

دراسة الأحوال السينوبتيكية المسببة للعواصف الغبارية خلال فصل الربيع في الأردن

علي غانم¹، يوسف خليل²

ملخص

يهتم هذا البحث في دراسة الأحوال السينوبتيكية المصاحبة للعواصف الغبارية ذات مدى الرؤية من صفر إلى 1كم، التي حدثت في فصل الربيع خلال مدة الدراسة 2016-1980 في الأردن، وقد وجد تباين كبير في عدد العواصف السنوية، وأن أكبر عدد منها قد حدث في عام 2003، بينما لم يسجل في ربيع العام 1983 أي حدوث للعواصف الغبارية، وكان معدلها السنوي فصول الربيع خلال مدة الدراسة 7.6 عاصفة، بمعامل اختلاف 75%. وتتكون العواصف الغبارية مع اشتداد الرياح القادمة من المناطق الصحراوية شرق وجنوب الأردن ذات التربة الناعمة المفككة، ويصاحبها ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة. تبين من تحليل خرائط الطقس السطحية خلال مدة الدراسة أن معظم العواصف الغبارية قد حدثت مع الجبهات الهوائية الباردة 104 عواصف المرافقة لمنخفضات البحر المتوسط، وانخفض عدد الحالات إلى (84) عاصفة مرافقة للمنخفضات الخماسينية، و(43) عاصفة مرافقة لمنخفض البحر الأحمر، وقد حدثت معظم هذه العواصف في شهر نيسان (122) عاصفة، بينما توزع الباقي بين شهري آذار (89) عاصفة وأيار (86) عاصفة.

الكلمات الدالة: عواصف غبارية، فصل الربيع، الأردن، جبهات هوائية، خماسينية، الرؤية.

المقدمة

يعرف الباحثون العاصفة الغبارية بانتشار الغبار في الجو، لكنهم يختلفون على مدى الرؤية وسرعة الرياح المرافقة لها، فهي أقل من (14) عقدة عند ولي محمد (1982)، و(18) عقدة فأكثر عند صفر (1982)، بينما لم يتم تحديد سرعة الرياح في العاصفة الغبارية لدى منظمة الأرصاد الجوية العالمية (Meddleton, 1986, Goudi and Middleton, 2001)، فهي تحدث على سرعات مختلفة، كما عند السلطان (1985) حيث لم يتم تحديد سرعة معينة للرياح ولا مدى رؤية معين في العاصفة الغبارية. وتعتمد في هذه الدراسة مدى الرؤية في العاصفة الغبارية ما بين صفر إلى 1 كم، بغض النظر عن سرعة الرياح، وهذا يتفق مع ما هو معمول به لدى دائرة الأرصاد الجوية الأردنية.

ويقع الأردن في إقليم شرق البحر المتوسط بين دائرتي عرض 29.15° و 32.55° شمالاً، وخطي طول 35° و 39° شرقاً، وتحدث العواصف الغبارية في الأردن نتيجة لمجاورته المناطق الصحراوية، فهو يقع شمال غرب الجزيرة العربية وشرق صحراء سيناء والصحراء الكبرى، وجنوب غرب بادية الشام، علماً بأن المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية تشكل أكثر من 80% من مساحة البلاد، لذلك يتكرر فيها حدوث العواصف الغبارية سنوياً، ويندر حدوثها في المناطق الغربية من الأردن. وتتكون العواصف الغبارية مع الأحوال الجوية الجافة، بينما الامطار تنهي العواصف الغبارية أو تمنع تكونها.

يتأثر الأردن بعدد من أنظمة الضغط الجوي والمنخفضات الجوية في مختلف الفصول، تجعله عرضة لهبوب رياح شرقية شمالية شرقية وجنوبية شرقية جافة مثيرة للعواصف الغبارية، حيث تسهم عوامل متعددة في تكون هذه العواصف، مثل الرياح وتفكك التربة والجفاف وقلة الرطوبة، إضافة إلى طبيعة الأحوال الجوية التي ترافق حدوثها. ويتعرض الأردن لحدوث العواصف الغبارية في جميع الفصول، وأكثرها يحدث في فصل الربيع نتيجة لتعرض المنطقة لحالات جوية كالجبهات الهوائية الباردة والمنخفضات الحرارية والمرتفعات الجوية. وتعد الصحراء الكبرى مصدراً رئيساً للغبار الذي يصل إلى منطقة شرق البحر المتوسط (Molars, 1986)، وأشار خليل (2008)، إلى أن حوالي (54.1%) من العواصف الغبارية في الأردن تحدث في فصل الربيع، يليه فصل الشتاء بنسبة (21.9%)، ثم الخريف بنسبة (15.1%) فالصيف (8.9%).

1 الجامعة الأردنية؛ 2 جامعة الملك فيصل.

تاريخ استلام البحث 2019/10/3، وتاريخ قبوله 2020/6/4.

مشكلة الدراسة:

يتكرر حدوث العواصف الغبارية سنويا في كثير من مناطق العالم عامة وفي الاردن مكان الدراسة وأن فهم الأحوال الجوية التي تؤدي الى حدوث العواصف الغبارية امر مهم يسهم في ايجاد وسائل لتخفيف اضرار الغبار. وتسبب العواصف الغبارية عواقب سلبية في مجالات الحياة المختلفة، مناخيا تزيد درجات الحرارة وانتشار حالات الجفاف وانخفاض مدى الرؤية، وتؤثر هذه التغيرات على الانتاج الزراعي وتعطل حركة النقل، ويتبع ذلك تأثيرات بشرية وطبيعية مهمة. وتداولت وسائل الاعلام الاخبار عن اشد العواصف الغبارية التي حدثت في بلاد الشام في المدة 6-13/9/2015، وكان لها عواقب سلبية كبيرة مثل اغلاق الطرق لتدني مدى الرؤية وتعطيل العمل، وتزايد الاصابات التنفسية لأعداد كبيرة من الناس، واتلاف مساحات واسعة من المزروعات والاشجار، وارتفاع درجات الحرارة عن معدلاتها بشكل ملحوظ حيث وصلت الى 45 م في بعض المناطق.

العواصف الغبارية ظاهرة مناخية تؤثر على الانسان والبيئة، ويسعى العلماء من خلال البحث العلمي وفهم الأحوال الجوية لإيجاد الوسائل الملائمة للحد من العواقب السلبية للعواصف الغبارية ولتخفيف اضرارها.

اهمية الدراسة ومبرراتها:

تكمن اهمية هذه الدراسة في الاحاطة بأهمية الأحوال الجوية وعناصرها من حيث خصائص الرياح، درجة الحرارة والجفاف في تكوين العواصف الغبارية. والعمل يهدف الى زيادة فهم تفاصيل العناصر المكونة للعواصف الغبارية في الاردن لتقليل الخسائر الاقتصادية والبشرية والبيئية الناجمة عن تلك العواصف. ويمكن استخدام النتائج في عمليات التخطيط السليم في المجالات المختلفة خاصة التي تتاثر بالعواصف الغبارية. وتقدم هذه الدراسة معلومات يستفيد منها باحثين آخرين وكذلك صناع القرار.

الدراسات السابقة:

أن دراسة العواصف الغبارية باعتبارها ظاهرة جوية مهمة لما لها من تأثيرات سلبية على مختلف مجالات الحياة، ولقد تنوعت مواضيع دراسة العواصف الغبارية من حيث اسبابها، خصائصها وتأثيراتها، ويمكن تلخيصها كما يلي:

دراسة اهمية وتأثير انتشار الغبار الذي يقلل مدى الرؤية ويعيق حركة النقل البري والجوي (Divilliers and Heerden, 2007)، إضافة لما تمثله العواصف الغبارية بما فيها من أضرار ناعمة من أمراض وأضرار عديدة على صحة الإنسان وحياة النبات والحيوان، (محسوب، 2007). كما تسبب العواصف الغبارية الجفاف وتعرية التربة وتزيد من شدة الحت الريحي (Goudie, 1978. Yahya and Sekar, 2018)، وتؤثر العواصف الغبارية كذلك على الغطاء النباتي وتدمر المحاصيل الزراعية (السيد، 2004 وسالم، 2004)، وتعد العواصف الغبارية من العوامل المهمة المسببة للتصحّر في المناطق الهشة والمهددة بالتصحّر (Prekesh et al. 2015 وكاظم ومكي، 2015)، كما تؤثر على العناصر الطبيعية فتقلل من كمية الإشعاع الشمسي (Akrawi, et at, 1989). لهذا حظيت العواصف الغبارية على اهمية في الدراسات المناخية (Indoitu et al. 2013 and Sissakian et al. 2011، Pahlavanrivil et al., 2009، al. 2011، وراشد، 2011)، واهتمت الدراسات في توضيح التوزيع الزمني والمكاني الأحوال الجوية المسببة للعواصف الغبارية (Miller et al., 2019، Al-Jumaily and Ibrahim, 2013، Hamidi et al., 2013، and Muhammed et al., 2015، والعسكر، 1999). وأشار بعض الكتاب الى اهمية النشاطات البشرية في تفكيك التربة بازالة النبات وتغير استخدامات الارض والحروب، مما زاد من شدة وتكرار العواصف الغبارية والرملية، وقد يكون للتغير المناخي تأثير في ذلك (محمد، 2015).

