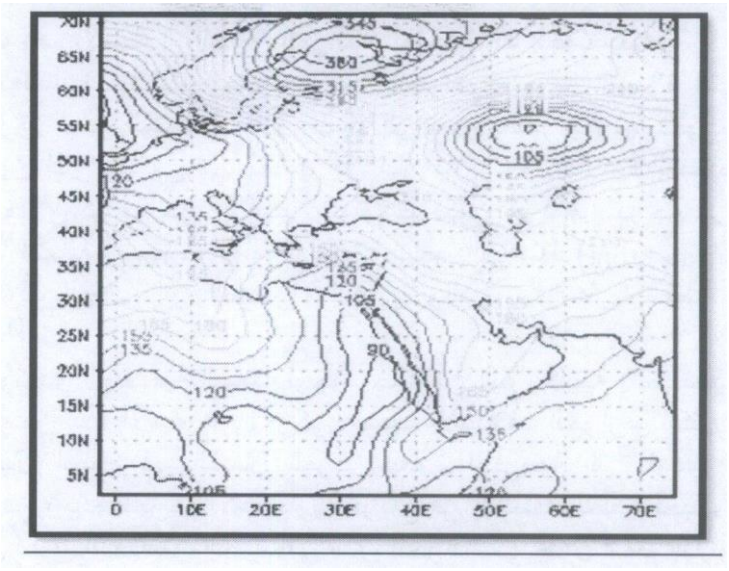
يظهر في الخريطة الجوية شكل (5) تأثر منطقة شرق البحر المتوسط بامتداد حوض علوي بارد في الحوض الشرقي للبحر المتوسط، التقى يوم 7 تشرين الثاني بامتداد منخفض البحر الأحمر السطحي، مما أدى إلى اشتداد الحركة الرأسية للرياح الصاعدة المصاحبة لامتداد المنخفض السطحي، ومن ثم تكاثف بخار الماء في الغلاف الجوي وتكون غيوم المزن الركامي وهطل زخات غزيرة من الأمطار الرعدية في معظم مناطق المملكة. ونتيجة للحالة السابقة طرا انخفاض ملموس على درجات الحرارة، وكان الجو غائماً بشكل عام، هطلت زخات غزيرة من المطر فوق معظم مناطق المملكة مصحوبة بالعواصف الرعدية، حيث سجلت محطة المفرق أعلى كمية هطل بلغت حوالي 33.1 ملم خلال 24 ساعة، في حين سجل مطار العقبة أدنى كمية هطل بلغت نحو 3.2 ملم. وكانت الرياح جنوبية إلى جنوبية شرقية بين المعتدلة والنشطة، لاحظ الجدول (2) الذي يبين حالة بعض عناصر الجو السطحية في بعض المحطات التي تأثرت بهذه الحالة خلال هذا اليوم.

الجدول رقم (3)

حالة بعض عناصر الجو السطحية في بعض المحطات خلال يوم 2010/11/7

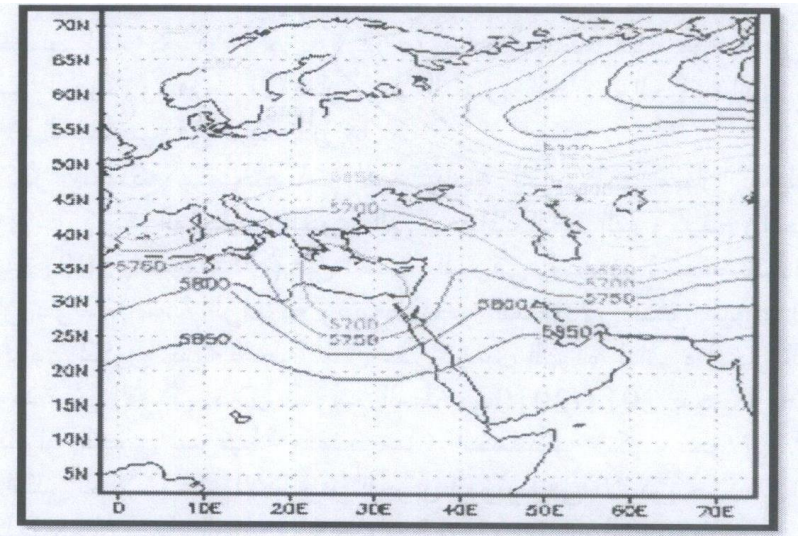
المحطة	درجة الحرارة م°	كمية الأمطار ملم	الرطوبة النسبية %
إربد	8.5	31.4	%88
مطار عمان	9.5	12.2	%76
الربة	9.6	18.5	%82
المفرق	11.8	33.1	%68
مطار العقبة	8.9	3.2	%78