الاهداف:

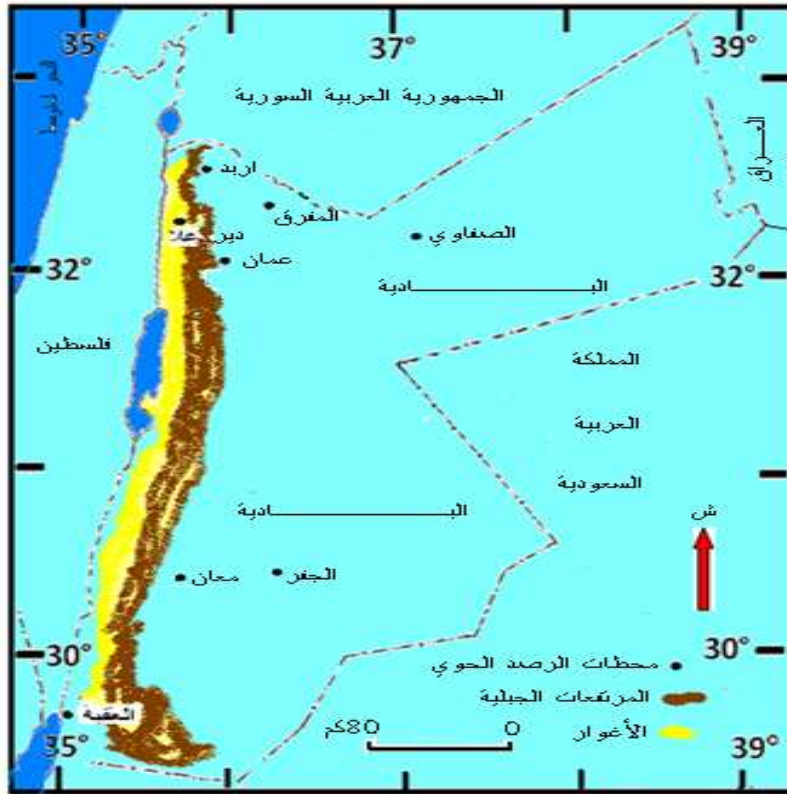
ويهتم هذا البحث في دراسة وتحليل الأحوال الجوية المصاحبة لحدوث العواصف الغبارية وخصائصها الزمانية والمكانية في الأردن، وذلك من خلال تحليل خرائط الطقس السطحية والعلوية لأيام حدوث العواصف الغبارية. وقد عمدت المنهجية لتحقيق هدفين:

الأول: دراسة تفصيلية لبيانات مدى الرؤية لأيام التي حدث فيها إثارة للغبار في محطات الدراسة، وتحديد العواصف الغبارية بناء على مدى الرؤية من صفر إلى 1كم.

الثاني: فهو دراسة تفصيلية لخرائط الطقس السطحية والعلوية لأيام حدوث العواصف الغبارية، وعليه فقد تم تصنيف هذه العواصف إلى مجموعات حسب الأحوال السينوبتيكية التي رافقتها، وهي الجبهات الباردة، والمنخفضات الخماسينية والبحر الأحمر وشبه الجزيرة العربية والموسمي، والمرتفعين الأزوري والسيبيرى.

البيانات:

تشمل بيانات يومية لمدى الرؤية المرتبط بتحديد العواصف الغبارية، باعتبارها متغيراً تابعاً، إضافة لبيانات يومية أخرى من المتغيرات المستقلة المرافقة للعواصف الغبارية، مثل درجة الحرارة العظمى والرطوبة النسبية وسرعة الرياح واتجاهها والضغط الجوي في ثماني محطات للفترة 1980-2016 (دائرة الأرصاد الجوية الأردنية) (الشكل 1)، وقد اختيرت هذه المحطات لتوزعها على الأقاليم الجغرافية في الأردن، ذات الامتداد الطولي من الشمال إلى الجنوب، وهي الأغوار في غرب البلاد والمرتفعات الجبلية في الوسط، والبادية الأردنية في الأجزاء الشرقية والجنوبية، إضافة لتوفر بياناتها اليومية من خلال مدة الدراسة، كما تم تحليل خرائط الطقس السطحية لمستوى سطح البحر (Surface weather charts)، وخرائط الطقس العلوية (Upper weather charts) عند مستوى (500) هكتو باسكال للأيام التي حدثت فيها العواصف الغبارية، وقد تم الحصول عليها من موقع الإدارة الوطنية الأمريكية لعلوم الطقس والبحار (National Oceanic And Atmospheric Administration: NOAA).



الشكل 1. محطات الرصد الجوي المختارة للبحث في الأردن

المنهجية:

لتحقيق أهداف البحث اتبعت منهجيات ملائمة لدراسة العواصف الغبارية ، وقد شملت المنهجية استخدام المنهج الوصفي في وصف التباين الزمني لحدوث العواصف الغبارية واختلافها من مكان إلى آخر، رافق ذلك توضيح وتفسير لأسباب تلك التباينات بين محطات الرصد المناخية، وقد استخدمت خرائط الضغط الجوي السطحية للتعرف وتفسير طبيعة الأحوال الجوية السينوبتيكية المرافقة للعواصف الغبارية، والاسترشاد بخرائط الضغط الجوي على مستوى 500 هكتوباسكال وخاصة الأحواض العلوية الباردة (Upper Trough) السائدة في يوم حدوث العاصفة الغبارية (Hamdi et al., 2013 and Muhammed et al., 2015).

كما استخدمت بعض أساليب التحليل الإحصائي الملائمة لمعالجة بيانات العواصف الغبارية لتحقيق هدف البحث (السيراني والصالح، 2005)، ومن تلك الأساليب :

- استخراج تكرارات حدوث العواصف الغبارية الشهرية (لفصول الربيع) والمكانية (المحطات المناخية للدراسة) ومعدلاتها وتبعاً للحالات الجوية المرافقة للعواصف الغبارية في الأردن.
- حساب مقاييس النزعة المركزية ومقاييس التشتت لبيانات حدوث العواصف الغبارية، مثل المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري ومعامل الاختلاف، حيث تقدم هذه المقاييس وصفاً لحدوث العواصف الغبارية من جهة، وقياس مدى التشتت الزمني والمكاني لحدوث تلك العواصف.

مناقشة النتائج:

تتضمن المناقشة عرض وشرح التباين الزمني (الشهري) والتباين المكاني للعواصف الغبارية ومدى الرؤية، إضافة للموضوع الأهم تصنيف العواصف الغبارية حسب الأحوال السينوبتيكية.

التباين الشهري للعواصف الغبارية :

اتضح من توزيع العواصف الغبارية في الأردن أن فصل الربيع هو أكثر الفصول التي تأثر فيها الأردن بهذه العواصف، حيث بلغت تكراراتها (297) عاصفة غبارية وبنسبة (54.1%) من مجموع العواصف لجميع الفصول، وبمعامل اختلاف (69.6%)، ويعود ذلك إلى طبيعة الأحوال السينوبتيكية وتأثيرها وتركزها في فصل الربيع أكثر من غيره من الفصول.

يبين الجدول (1)، أن شهر نيسان كان أكثر الشهور التي تكرر فيها حدوث العواصف الغبارية التي بلغت (122) عاصفة، وبنسبة (41%) من مجموع عواصف الربيع، مما يدل على كثرة وفعالية حالات عدم الاستقرار الجوي فيه، وخاصة العواصف الغبارية المرافقة للمنخفضات الخماسينية والجباهات الباردة التي بلغت نسبتها معاً (63.9%) من مجموع العواصف الغبارية التي حدثت في هذا الشهر. ويذكر أن الأردن يظل خلال فصل الربيع تحت استمرار تأثير الجبهات الهوائية الباردة المرافقة لمنخفضات البحر المتوسط، ويعتمد تأثير هذه الجبهات على عمق المنخفض الجوي ومساره ومدة استمرار تأثيره. وتشهد مقدمة الجبهات الهوائية الباردة تناقص درجة الحرارة بالارتفاع (نتيجة ارتفاع الهواء الدافئ الرطب إلى الأعلى) مما يؤدي إلى حدوث حالة عدم استقرار جوي مصحوبة برياح جنوبية غربية تسبب حدوث عواصف غبارية قادمة من صحاري النقب وسيناء ومصر الشرقية ذات التربة الجافة والمفككة.

الجدول 1. عدد العواصف الغبارية لشهور فصل الربيع تبعاً للأحوال السينوبتيكية في الأردن (1975-2005)

الشهر	الحالة الجوية	جبهة باردة	مرتفع سيبيري	مرتفع آزوري	منخفض البحر الأحمر	منخفض الخليج الموسمي	منخفض شبه الجزيرة العربية	المنخفض الخماسيني	مجموع العواصف
آذار		45	1	14	8	1	5	15	89
نيسان		38	4	4	22	0	14	40	122
أيار		21	0	0	13	2	21	29	86

وأما المنخفضات الخماسينية (Khamasenic Lows) ، فتتوزع فعاليتها عندما يغطي البحر المتوسط هواء قطبيا، ويمتد جنوباً نحو الصحراء الكبرى، فيتكون ضغط جوي مرتفع شمالي البحر المتوسط، ومنخفض جوي خماسيني على السفوح الجنوبية لجبال أطلس غربي الصحراء الكبرى، وإذا صادف ذلك وجود كتلة هوائية باردة في طبقات الجو العليا Trough، فإن هذه الوضعية الجوية تسهم في حالة عدم استقرار جوي مرافقة للمنخفضات الخماسينية التي تتحرك شرقاً لتصل إقليم شرقي البحر المتوسط ومنها الأردن، ومع أن بعض هذه الحالات الجوية قد تسبب أمطاراً رعدية مختلطة بالغبار، إلا أن معظمها يقتصر على إثارة العواصف الغبارية (شحاده، 1991 والسلطان، 1985 والزوكة، 2003).

وتلا ذلك شهر آذار، وقد حدث فيه (89) عاصفة غبارية بلغت نسبتها (30%) من مجموع العواصف الغبارية التي حدثت في

فصل الربيع، كان نصفها مرافقاً للجبهات الباردة، مما يدل على كثرة حالات عدم الاستقرار الجوي الناجمة عن الجبهات الباردة المسببة لحدوث العواصف الغبارية خلال هذا الشهر، والذي حدث فيه أيضاً (77.8%) من العواصف الغبارية المرافقة للمرتفع الأزوري.