المصدر: دائرة الأرصاد الجوية.



المصدر: وكالة البحار والجو الأمريكية (noaa).

الخريطة رقم (4) خريطة جوية سطحية ليوم الأربعاء 7 تشرين الثاني 2010



المصدر: وكالة البحار والجو الأمريكية (noaa).

الخريطة رقم (5) خريطة جوية علوية على مستوى (500) هكتوباسكال ليوم الأربعاء 7 تشرين الثاني 2010

3- حالات عدم الاستقرار الجوي المرافقة للمنخفضات الخماسينية:

تعد المنخفضات الخماسينية من الظواهر الجوية المميزة التي تؤثر في منطقة شرق البحر المتوسط خلال فصل الربيع، ويستمر تكونها نحو خمسين يوماً تبدأ في 21 آذار وتنتهي في العاشر من أيار تقريباً. وتنشأ هذه المنخفضات خلال هذه الفترة لأن درجة حرارة البحر المتوسط تكون أبرد من درجة حرارة اليابسة الإفريقية، إضافة إلى تزحزح موقع جبهة البحر المتوسط (Mediterranean Front) نحو الجنوب الغربي من الصحراء الكبرى والتي تنشأ عليها معظم المنخفضات الجوية[13].

وتؤدي الوضعية السابقة لوجود حالة من الباروكلينية (الضغطية)[14] ينتج عنها حالة من عدم الاستقرار الحركي ؛ بسبب الاختلاف الحراري للكتل الهوائية مع وجود جبال أطلس في الشمال الغربي للقارة الإفريقية التي تؤدي أيضاً دوراً ديناميكياً في زيادة الحركة الإعصارية للرياح في المنطقة الخلفية لجبال أطلس، مما يؤدي إلى تكون المنخفض الخماسيني الذي يتحرك على طول الخط الباروكليني الذي يفصل بين الهواء البارد فوق البحر المتوسط والهواء الحار فوق اليابس الأفريقي.

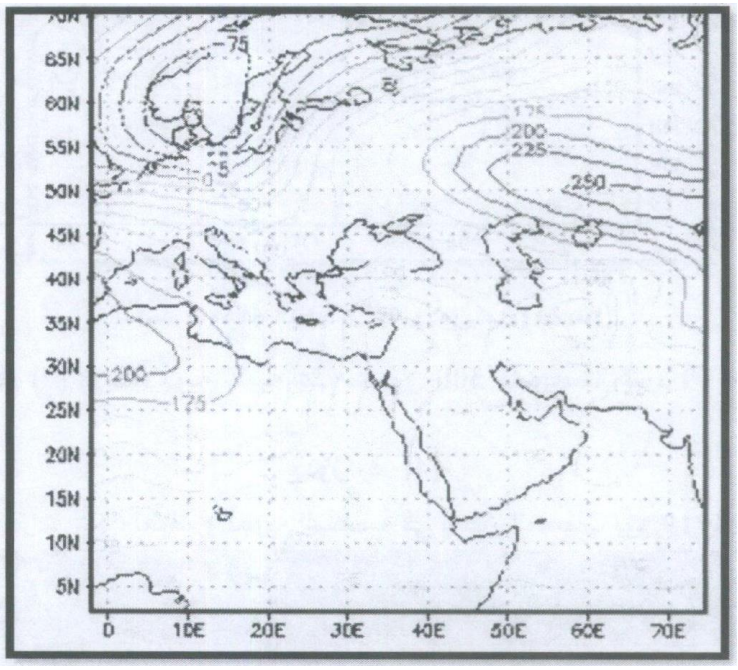
وتتميز هذه المنخفضات بطقس حار وجاف ومغبر؛ لأنها تتشكل فوق الصحراء الكبرى في شمال أفريقيا ثم تندفع شمالاً، وعندما تصل السواحل الشرقية للبحر المتوسط لتتمركز فوق جزيرة قبرص، حيث تندفع كتلة

هوائية باردة تؤدي إلى تكاثف الغيوم وسقوط الأمطار بعد الطقس الحار والجاف الذي يصاحب المنخفضات الخماسينية في بداية تأثيرها.