وأما شهر أيار، فقد حدث فيه أقل العواصف الغبارية في فصول الربيع، وقد بلغت (29%)، كان ثلثها مرافقاً لتأثير المنخفض الخماسيني، و(24%) كان مرافقاً لتأثير كلٍ من المنخفض الحراري لشبه الجزيرة العربية والجبهات الباردة، وأن أقل العواصف الغبارية حدوثاً في الربيع كانت تلك المرافقة لتأثير المنخفض الموسمي وقد بلغت نسبتها (1%).
ويلاحظ وجود تباينات شهرية كبيرة بين الأحوال السينوبتيكية وتأثيرها في حدوث العواصف الغبارية خلال فصل الربيع في الأردن. كما تظهر بيانات العواصف الغبارية في فصل الربيع وجود تباين واسع في حدوثها بين سنة وأخرى، وقد وجد أن المدى السنوي كان (25) عاصفة غبارية، إذ كانت أكثر فصول الربيع حدوثاً للعواصف الغبارية في الأردن في سنته 2003، وقد بلغت (25) عاصفة غبارية، بينما لم يسجل في ربيع عام 1983 حدوث أية عاصفة غبارية، وقد بلغ المتوسط الحسابي (7,5) عاصفة/فصل، ومعامل الاختلاف (coefficient of variation) (73.6%)، مما يدل على تباين كبير وعدم انسجام في حدوث العواصف الغبارية بين سنة وأخرى بسبب التباين في تأثير الأحوال السينوبتيكية.

التباين المكاني:

حدث حوالي 170 حالة من العواصف الغبارية المرافقة للحالات الجوية لمنخفضات البحر الأحمر والموسمي وشبه الجزيرة العربية والخمسينية في الربيع، كان منها (136) عاصفة (80.6%) قد حدثت في المحطات الصحراوية الجنوبية والشرقية من الأردن، وهي العقبة ومعان والجفر والصفواي (الجدول 2)، ويدل هذا على زيادة فعالية المنخفضات الحرارية (Thermal depressions) في المناطق الصحراوية ذات التربة الجافة والمفككة، وهي المناطق قليلة الرطوبة وأمطارها لا تتجاوز (100) ملم سنوياً، بعكس المناطق الشمالية الغربية من الأردن، وهي ذات أمطار وغطاء نباتي أكثر من غيرها من المناطق في الأردن، إضافة إلى تربتها الزراعية المتماسكة.

شملت التباينات أيضاً محطات الدراسة (جدول 2)، وان اختلاف التباين المكاني بين الأغوار (تحت مستوى سطح البحر) والمرتفعات الجبلية والبادية كان بسبب انعكاس تأثير الأحوال السينوبتيكية عليها. وقد تراوح عدد العواصف الغبارية خلال مدة الدراسة بين خمسة عواصف في محطة دير علا وتسعين عاصفة غبارية في محطة الجفر الصحراوية، التي بلغت نسبتها 30% من مجموع العواصف الغبارية التي حدثت في جميع المحطات خلال مدة الدراسة، حيث تعتبر منطقة الجفر المكان المثالي لحدوث العواصف الغبارية في الأردن. أما معامل الاختلاف لحدوث العواصف الغبارية في محطات الدراسة تبعاً للأحوال السينوبتيكية فقد بلغ 76.6%، مما يدل على وجود تباين في فعالية تأثير الأحوال السينوبتيكية في حدوث العواصف الغبارية في منطقة الدراسة.

الجدول 2. عدد العواصف الغبارية في محطات الدراسة تبعاً للأحوال السينوبتيكية في فصل الربيع في الأردن

مجموع العواصف	الصفواي	المفرق	الجفر	معان	العقبة	دير علا	مطار عمان	اربد	الحالة الجوية / المحطات
104	19	14	30	8	14	2	11	6	جبهة باردة
5	0	0	1	0	3	1	0	0	مرتفع سيبيري
18	3	0	6	0	9	0	0	0	مرتفع أزوري
43	7	5	18	1	8	0	3	1	منخفض البحر الأحمر
3	1	0	2	0	0	0	0	0	المنخفض الموسمي
40	9	4	10	4	8	0	5	0	منخفض شبه الجزيرة العربية
84	19	5	23	4	23	2	6	2	المنخفض الخماسيني
297	58	28	90	17	65	5	25	9	المجموع

مدى الرؤية:

وجد أن مدى الرؤية 1كم حدثت فيه أكبر نسبة من العواصف الغبارية في فصول الربيع، وقد بلغت نسبتها (51.7 %)، وكان أكثرها مرافقا للجبهات الباردة، مما يدل على كثرة حالات عدم الاستقرار الجوي المرافقة لها، تلتها العواصف المرافقة للمنخفضات الخماسينية وقد شكلت نسبة (27.6%) من مجموع العواصف الغبارية في مدى الرؤية 1كم، ثم العواصف الغبارية ذات الرؤية المنعدمة (صفر) بنسبة (10 %)، وكان أكثرها مرافقا للجبهات الباردة والمنخفضات الخماسينية، بينما كان مدى الرؤية 0.9 كم و0.7 كم الأقل. وقد بلغ معامل الاختلاف بين فئات مدى الرؤية للعواصف الغبارية خلال مدة الدراسة 152.5% مما يدل على التباين الشديد في عدد العواصف الغبارية ويعود ذلك التباين لسرعة الرياح الجافة التي تزيد احتمال تكون العواصف الغبارية (الجدول 3).

جدول 3 : توزيع للعواصف الغبارية السنوية والربيعية حسب مدى الرؤية (كم)

مدى الرؤية	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	مجموع العواصف
السنوي	55	48	43	18	16	45	13	3	22	2	284	549
الربيع	37	24	27	6	8	27	7	1	14	.	146	297

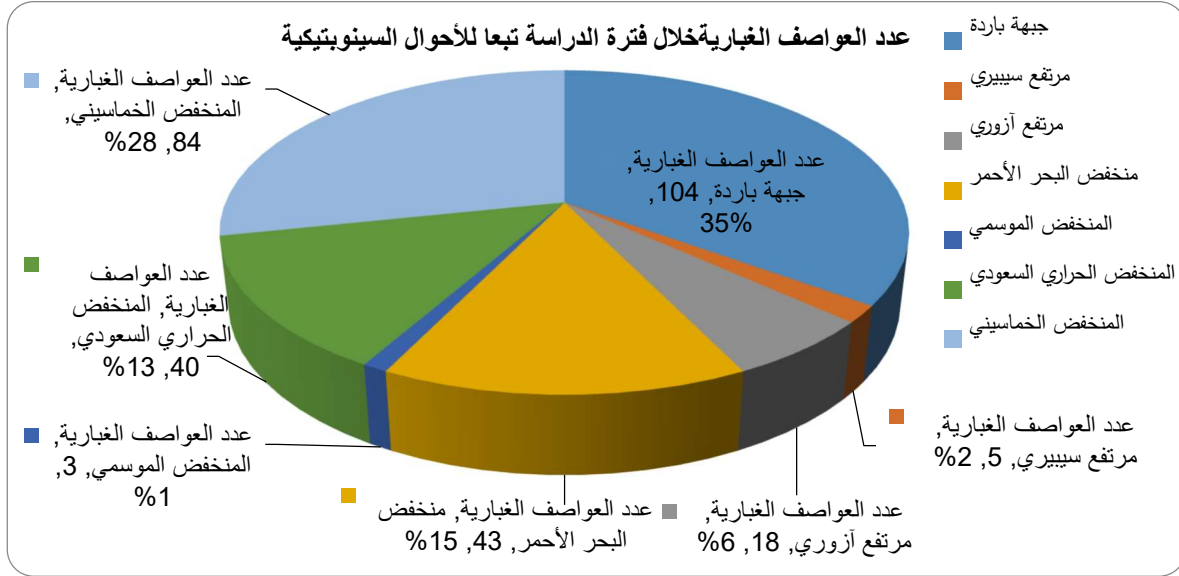
أن مدى الرؤية في العواصف الغبارية ليس مرتبطا دوما بشدة الرياح المرافقة للحالة الجوية السينوبتيكية، فقد تحدث عاصفة غبارية تتعدم فيها الرؤية بسرعة رياح تبلغ 14 عقدة، كما هو الحال في العاصفة التي حدثت بتاريخ 1998/5/12 في الجفر، كما قد تحدث عاصفة أخرى تتعدم فيها الرؤية بسرعة رياح تبلغ 57 عقدة كذلك التي حدثت في محطة الجفر أيضا بتاريخ 1996/5/17، بينما تحدث عاصفة بمدى رؤية 1كم، وسرعة رياح تبلغ 56 عقدة كالعاصفة الغبارية التي حدثت في معان بتاريخ 2001/3/24. وتتعكس طبيعة الحالة السينوبتيكية أحيانا على مدى شدة العاصفة الغبارية، فتحدّر الضغط الجوي الشديد (Pressure gradient) في المنخفضات الجوية العميقة، يؤدي إلى هبوب رياح قوية قادرة على إثارة وحمل حبيبات الغبار والرمال، وإحداث عاصفة غبارية رملية شديدة تؤدي إلى تدني مدى الرؤية في المناطق الواقعة تحت تأثيرها، كما في العاصفة التي تعرضت إليها محطة الجفر الصحراوية جنوبي الأردن يومي 15 و16 /4/ 1984، حيث انعدمت الرؤية تماما لوجود منخفض جوي عميق، بلغت قيمة الضغط الجوي في مركزه 1004 هكتوباسكال، وهبوب رياح غربية إلى جنوبية غربية بلغت سرعتها (49) عقدة، كما بلغت 58 عقدة في محطة معان جنوبي الأردن التي تأثرت بنفس العاصفة الغبارية، بينما بلغ مدى الرؤية في العاصفة الغبارية التي تعرضت لها محطة مطار عمان يوم 2011/3/23 إلى 0.8 كم، وقد بلغت قيمة الضغط في مركز المنخفض الجوي 1014.5 هكتوباسكال، وسرعة الرياح المصاحبة له 21 عقدة.

تصنيف العواصف الغبارية حسب الظروف السينوبتيكية:

إن معظم التباينات الزمانية والمكانية في حدوث العواصف الغبارية مردها بشكل أساسي إلى الظروف السينوبتيكية (Synoptic conditions)، وتتمثل هذه الظروف في مجموعة عوامل سينوبتيكية مرتبطة بدورة الغلاف الجوي فوق الإقليم، وأبرز تلك العوامل هي التوزيع الجغرافي لأنظمة الضغط الجوي، وحركة الكتل الهوائية ومساراتها، والمنخفضات والمرتفعات الجوية، وحالة طبقات الجو العليا. وهي الأحوال التي تؤدي إلى معرفة خصائص الرياح من حيث الاتجاه والسرعة، والتي تقوم بتحريك الغبار والمواد المفككة وخاصة في المناطق الجافة.

وبين تحليل خرائط الطقس السطحية وخرائط طبقات الجو العليا عند مستوى ضغط (500) هكتوباسكال، لأيام حدوث العواصف الغبارية خلال فصل الربيع وجود سبعة أنظمة ضغط جوي سطحية (surface pressure systems) يتعرض لها الأردن، وهي الجبهات الهوائية الباردة والمنخفضات الخماسينية، والمرتفع الأزوري ومنخفض شبه الجزيرة العربية ومنخفض البحر الأحمر، مع ندرة حدوث تلك العواصف مع الحالات الجوية التي يسود فيها تأثير المرتفع السيبيري والمنخفض الموسمي (الشكل 2). وتعد هذه الأنظمة مسؤولة عن تكون العواصف الغبارية مع توفر عناصر الجفاف وتقكك التربة.

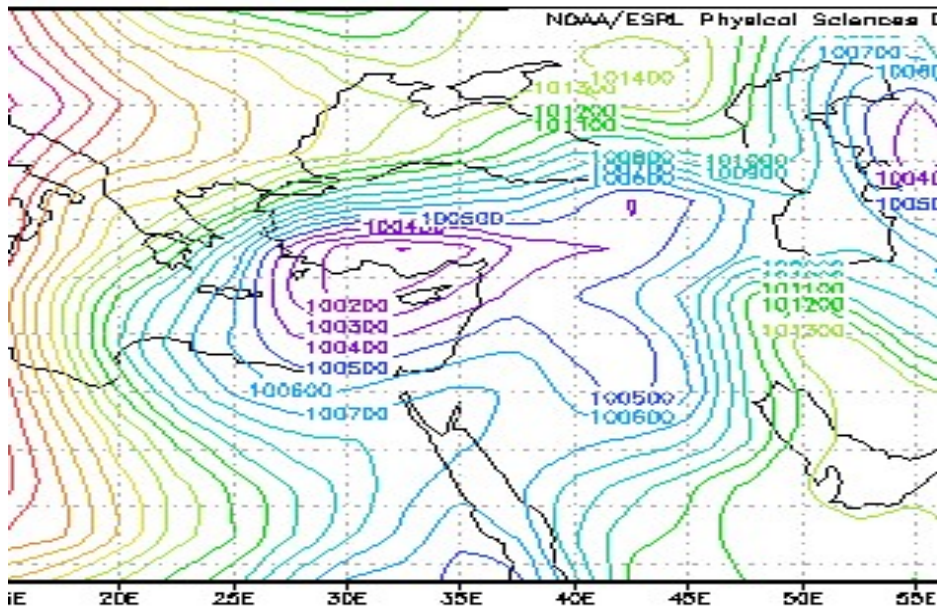
ويظهر الشكل 2 التباين الشديد في حدوث العواصف الغبارية تبعا للأحوال السينوبتيكية المرافقة، إذ بلغ المدى 101 عاصفة غبارية بينما وصل معامل الاختلاف (Coefficient Of Variation) إلى 84.9 %، مما يدل على تشتت وعدم تجانس في تأثير الأحوال السينوبتيكية المصاحبة لحدوث العواصف الغبارية، وقد تم تصنيف العواصف الغبارية تبعا للظروف السينوبتيكية إلى:



الشكل رقم (2) عدد العواصف الغبارية في فصل الربيع تبعاً لأحوال السينوبتيكية في الأردن

1- العواصف الغبارية المرافقة للجبهات الباردة:

يتأثر الأردن بالجبهات الهوائية الباردة (Cold Fronts) في فصل الربيع، وتكون تلك الجبهات مصاحبة لمنخفضات جوية تتكون في حوض البحر المتوسط، وتؤدي إلى حالات عدم استقرار جوي، خاصة مع اقترانها بأحواض علوية باردة (Upper Trough) في طبقات الجو العليا. ويتأثر الأردن في فصل الربيع في المعدل لثمانية منخفضات جوية، وتقدر نسبتها بنثلث عدد المنخفضات الجوية التي يتعرض لها سنويا (شحادة، 1991)، بينما يتعرض بما معدله 3.35 عاصفة غبارية، ويستنتج من ذلك انه ليس بالضرورة أن يرافق كل منخفض جوي عاصفة غبارية. ومع انحسار المرتفع السيبيري نحو الشمال الشرقي، تبدأ المنخفضات الجوية المتوسطة بالتحرك شرقاً (الشكل 3)، وعادة ما يرافق مقدمة الجبهات الهوائية رياحاً جنوبية غربية مثيرة للعواصف الغبارية، قادمة من صحاري سيناء والنقب ذات التربة الهشة والمفككة (الصباحة، 2005).

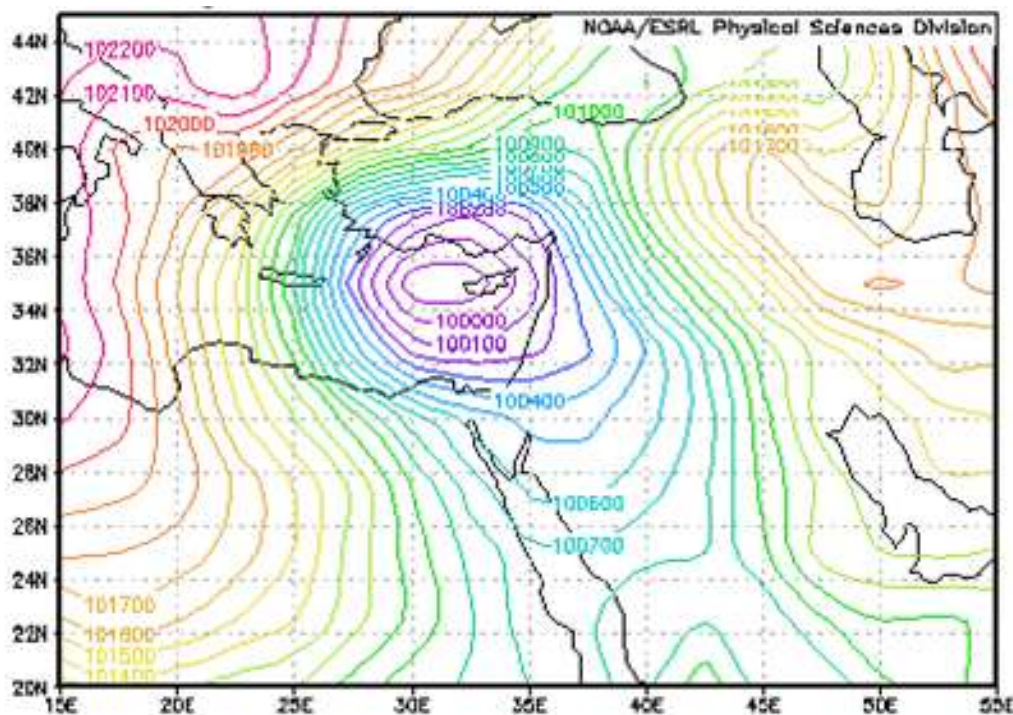


وبين الشكل (2) أن الجبهات الباردة قد تسببت بما نسبته (35%) من مجموع العواصف الغبارية في الربيع، وهي بذلك تكون أهم العوامل المؤدية إلى حدوث العواصف الغبارية في الأردن، وقد وجد تباين في تأثير الجبهات الباردة المسببة لحدوث العواصف الغبارية بين منطقة وأخرى، حيث رصدت محطة الجفر أعلى نسبة من حدوث العواصف الغبارية المرافقة للجبهات الباردة في فصول الربيع، وقد بلغت (28.8%)، بينما رصدت محطة ديرعلا أدنى نسبة (1.9%).

وبلغت نسبة العواصف الغبارية المرافقة للجبهات الباردة في المناطق الصحراوية الجنوبية والشمالية الشرقية من الأردن، والمتمثلة بمحطات العقبة ومعان والجفر والصفاري (68.3%) أي (71) عاصفة، وتعود أسباب ذلك إلى الجفاف الناجم عن قلة الأمطار في تلك المناطق مع ندرة الغطاء النباتي ووفرة التربة الجافة والمفككة، إضافة إلى أن تزحج الجبهة المتوسطية في فصل الربيع نحو الشمال يحد من تأثيرها على الأردن، ويقتصر تأثيرها على سقوط أمطار قليلة على المرتفعات الشمالية، بينما تتعرض المناطق الجنوبية والشرقية إلى الرياح الجنوبية الغربية التي تقطع مسافات طويلة فوق صحاري سيناء والنقب فتزداد جفافاً وتتسبب في إثارة العواصف الغبارية.

ويوجد تباين في حدوث العواصف الغبارية المرافقة للجبهات الباردة بين شهور فصل الربيع خلال مدة الدراسة، فكان شهر آذار أكثرها، وقد بلغ عدد العواصف الغبارية التي حدثت خلاله (45) عاصفة وبنسبة (43.3%)، بينما كان شهر أيار أدها وقد بلغت (21) عاصفة وبنسبة (20.2%)، وشهر نيسان (38) عاصفة وبنسبة (36.5%).