تتأثر المملكة بالمنخفضات الخماسينسة التي تأخذ مساراً متطرفاً نحو الشمال، ويؤدي تعمق المنخفض الجوي إلى انحراف الخط الباروكليني واتجاه الرياح عند مستوى (500 هكتوباسكال) إلى الشمال الشرقي، وتمتاز المنخفضات التي تأخذ هذا المسار بارتفاع نسبة الرطوبة وضغط بخار الماء ؛ لأن تدفق الهواء البارد في مؤخرتها يؤدي لتكون جبهة نشطة تعمل على تحميل الهواء الدافئ لبخار الماء[15].

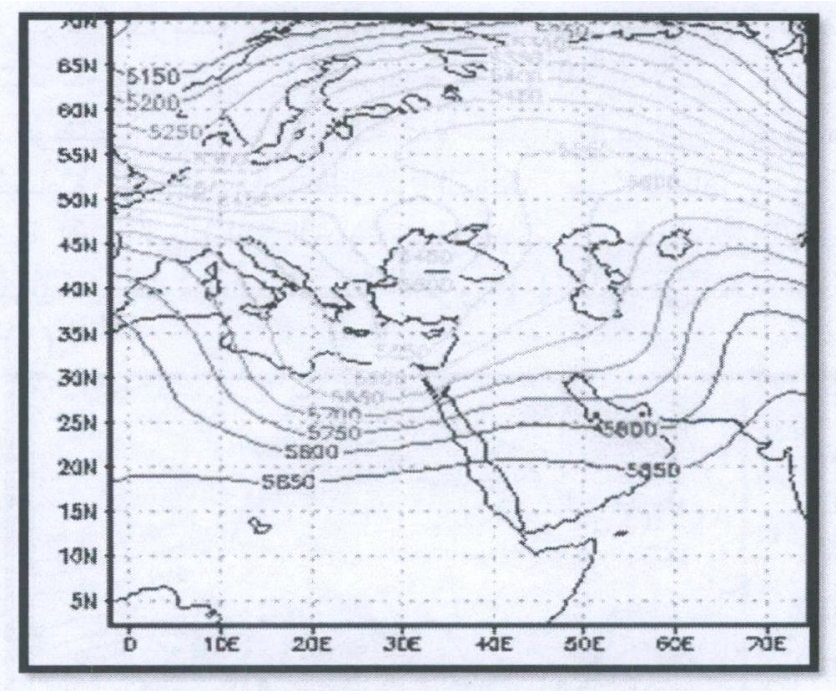
وقد تأثر الأردن خلال الموسم المطري 2010/ 2011 بنحو 3 حالات من عدم الاستقرار الجوي المرتبطة بالمنخفضات الخماسينية شكلت نحو 17.7% من المجموع الكلي لحالات عدم الاستقرار الجوي المؤثرة في الأردن خلال هذا الموسم، تركزت كلها خلال فصل الربيع، وكانت حالة عدم الاستقرار التي أثرت في الأردن في 19 آذار 2010 أبرز الحالات خلال هذا الموسم:

وقع الأردن في 19 آذار 2010 تحت تأثير منخفض خماسيني امتد شرقي البحر المتوسط وفوق الجزء الشمالي من البحر الأحمر ترافق على السطح بهبوب رياح جنوبية شرقية خريطة شكل (6). وفي طبقات الجو العليا ترافق المنخفض (7)، السطحي بامتداد حوضي علوي بارد مركزه شمال البحر الأسود خريطة شكل وقد أدت هذه الوضعية إلى حدوث حالة عدم استقرار الجوي صاحبها هطول أمطار رعدية في المناطق الشمالية والوسطي من المملكة، حيث سجلت محطة مطار عمان 8.5 ملم، بينما أدت إلى إثارة الغبار وسقوط كميات قليلة من الأمطار المناطق الشرقية والجنوبية، حيث سجلت محطة المفرق 4.1 ملم وفي مطار العقبة 0.5 ملم لاحظ جدول (4) [16].