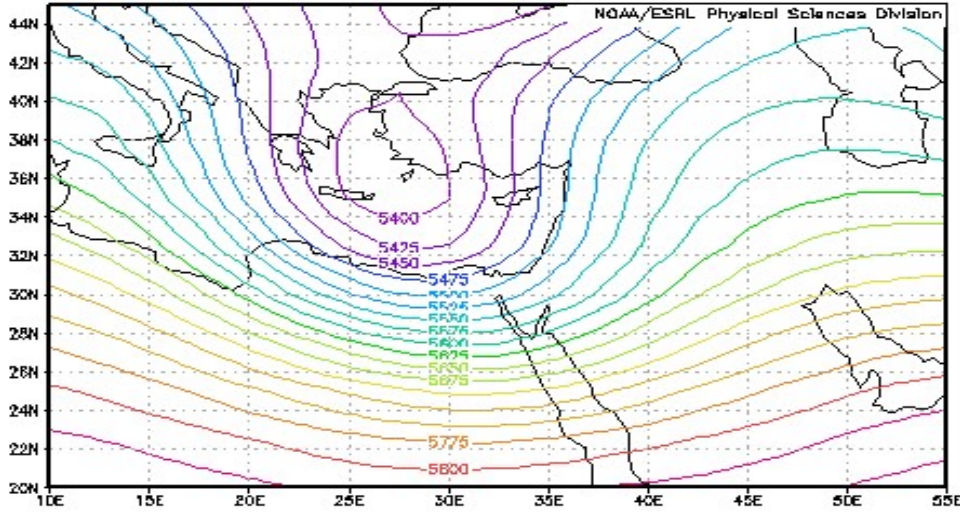
وبين الشكل (4) نظام المنخفض الجوي للبحر المتوسط الذي أثر على الأردن وتسبب في حدوث عاصفة غبارية في محطة العقبة بتاريخ 1996/3/6، حيث كان مدى الرؤية 1كم، ودرجة الحرارة العظمى 26 م، وهي أعلى بقليل من معدلها لشهر آذار والبالغ 25.7 م، بينما كانت الرطوبة النسبية 52% وهي أعلى من معدلها لنفس الشهر بـ 0.6 م، ولم يرافقها أية كميات من الأمطار.



<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.surface.htm>

الشكل رقم (4): خريطة منخفض جوي سطحي تأثر به الأردن يوم 1996/3/6م

ورافق الجبهة الهوائية الباردة التي سببت هذه العاصفة الغبارية حوضاً بارداً في طبقات الجو العليا عند مستوى 500 هيكتوباسكال، وكان متمركزاً فوق بحر ايجة، مؤكداً وجود علاقة بين الحالة السينوبتيكية السطحية والحالة في طبقات الجو العليا (الشكل 5).



<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>

الشكل رقم(5) : خريطة منخفض جوي علوي عند مستوى 500 هكتوباسكال يوم 1996/3/6م

2- العواصف الغبارية المرافقة للمنخفضات الخماسينية:

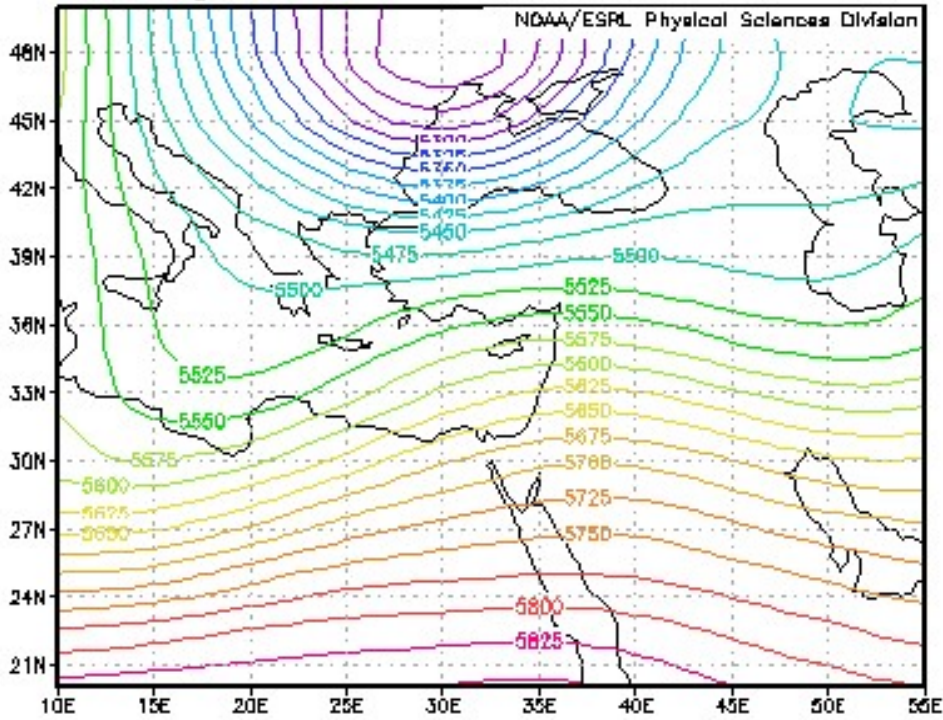
يغلب تشكل المنخفضات الخماسينية في فصل الربيع في الخمسين يوماً التي تلي الاعتدال الربيعي، وتتكون هذه المنخفضات على السفوح الجنوبية لجبال أطلس غربي الصحراء الكبرى، فتزيد هذه الجبال من الحركة الإعصارية للرياح في المنطقة الخلفية منها (Antawi, 1969)، وتكون وقتها حرارة اليابسة أعلى من حرارة مياه البحر المتوسط، ويتدفق الهواء القطبي فوق البحر المتوسط ويمتد جنوباً نحو الصحراء، مما يؤدي لتكون ضغط جوي مرتفع فوق الأجزاء الشمالية من البحر المتوسط، وتكون المنخفضات الخماسينية غربي الصحراء الكبرى.

تسلك المنخفضات الخماسينية عادة مساراً شرقياً على امتداد الساحل الشمالي الإفريقي، وإذا اقترنت الجبهات الهوائية المرافقة للمنخفضات الخماسينية التي يتأثر بها الأردن بوجود كتلة هوائية باردة في طبقات الجو العليا، فإن ذلك يؤدي لحدوث حالات من عدم الاستقرار الجوي. وتمتاز المنخفضات الخماسينية بوجود مدى حراري كبير بين قطاعي المنخفض الحار والبارد، وهذا يضاعف حالة عدم الاستقرار المصاحبة لتلك المنخفضات (Mohammed et al., 2015 and Hamdi et al., 2013)، فتشتد الرياح وتزداد كمية الأتربة المنقولة بفعل حدوث رياح الخماسين، وقد تصل إلى (16) طناً مترياً من الأتربة لكل كيلومتر مربع، ورغم أن بعض الحالات الخماسينية تسبب أمطاراً رعدية ممزوجة بالغبار إلا أنها غالباً ما تقتصر على إثارة العواصف الغبارية (شحاده، 1991).

وجد أن المنخفضات الخماسينية التي تأثر بها الأردن في فصول الربيع، قد تسببت في حدوث (84) عاصفة غبارية، وبنسبة (28.3%) من المجموع الكلي وبمتوسط فصلي (2.7) عاصفة غبارية، وهي بالتالي ثاني أكثر الحالات السينوبتيكية التي تسببت في حدوث العواصف الغبارية في الأردن بعد الجبهات الباردة. وقد تركز (77.4%) من مجموع العواصف الغبارية المرافقة للمنخفضات الخماسينية في ثلاث محطات صحراوية هي الجفر والعقبة والصفواي (الشكل 6)، إذ تقل الأمطار في تلك المناطق فتزداد التربة جفافاً وهشاشة مما يجعلها أكثر موائمة للعمل الريحي، بعكس المناطق الشمالية الغربية من الأردن الممتلئة في محطة اربد التي ولم يحدث فيها سوى عاصفتين غباريتين (2.4%) مصاحبتين للمنخفضات الخماسينية، وهذا يقود للاستنتاج إلى أن تزايد عدد العواصف بالاتجاه جنوباً وشرقاً يتناسب مع اتجاهات تناقص الأمطار في الأردن.

ويظهر الشكل (7) منخفضاً خماسينياً تأثر به الأردن وصاحبه عاصفة غبارية رصدت في محطة العقبة يوم 1998/3/15، حيث كان مدى الرؤية اكم ودرجة الحرارة العظمى المرافقة لتلك العاصفة (28.8 م)، وهي أعلى من معدلها في المحطة لنفس الشهر ب (3.1 م)، ويعود ذلك إلى أن الرياح الجنوبية الغربية المرافقة للمنخفض الخماسيني تأتي من الصحراء وتقطع مسافات طويلة فوق اليابسة، وهو ما اكسبها خصائصها المعروفة من حيث ارتفاع درجة حرارتها ومصاحبتها للأتربة والرمال (الزوكه، 2003)، وأما الرطوبة النسبية المرافقة للمنخفض الخماسيني كانت أقل من معدلها لنفس الشهر ب (5.6%).

وأما في طبقات الجو العليا، وعلى مستوى 500 هيكوباسكال، فقد ظهر على الخريطة امتداد لحوض بارد شرقي البحر المتوسط يأخذ محوره شمالي شرقي. جنوبي غربي، وهو عادة ما يحدث في فصل الربيع، وإذا اقترن بمنخفض خماسيني على السطح، فغالباً ما يتعمق هذا المنخفض وتشتد فيه الرياح وتتسبب في إثارة العواصف الغبارية (شكل 8).



<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>

الشكل 8. خريطة لحوض بارد علوي على مستوى 500 هيكوباسكال يوم 1998/3/15

3- العواصف الغبارية المرافقة لمنخفض البحر الأحمر:

يتكون فوق حوض البحر الأحمر نتيجة التقاء تيارات هوائية شمالية غربية باردة نسبياً قادمة من حوض البحر المتوسط مع تيارات هوائية جنوبية شرقية دافئة (Pedgley, 1974)، وان تأثير هذا المنخفض على الأردن يظهر مع بداية فصل الربيع والخريف بسبب تحرك مركز المنخفض الجوي نحو الشمال مقابل الساحل السوداني، إلا أن استمرار تمدده نحو الشمال والشمال الشرقي (مع هبوب رياح جنوبية وجنوبية شرقية حارة وجافة ومترربة على الأردن) يؤدي إلى إثارة العواصف الغبارية وخاصة في فصل الربيع، حيث بلغت نسبة هذه العواصف (58.1%) من مجموع العواصف الغبارية المرافقة لامتداد تأثير منخفض البحر الأحمر التي حدثت في الأردن، ويعود السبب وراء ذلك إلى أن حالات عدم الاستقرار الجوي في فصل الربيع يكون أكثرها جافاً، وتؤدي إلى حدوث العواصف الغبارية (Dayan, et.al. 1983).

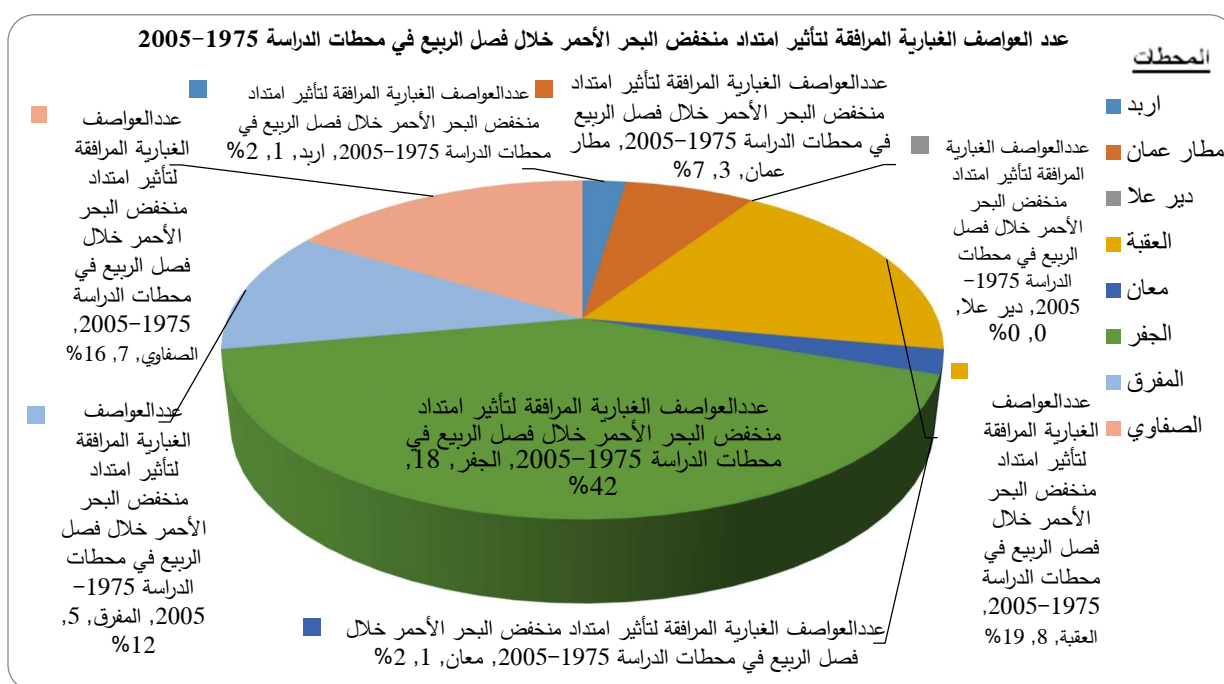
وكان شهر نيسان هو أكثر شهور فصل الربيع حدوثاً للعواصف الغبارية المرافقة لمنخفض البحر الأحمر، وقد بلغ عددها (22) عاصفة وبنسبة (51.2%)، بينما كان شهر آذار أقلها، وقد بلغ عدد العواصف الغبارية التي حدثت فيه (8) عواصف وبنسبة (18.6%)، بينما بلغ عدد العواصف الغبارية في شهر أيار (13) عاصفة وبنسبة (30.2%).

وإن تأثر الأردن بهبوب الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية المرافقة لامتداد تأثير منخفض البحر الأحمر نحو الشمال والشمال الشرقي تسبب في حدوث (43) عاصفة غبارية، وبنسبة (14.5%) من المجموع الكلي للعواصف الغبارية التي رافقت جميع الحالات السينوبتيكية في فصل الربيع، وبمتوسط فصلي (1.38) عاصفة غبارية، وكانت المحطات الصحراوية أكثر المحطات تأثراً بهذه العواصف، فمحطة الجفر حدث فيها (18) عاصفة، تلتها العقبة فالصفاوي، وقد نالت هذه المحطات

الثالث على (33) عاصفة، أي ما نسبته (76.7%) من مجموع العواصف الغبارية المرافقة لمنخفض البحر الأحمر خلال فصول الربيع (الشكل 9).

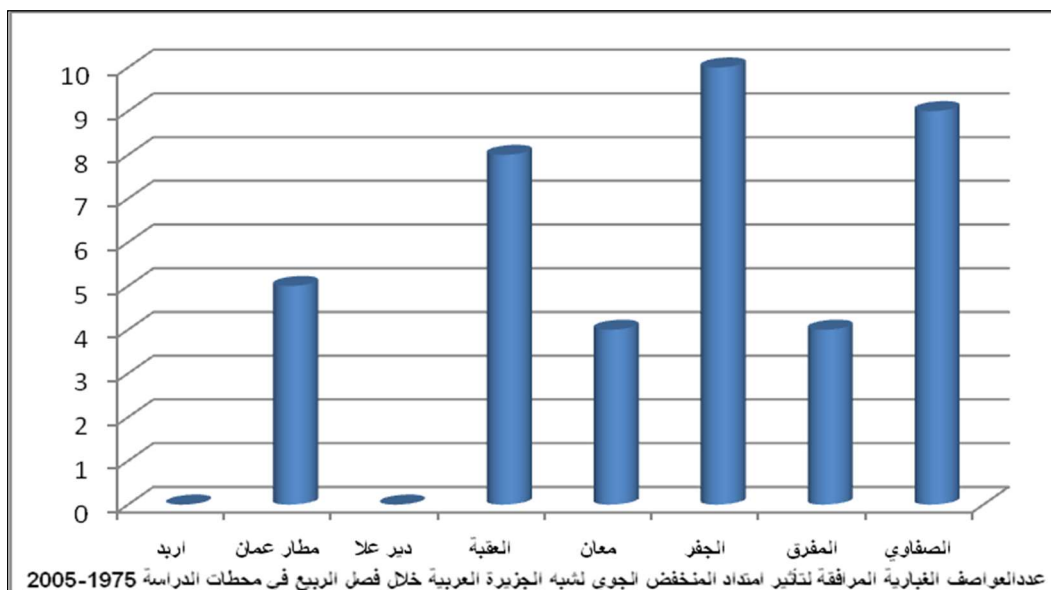
ولم يحدث في محطتي عمان واربد اللتان تمثلان المنطقتين الوسطى والشمالية الغربية من الأردن سوى أربع عواصف غبارية، أي ما نسبته (9.3%) من مجموع العواصف المرافقة لمنخفض البحر الأحمر، وذلك لامتداد تأثير منخفض البحر الأحمر نحو الشمال الشرقي، إضافة لوجود الطبوغرافيا الجبلية والغطاء النباتي والتربة الزراعية المتماسكة وخاصة في منطقة اربد. وفي محطة دير علا لم يحدث فيها أية عواصف غبارية مرافقة لمنخفض البحر الأحمر للموقع الطبوغرافي للمنطقة بين سلاسل جبلية طولية تعيق من تأثير الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية من الوصول إليها.

وينكر أن معامل الاختلاف بين المحطات التي حدثت فيها العواصف الغبارية المرافقة لتأثير امتداد المنخفض الجوي للبحر الأحمر في فصل الربيع بلغ (102.4%) مما يدل على تشتت شديد وقلّة تجانس حدوث العواصف الغبارية في محطات الدراسة.