المصدر: وكالة البحار والجو الأمريكية (noaa).

الشكل رقم (6) خريطة جوية سطحية ليوم 19-3-2010.



المصدر: وكالة البحار والجو الأمريكية (noaa).

الشكل رقم (7) خريطة جوية علوية على مستوى 500 هكتوباسكال ليوم 19-3-2010

جدول رقم (4)

التغيرات طرأت على العناصر الجوية السطحية في بعض المحطات يوم 19-3-2010

المحطة	درجة الحرارة م°	كمية الأمطار ملم	الرطوبة النسبية %
إربد	13	7.2	78
مطار عمان	12.4	8.5	80
الربة	12.1	7.5	77
المفرق	18	4.1	72
مطار العقبة	20.7	0.5	69

المصدر: دائرة الأرصاد الجوية.

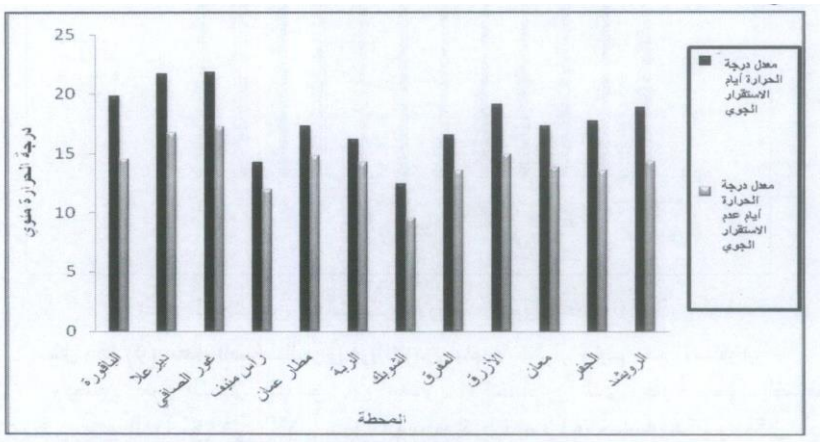
ويلاحظ من خلال الجدول السابق أن المنخفض الخماسيني أدى لهطل كميات متوسطة من الأمطار الرعدية تراوحت بين 0.5- 8.5 ملم، كما طرأ انخفاض طفيف على درجة الحرارة حيث تراوحت بين 12.1م° في محطة مطار عمان إلى 20.7م° في مطار العقبة، ومعدلات الرطوبة النسبية كانت مرتفعة قليلا إذ تراوحت ما بين 69% في مطار العقبة و80% في مطار عمان.

3- الظروف الطقسية المصاحبة لحالات عدم الاستقرار الجوي في الأردن

يرافق حالات عدم الاستقرار حدوث مجموعة من التغيرات الطقسية، وفيما يلي عرض لأهم هذه التغيرات:

- درجة الحرارة

تنخفض درجة الحرارة مع تطور حالة عدم الاستقرار الجوي، إذ يعمل تدفق الهواء البارد المرافق لها نحو السطح مع التيارات الهابطة على خفض درجة الحرارة السطحية، ويوضح الشكل (8) الفرق بين درجة الحرارة السطحية المصاحبة لعدم الاستقرار الجوي في بعض المناطق، بالمقارنة مع معدلها في الأيام المستقرة.



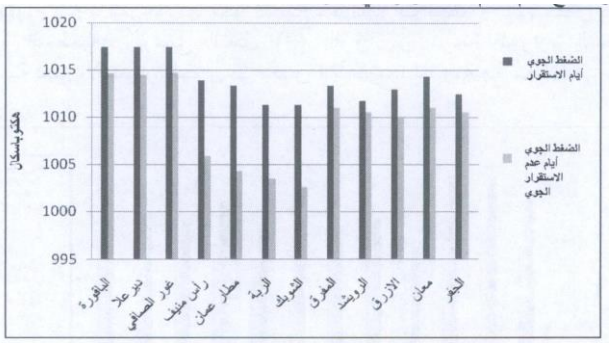
إعداد الباحث عن بيانات دائرة الأرصاد الجوية للفترة، 2010.

شكل رقم (8) مقدار التغير في معدل درجة الحرارة أيام عدم الاستقرار بالمقارنة مع أيام الاستقرار الجوي

- الضغط الجوي

يختلف الضغط الجوي من مكان إلى آخر على سطح الأرض، كما يختلف من فترة زمنية إلى أخرى ؛ بسبب ارتباطه بالارتفاع عن مستوى سطح البحر، وارتباطه بمعدلات درجة الحرارة والرطوبة وتشكل المنخفضات الجوية، ويؤثر توزع درجة الحرارة بشكل كبير في الضغط الجوي، حيث يعمل ارتفاع الحرارة على تسخين الهواء الملامس لسطح الأرض، ورفعه إلى أعلى فيصبح مركزاً لتجمع الهواء من المناطق المحيطة به، مما يؤدي إلى خفض معدل الضغط الجوي، الذي له دور بالغ على الأحوال الجوية، بينما يؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى تقلص الهواء وازدياد كثافته ومن ثم يرتفع ضغطه.

ويبين توزع الضغط الجوي في الأردن ميله للانخفاض أيام عدم الاستقرار الجوي، انظر للشكل (9) الذي يبين الفرق في معدل الضغط الجوي أيام الاستقرار بالمقارنة مع أيام عدم الاستقرار في الأردن.



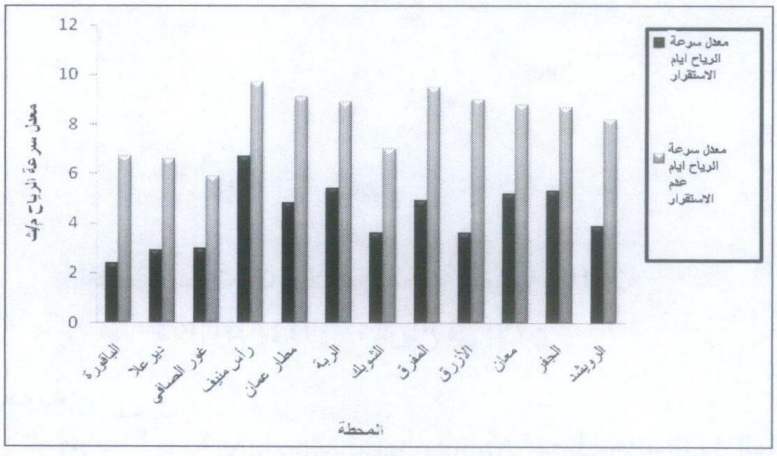
إعداد الباحث عن بيانات دائرة الأرصاد الجوية للفترة، 2010

شكل رقم (9) معدل الضغط الجوي في الأردن أيام الاستقرار وأيام عدم الاستقرار

ويظهر من الشكل السابق أن مقدار الانخفاض الذي طرأ على الضغط الجوي في هذه المناطق في الأيام غير المستقرة بلغ معدله خمسه هكتوباسكال أيام العواصف بالمقارنة مع الأيام المستقرة، ويتزايد مقدار الانخفاض في الضغط الجوي بالارتفاع عن مستوى سطح البحر، إذ بلغ معدل الضغط الجوي أيام العواصف 1002.6 هكتوباسكال بالمقارنة مع 1011.3 هكتوباسكال أيام الاستقرار في الشوبك الواقعة على ارتفاع 1365 مترا فوق مستوى سطح البحر بانخفاض قدره (8.7) هكتوباسكال، في حين تراجع مقدار الانخفاض على الضغط الجوي في ديرعلا الواقعة على ارتفاع 224 متراً تحت مستوى سطح البحر 2.7 هكتوباسكال في أيام عدم الاستقرار ليصبح 1014.8 هكتوباسكال بالمقارنة مع الأيام المستقرة 1017.5 هكتوباسكال.