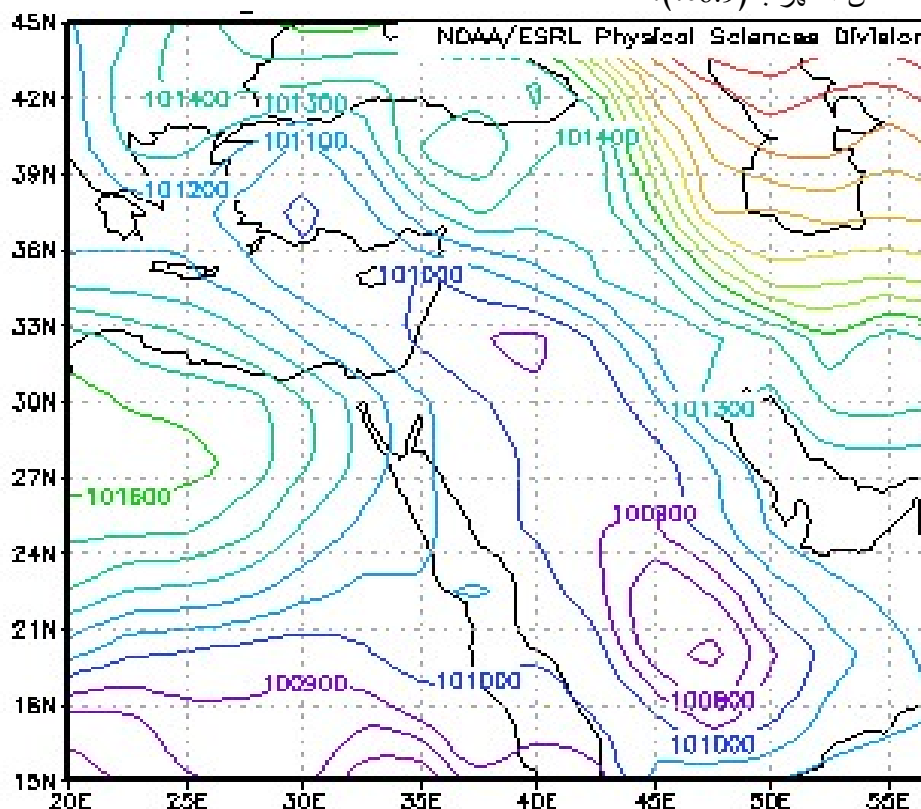
الشكل 9. العواصف الغبارية المرافقة لامتداد تأثير المنخفض الجوي للبحر الأحمر في فصول الربيع

ويبين الشكل (10) امتداد الضغط الجوي لمنخفض البحر الأحمر الذي تأثر به الأردن، وتسبب في حدوث عاصفة غبارية في منطقة الجفر يوم 1988/4/16 حيث كان مدى الرؤية في تلك العاصفة 1 كم، ودرجة الحرارة العظمى المرافقة لها 27.5 م وهي أعلى من معدلها في المحطة لنفس الشهر بـ 1.5 م، كما كانت الرطوبة النسبية المرافقة (36.2%)، وهي أدنى من معدلها في المحطة لنفس الشهر بـ (11.3%).



الشكل (11) العواصف الغبارية المرافقة لتأثير امتداد المنخفض الجوي لشبه الجزيرة العربية في فصل الربيع في الأردن.

ويبين الشكل (12) امتداداً لمنخفض شبه الجزيرة العربية الذي تأثرت به منطقة شمال الجزيرة العربية ومنها الأردن، وتسبب في حدوث عاصفة غبارية في محطة الجفر يوم 2011/3/16، حيث كان مدى الرؤية 1 كم ودرجة الحرارة العظمى المرافقة لتلك العاصفة (16 م)، وهي أدنى من معدلها لنفس الشهر بـ (4.2 م)، بينما كانت الرطوبة النسبية فيها (49%)، وهي أدنى من معدلها في المحطة لنفس الشهر بـ (6.9%).



<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.surface.html>

الشكل (12) خريطة ضغط جوي سطحية لمنخفض شبه الجزيرة العربية الذي أثر على الأردن يوم 2011/3/16.

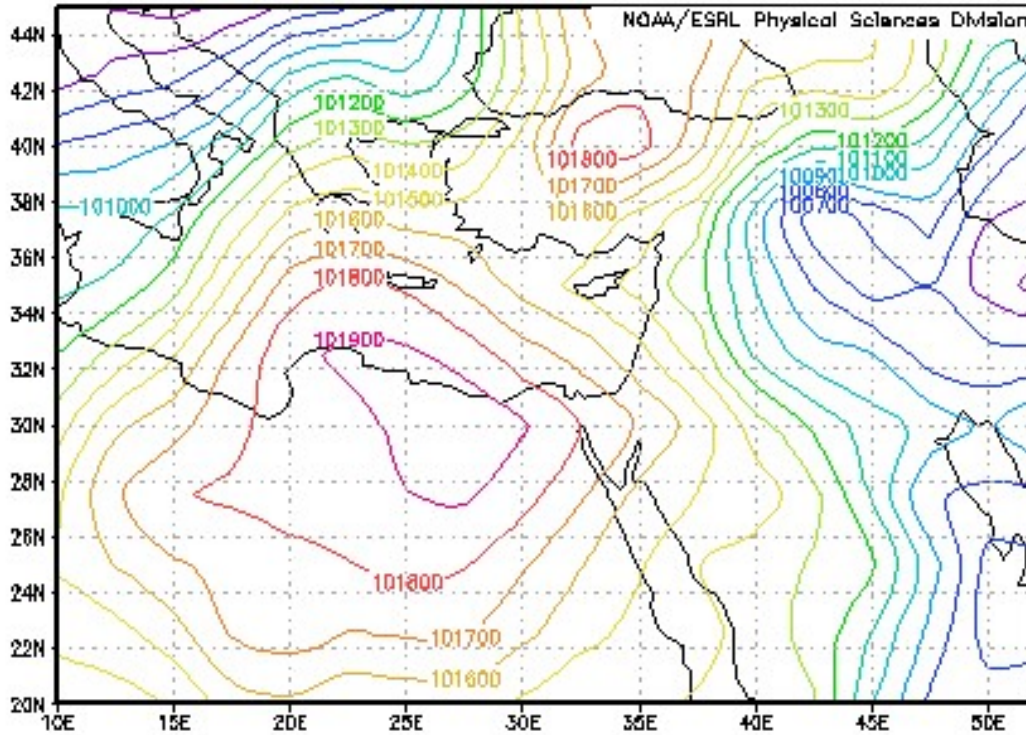
5- العواصف الغبارية المرافقة للمرتفع الأزوري:

بسبب انخفاض درجة حرارة البر الإفريقي في فصل الشتاء، يبدأ المرتفع الجوي الأزوري (Azore High Pressure) الذي يتمركز حول جزر الأزور قبالة الساحل الشمالي الغربي لإفريقيا بالتمدد فوق شمال القارة، والتحرك شرقاً ليغطي جنوب شرق البحر المتوسط. وجد أن العواصف الغبارية التي رافقت تأثير المرتفع الأزوري على الأردن قد بلغت (18) عاصفة، وبنسبة (77.8%) في شهر آذار (14 عاصفة)، والباقي في شهر نيسان (4 عواصف)، ولم يحدث منها أية عواصف غبارية في شهر أيار (جدول 1).

وإن فعالية الحالة السينوبتيكية للمرتفع الأزوري في إثارة العواصف الغبارية تكون أكثر في شهر آذار، حيث تكون درجة حرارة اليابسة لا تزال منخفضة، بما يمكن هذا المرتفع من الاستمرار في التمدد شرقاً مع إثارة العواصف الغبارية، خاصة عند اقترانه بوجود متن (Ridge) في طبقات الجو العليا. ونجد أن درجة حرارة الياض الإفريقي تبدأ بالارتفاع في شهر أيار مسبباً تراجع المرتفع الأزوري باتجاه الأطلسي، لذا لم تحدث عواصف غبارية في هذا الشهر.

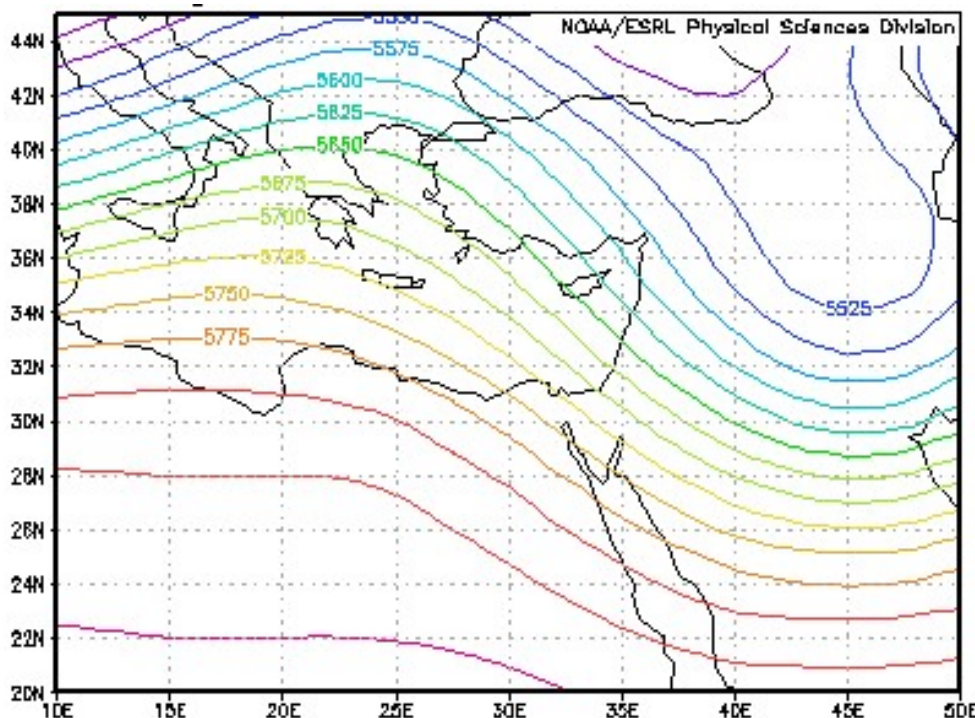
وجد تباين شديد بين المحطات، حيث تركزت جميع العواصف الغبارية التي رافقت المرتفع الأزوري وبنسبة (100%) في ثلاث محطات صحراوية هي العقبة بنسبة (50%) والجفر بنسبة (33.3%)، والصفواي بنسبة (16.7%)، وبمعامل اختلاف (146.7%)، مما يدل على عدم تجانس في حدوث هذه العواصف بين محطات الدراسة.

يبين الشكل (13) تأثير المرتفع الأزوري الذي تأثرت به منطقة جنوب شرق البحر المتوسط، وأدى إلى حدوث عاصفة غبارية في الأردن رصدت في محطة معان يوم 1988/3/27، إذ كان مدى الرؤية 0.5 كم، ودرجة الحرارة العظمى المرافقة (20.3 م)، وهي أدنى من معدلها الشهري في المحطة بنسبة (1.5%)، بينما كانت الرطوبة النسبية المرافقة (41.8%) وهي أعلى من معدلها الشهري في المحطة بـ (14%).