- اتجاه الرياح وسرعتها

يقع الأردن تحت تأثير رياح مختلفة الاتجاه والسرعة، حيث يلاحظ استمرارية تغير سرعتها واتجاهها مكانياً وزمنياً، لذا فهي تختلف من مكان لأخر ومن فصل لأخر. وفيما يتعلق بسرعة الرياح في الأردن فتعد معتدلة بشكل عام حيث تتراوح بين 2 و6 م/ث، ومع ذلك ترتفع سرعتها في بعض الأوقات من السنة؛ بسبب بعض الظروف الطقسية غير المستقرة، وللتعرف على التغيرات التي تطرأ على سرعة الرياح خلال التأثر بحالات عدم الاستقرار الجوي، انظر الشكل (10) الذي يبين الفرق في معدل سرعة الرياح في المحطات أيام عدم الاستقرار بالمقارنة مع معدل سرعتها في الأيام المستقرة حيث يظهر الشكل تزايد سرعة الرياح بشكل ملحوظ أيام العواصف، فقد بلغ معدل سرعة هبات الرياح المفاجئة في المحطات كافة أيام عدم الاستقرار 8.2 م/ث بالمقارنة مع 4.3 م/ث أيام الاستقرار.

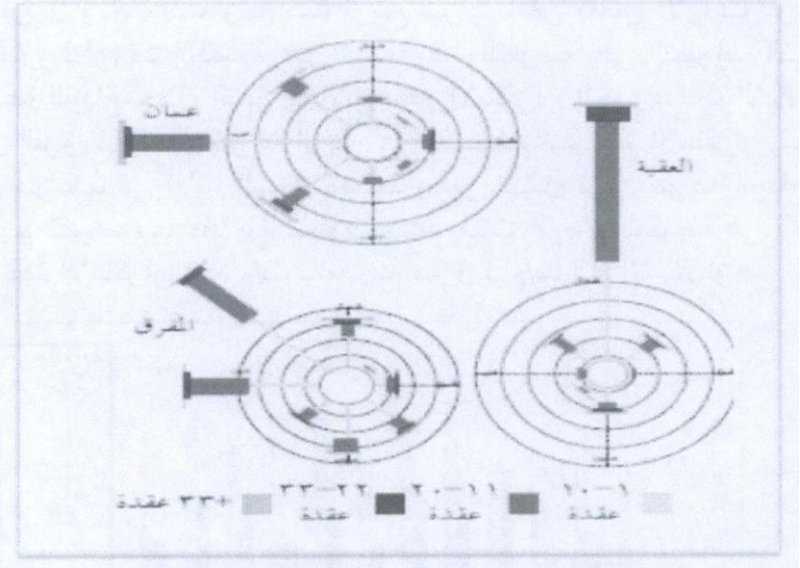


إعداد الباحث عن بيانات دائرة الأرصاد الجوية للفترة، 2010.

شكل رقم (10) معدل سرعة الرياح أيام عدم الاستقرار ومعدل سرعتها في الأيام المستقرة

ويظهر من الشكل (11) الذي يمثل وردة الرياح لمحطة عمان الممثلة للمرتفعات الجبلية، ووردة المفرق الممثلة للمنطقة الصحراوية، ووردة العقبة الممثلة لمنطقة وادي الأردن. هذا ويلاحظ الاختلاف في اتجاهات الرياح بين أقاليم الأردن الجغرافية، حيث يسوده في الأيام المستقرة الرياح الغربية باستثناء منطقة الأغوار التي تسودها رياح شمالية؛ بسبب طبيعة تضاريس المنطقة المحاطة بالمرتفعات الجبلية من الغرب والشرق، إذ يشكل وادي الأردن مجرى للرياح الشمالية.

وتسود في الأيام غير المستقرة الرياح الشمالية الغربية التي تصحب الجبهة الباردة المرافقة لمنخفضات البحر المتوسط في الشتاء، إضافة إلى تعرضها للرياح الجنوبية الشرقية التي تصحب المنخفضات الخماسينية ومنخفضات البحر الأحمر خلال فصلي الربيع والخريف.