<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.surf>

الشكل (13) خريطة ضغط جوي سطحية لمرتفع أزوري تأثر به الأردن يوم 1988/3/27



<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html>

الشكل 14. خريطة ضغط جوي علوية 500 هكتوباسكال تأثر بها الأردن يوم 1988/3/27

وتظهر الوضعية السينوبتيكية لنفس اليوم على خريطة (500 هب) وجود متن علوي (Upper Ridge)، كان يتركز فوق المرتفع الجوي السطحي ويغطي منطقة جنوب شرق البحر المتوسط، وقد أسهم هذا المتن في زيادة حصر الرياح الجافة في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي، وإحداث العاصفة الغبارية (الشكل 14).

النتائج:

أظهرت الدراسة وجود تباين زمني ومكاني في حدوث العواصف الغبارية المصاحبة للأحوال السينوبتيكية في فصل الربيع في الأردن، فشهد نيسان كان أكثر الشهور حدوثاً للعواصف الغبارية، وذلك لكثرة حالات عدم الاستقرار الجوي فيه كالجبهات الهوائية الباردة، كما كانت محطات الرصد المناخية الصحراوية وخاصة الجفر أكثر المناطق حدوثاً للعواصف الغبارية، مما يشير إلى فعالية الظروف السينوبتيكية (Synoptic Conditions) في إثارة الغبار والرمال (أو نقله إليها) نظراً لترتبتها الرملية الجافة والمفككة، إضافة لقلّة الرطوبة والأمطار وارتفاع نسبة التبخر والجفاف وندرة الغطاء النباتي وهو يعكس صفات المناطق الشمالية الغربية من الأردن. وجود علاقة ارتباطية قوية بين الحالة الجوية السطحية (Surface Synoptic Condition) والحالة في طبقات الجو العليا (Upper Synoptic Condition)، فمصاحبة الحالة الجوية السطحية لحوض بارد في طبقات الجو العليا، تعمل على زيادة تحدر الضغط الجوي (Pressure Gradient)، وهبوب رياح شديدة ينعكس تأثيرها في تدني مدى الرؤية في العواصف الغبارية. تبين تزايد درجات الحرارة العظمى وانخفاض الرطوبة النسبية في العواصف الغبارية المرافقة للظروف السينوبتيكية المختلفة. تزايد حدوث العواصف الغبارية مع زيادة شدة الحالات السينوبتيكية وفعاليتها، رغم أنه ليس بالضرورة حدوث عاصفة غبارية مع كل حالة سينوبتيكية.

التوصيات:

نتيجة للمواقب والخسائر الكبيرة للعواصف الغبارية لا بد وان تجد اهتماماً كبيراً من المختصين لإجراء أبحاث تفصيلية تؤدي إلى فهم جميع العناصر التي تسهم في تشكل العواصف الغبارية، وفي الأردن نحتاج لدراسات موسعة عن أسباب حدوث العواصف الغبارية، خاصة الأبحاث المتعلقة بخصائص الرياح المسببة لإثارة الغبار، والعمل على إيجاد طرق لتخفيف آثار

العواصف الغبارية على مختلف مجالات الحياة الصحية، الاقتصادية، والبيئية... وربما الاهتمام بوسائل الحفاظ على التربة من التفكك. وإن تجد الدعم اللائق من صناع القرار.

قائمة المصادر والمراجع

المراجع العربية:

- خليل، يوسف، (2008)، العواصف الترابية في الأردن 1975-2005، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.
- راشد، عماد خربيط، 2011، دراسة تأثير العناصر الجوية على العواصف الغبارية لمناطق مختارة من العراق. مجلة علوم المستنصرية، مجلد 5 : 253-272.
- الزوكه، محمد خميس، (2003)، جغرافية حوض البحر المتوسط، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية، مصر.
- سالم، طارق زكريا، (2004)، العواصف الرملية والترابية واثرها على الزراعة في منطقة جيزان بالمملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية، مجلد (36)، عدد (44).
- السلطان، عبد العزيز جميل، (1985)، الجو عناصره وتقلباته، وزارة الثقافة والإعلام، بغداد، العراق.
- السيد، ياسر احمد، (2004)، المناخ والزراعة : دراسة في الجغرافيا المناخية التطبيقية لبيئة دلتا النيل، كلية الآداب، دمنهور، جامعة الإسكندرية، مصر.
- السيرياني، محمد وناصر الصالح، 2005. الجغرافية الكمية والاحصائية: اسس وتطبيقات الاساليب الحاسوبية الحديثة. جامعة ام القرى، السعودية.
- شحاده، نعمان، (1991)، مناخ الأردن، دار البشير للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
- الصباحة، نوح (محمد علي)، (2005) حالات عدم الاستقرار الجوي في الأردن (1990-2003)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.
- صفر، محمود عزو، (1982)، الغبار في الكويت خلال فصل الصيف، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد 30، نيسان، السنة الثانية، الكويت.
- العسكر، محمود، 1999. دراسة تكرارية العواصف الترابية وعوامل ظهورها في البادية السورية. مجلة جامعة دمشق الزراعية، مجلد 5: 165-5:157.
- كاظم، ظلال ومنيرة مكي. 2015. العواصف الغبارية وتأثيراتها في زيادة ظاهرة التصحر في محافظة القاديسية، مجلة جامعة الكوفة، 39 : 235-251.
- محسوب، محمد صبري، (2007)، مبادئ الجغرافيا المناخية والحيوية، جامعة القاهرة، القاهرة، مصر.
- محمد، جاسم، 2015. أثر التغير المناخي في العواصف الغبارية في العراق: بغداد حالة دراسية. مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية، مجلد 21.
- (ولي محمد) وماجد السيد، (1982) العواصف الترابية في العراق وأحوالها، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، المجلد 13.

المراجع الأجنبية:

- Akrawi, A, et.al.(1989), Analysis of severe dust storm and its effects on solar rotation and weather parameter in Baghdad , Baghdad. Iraq.
- Al-Jumaily, Kais and M.K. Ibrahim, 2013. Analysis of synoptic situation for dust storms in Iraq. Int. Energy Environment, 4 :851-858.
- Dayan, U., et.al.(1983), Heavy rain in the middle East related to unusual jet stream prosperities, Bulletin of the American Meteorological Society, 64, 10, 1138-1140.
- Divilliers, M.P. and J. Van heerden. 2007, Dust storms and dust at aAbudhabi International Airport. Weather, vol. 62, No.12.
- Goudi, A.S. 1978. Dust storms and geomorphological implications. Jour. of Arid Environment, 1 :291-310.
- Goudi A.S. and Middleton N. J. 2001. Saharan dust storms nature and concequences, Earth Science review, 56:179-204.
- Indoitu, A. et al. 2009. Duststorms in Middle Asia: spatial and temporal variations ecosystems and sustainable development, 122: 353-364.

- Hamdi, Mehdi , M. Kavianpour and Y. Shao.2013. Synoptic analysis of dust storms in the Middle East Asia- Pacific, Jour. Of the Atmospheric Sciences, 49 (3) :279-286.
- Middleton, N.J. 1986. Dust storms in the Middle East. Jour. Of Arid Environment, 10(2):83-96.
- Miller, S.D. et al. 2019. Atale of two dust storms: analysis of complex dust events in the Middle East, Jour. Atmos. Meas. Tech.,1 :1-13
- Morals,(1986),The Airborne Transport Of Sahara Dust: A review, Department Of Meteorology , University Of Stockholm, Sweden.
- Muhammed, Sama et al. 2015. Analyzing the synoptic patterns associated to dust events over west Asia during summer months – case studies. Jour. Of Applied Physics, 7 (6) :53-66.
- Pahlavanravi, A. et al. 2011.The impact of different kinds of dust storms in hot and dry climates: a case study in Sistan region. Desent, 17 :15-25.
- Pedgley, D.E.(1974), Winter & Spring weather at Riyadh, Suadi Arabia, Meteorological magazine, vol.103.
- Prekesh,P.J. et al. 2015. The impact of dust storms on the Arabian Peninsula and the Red Sea, Atmos. Chem. Phys., 15:199-222.
- Sissakian, v. et al. 2013. Sand and dust storms in Iraq, Natural Science, 5:1084-1094.
- Tantawy, A.J., 1969, on the genesis and structure of spring desert depressions in subtropical Africa, Meteorological research bulletin, vol. 51.
- Yahya, Bashar and D. Sekar. 2018. The impacts of dust and sand storms in increasing drought areas in Nineveh province, northwestern Iraq, Jour. Of Asian and African Studies, 346-359.

A Study of Synoptic Conditions Associated with Spring Dust Storms in Jordan

Ali Ghanem¹, Yousef Khalil²

ABSTRACT

A Study of Synoptic Conditions Associated with Spring Dust Storms in Jordan. This research aims to study the synoptic conditions associated with spring's dust storms (visibility 0-1 km) in Jordan during the study period 1980-2016. There is a large annual variation of dust storms (DS), the coefficient of variation is 75%, with annual average of 7.5. The largest numbers of the dust storms occurred in 2003, and there was no record of any dust storm in 1983. Dust storms form when strong winds blow from dry soil in the desert (eastern and southern Jordan), and cause increasing temperature and decreasing humidity. The analysis of surface weather maps for dust storms events revealed that most of (DS) were associated with cold fronts (104) DS, the number of DS decreased to (84) DS associated with Khamasine depressions, and to (43) DS with the Red sea low. Most dust storms (122) DS occurred in April (122) DS, and the others were divided between March (89) DS and May (86) DS.

Keywords: Duststorms ; spring ; sirfronts ; visibility; khamasine.

¹The University of Jordan; ² King Faisal University

Received on 3/10/2019 and Accepted for Publication on 4/6/2020.