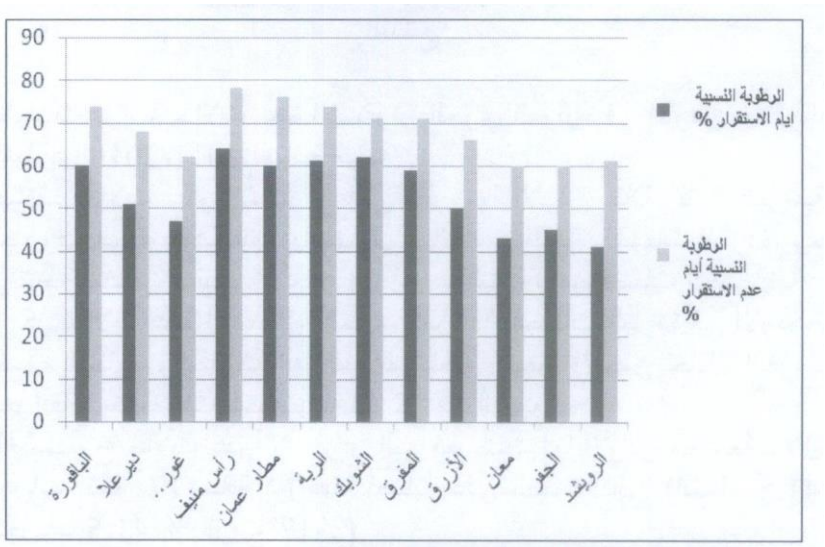
المصدر: بيانات دائرة الأرصاد الجوية الأردنية، 2010.

شكل رقم (11) وردة الرياح في الأردن

- الرطوبة الجوية:

تمثل الرطوبة الجوية Atmospheric Moisture مجمل ما يحتويه الهواء من بخار الماء، وتأتي أهميتها من كونها المصدر الرئيس لكافة أشكال التكاثف، حيث تلعب هذه الرطوبة دوراً هاماً في الطقس والمناخ، فهي عامل أساسي في تكوين السحب ومظاهر الهطول المختلفة، ولتعرف التغيرات التي تطرأ على كمية الرطوبة في الغلاف الجوي، عند تعرض الأردن لعدم الاستقرار الجوي، انظر الشكل (12) الذي يبين معدل الرطوبة النسبية لأيام العواصف بالمقارنة مع الأيام المستقرة. ويلاحظ من خلال الشكل (12) أن الرطوبة النسبية تميل للارتفاع في

الطبقة السفلى من الغلاف الجوي بنسب تتراوح ما بين 15- 20% تقريباً أيام عدم الاستقرار الجوي؛ بسبب نشاط التيارات الهوائية الهابطة والصاعدة.



إعداد الباحث عن بيانات دائرة الأرصاد الجوية للفترة، 2010.

الشكل رقم (12) التغير في معدل الرطوبة النسبية في الأردن أيام عدم الاستقرار بالمقارنة مع معدلها أيام الاستقرار الجوي.

النتائج:

1. أظهرت دراسة حالات عدم الاستقرار الجوي المؤثرة في الأردن خلال الموسم المطري 2010/ 2011 النتائج التالية:

2. تصنف حالات عدم الاستقرار التي تأثر بها الأردن خلال فترة الدراسة تبعاً للظروف السينوبتيكية المؤدية لها إلى حالات مرتبطة بالجبهات الباردة، وحالات مرتبطة بمنخفض البحر الأحمر وأخرى مرتبطة بالمنخفضات الخماسينية.

3. تتركز حالات عدم الاستقرار الجوي المرافقة للجبهات الباردة في الأردن خلال فصل الشتاء، والحالات المرافقة لمنخفض البحر الأحمر خلال الخريف أما المرافقة للمنخفضات الخماسينية فتتركز في الربيع.

4. بلغ مجموع حالات عدم الاستقرار التي تعرضت لها الأردن مجتمعة خلال فترة الدراسة نحو 17 حالة توزعت فصلياً على النحو التالي (الشتاء 41.5%، الخريف 41.5% الربيع 17%).

5. تترافق حالات عدم الاستقرار الجوي بمجموعة من التغيرات الفجائية على الحالة الجوية السطحية تتمثل في انخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي، إضافة إلى هطولات مطرية تعتمد كميتها على شدة الحالة.

الهوامش

1. Barry, R, G, And Chorley, R.J., (1998), Atmosphere Weather And Climate, Library Of Congress, 7th, Edition, p.211.

2. حازم العاني وولي السيد محمد. خرائط الطقس والتنبؤ الجوي، ط 1 (وزارة التعليم العالي العراقية، جامعة البصرة: 19855) ص: 87.

3. عامر قنديلجي، البحث العلمي واستخدام مصادر المعلومات التقليدية والالكترونية، ط 2 (دار المسيرة، عمان، 2010) ص - ص: 104- 107.

4. معدل التبرد الذاتي: هو المعدل الذي يبرد به الهواء الصاعد إلى أعلى دون أن يفقد حرارة لما حوله، بسبب تمدد الهواء وزيادة حجمه.

5. معدل التبرد البيئي: هو المعدل الذي تتناقص به درجة حرارة الهواء الفعلية في الارتفاعات المختلفة.

6. أحمد الشمايلة، المنخفضات الخماسينية والعواصف الغبارية المرافقة لها في شرق المتوسط مع التركيز على الأردن (رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية: 1990) ص: 18.

7. فوار الموسى. الخصائص المناخية للحرارة والأمطار في منطقة شرقي البحر المتوسط. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عين شمس – القاهرة ص: 41.

8. نعمان شحادة. مناخ الأردن. ط 1 دار البشير، عمان، 1991، ص: 164.

9. دائرة الإحصاءات العامة، بيانات يومية غير منشورة ليوم 2010/2/15.

10. علي أبو حسين، تأثير منخفض البحر الأحمر على مناخ الأردن في فصلي الربيع والخريف، 1993، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، ص: 47.

11. نعمان شحادة. مناخ الأردن مرجع سابق ص ص 168- 169.

12. المرجع السابق، ص: 169.

13. نعمان شحادة، مناخ الأردن. مرجع سابق. 1991. ص: 75.

14. الباروكلينية: عندما تختلف كثافة الهواء أفقياً على ارتفاع معين، فإن خطوط تساوي الكثافة تتساوى مع خطوط تساوي الضغط، لذا تكون حالة الجو غير مستقرة، وهذه الحالة يطلق عليها باروكلينيك.

15. أحمد الشمايلة. المنخفضات الخماسينية والعواصف الغبارية المرافقة لها في شرق البحر المتوسط، مرجع سابق. ص: 25.

16. دائرة الأرصاد الجوية.

المراجع:

1. الشمايلة، أحمد (1990) المنخفضات الخماسينية والعواصف الغبارية المرافقة لها في شرق المتوسط مع التركيز على الأردن (رسالة ماجستير غير منشورة، الأردن، الجامعة الأردنية.
2. العاني، حازم وولي السيد محمد (1985) خرائط الطقس والتنبؤ الجوي، ط 1، العراق، وزارة التعليم العالي العراقية، جامعة البصرة.
3. دائرة الإحصاءات العامة، بيانات يومية غير منشورة ليوم 2010/2/15.
4. دائرة الأرصاد الجوية الأردنية.
5. شحادة، نعمان (1991) مناخ الأردن، ط 1 دار البشير، عمان.
6. صبابحة، نوح (2005) حالات عدم الاستقرار الجوي في الأردن 1996- 2003 رسالة ماجستير غير منشورة، الأردن، الجامعة الأردنية.
7. علي أبو حسين (1993) تأثير منخفض البحر الاحمر على مناخ الأردن في فصلي الربيع والخريف، رسالة ماجستير غير من منشورة، الجامعة الأردنية.
8. قنديلجي، عامر (2010) البحث العلمي واستخدام مصادر المعلومات التقليدية والالكترونية، ط 2، دار المسيرة، عمان– الأردن.
9. Barry, R, G, and Chorley, R.J., (1998) Atmosphere Weather and Climate, Library of Congress, 7th Edition.
10. www.cdc.noaa.gov/data.reanalysis.html