

العواصف الغبارية وعلاقتها مع درجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية في مدينة

الحلة

نجلاء محمد هادي

قسم الفيزياء /كلية التربية للعلوم الصرفة /جامعة بابل

Awad_najlaa@yahoo.com

الخلاصة

بالاعتماد على المعلومات الانوائية المأخوذة من دائرة الأرصاد الجوية في محافظة بغداد لمدينة الحلة وفي مدة ٣٠ سنة الممتدة من (١٩٨١ - ٢٠١٥) درست علاقة العواصف الغبارية مع درجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية ومدى تأثير هذه العناصر على حدوث تكرار العواصف الغبارية وقد وجد ان درجة الحرارة وسرعة الرياح تتناسب طرديا" مع تكرار العواصف الغبارية والحصول على معامل ارتباط موجب ($r = 0.3$) في حين تتناسب تناسبا" عكسيا" مع الرطوبة النسبية والحصول على معامل ارتباط سالب ($r = -0.29$). كذلك درست العلاقة البيانية بين تكرار حدوث العواصف الغبارية مع المدة الزمنية السنوية الممتدة (1981- 2015) وقد تبين بان تكرار حدوث العواصف الغبارية يتناقص مع تقدم السنين حيث سجلت اعلى قيمة لحدوث العواصف الغبارية في العام (1986).

الكلمات المفتاحية : العواصف الغبارية، درجة الحرارة، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية .

Dust Storms and Their Relationship With Temperature, Wind Speed and Relative Humidity in Hilla City

Abstract

Depending on the meteorological observations which obtained from the meteorological organization and seismology in Baghdad observation at city of Hilla and during the duration (1981-2015). The relationship between dust storms and some of weather elements such as temperature has been investigated, wind speed, and relative humidity as well as their impacts on occurrence of dust storms. It was found that each of temperature and wind speed have a positive correlation with occurrence of dust storms with positive correlation coefficient ($r = 0.3$). While the relative humidity has a negative correlation with dust storms and the correlation coefficient has the value ($r = -0.29$). Additionally it was studied the relationship between the correlation of dust storms and yearly intervals over the period (1981- 2015). It was noted that the occurrence of dust storms has a negative correlation during this duration, on the other hand the highest value of the dust storms was recorded during (1987) .

Keywords: Dust storms, temperature, wind speed, relative humidity .

١ - المقدمة

إن ظاهرة العواصف الغبارية تحدث في المناطق التي تمتاز بالجفاف، وقلة تساقط الأمطار وتشمل مناطق واسعة من العالم ومنها وطننا العربي عموما وأجزاء واسعة من العراق خصوصا، وذلك بسبب طبيعة ارض العراق إذ تمتد صحراء واسعة ذات تربة سطحية ناعمة وتحيط بالقسم الأسفل من البلاد والتربة الواقعة بين نهري دجلة والفرات تتكون من الطين الذي ترسب لقرون من خلال الأنهار التي نحتت الجبال الواقعة الى شمال هذه المنطقة وهذه التربة الناعمة انتقلت للجو وذلك بتوفر الظروف الطقسية الملائمة وبسبب الاحجام الناعمة جدا

لهذه التربة لذلك فان الرياح المتوسطة السرعة قادرة على اثارها بحيث تبقى عالقة في الهواء لعدة ساعات مما يقلل من الرؤيا وتعطي للسماء اللون الأبيض المزرقي . (القرشي، ٢٠٠٨)

ويتباين تكرار العواصف الغبارية في العراق من مكان لآخر بسبب تباين سطح العراق ودرجة الحرارة والتوزيع الضغطي والرياح واتجاهها والامطار والجفاف. حيث ان العواصف الغبارية نقل في المناطق الشمالية وتزداد كلما اتجهنا نحو جنوب العراق بسبب انحدار سطح الأرض وزيادة درجة الحرارة وقللة الأمطار وزيادة الجفاف فضلاً عن زيادة سرعة الرياح واتجاهها. (هدايت، ٢٠١٠)

ان المواد الصلبة العالقة في الغلاف الجوي تتمثل عموماً بالغبار او الرمال وهي عادة ما تكون محمولة الى الاعلى بواسطة الرياح، تعاني المناطق الصحراوية والمناطق القريبة من الصحراء من هذه المشكلة في معظم اوقات السنة، في بعض الاحيان يتساقط المطر الممزوج بجسيمات الغبار فيظهر بلون الطين. (prodi and Fea,1979)

ان تأثير العواصف الغبارية يمتد الى العديد من الجوانب الاقتصادية والبيئية والمناخية فهي تؤثر سلبياً على الثروة الحيوانية والنباتية وتؤدي الى توقف العديد من وسائل النقل بسبب انخفاض مدى الرؤيا وتكون سبباً في العديد من المشاكل الصحية لدى الانسان وتؤدي كذلك الى الشعور بعدم الارتياح لدى البشر فضلاً عن ذلك فهي تؤثر على اداء شبكات الاتصالات اللاسلكية من المواضيع التي تحظى باهتمام عدد كبير من الباحثين، حيث استخدمت تقنية الرادار بشكل واسع في التطبيقات العسكرية والمدنية، ويتأثر انتشار الموجات الكهرومغناطيسية عند هبوب العواصف الغبارية بشكل رئيس بسبب التوهين، الناتج من عمليتين رئيسيتين هما التشتت والامتصاص. (Gibbins,2002)

لذلك هذه الظاهرة محط اهتمام كثير من الباحثين منهم (إسماعيل، ١٩٩٩) حيث توصل الى ان الصفة القارية في مناخ العراق والمتمثلة بارتفاع المدى الحراري اليومي والسنوي تساعد على استمرار حصول الظواهر الترابية والغبارية .(إسماعيل، ١٩٩٩)

وقام الباحث (عماد خريبط راشد، ٢٠١١) بدراسة تأثير بعض العناصر الجوية المتمثلة بكمية الامطار والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ودرجة الحرارة على العواصف الغبارية في بعض المدن العراقية منها بغداد والبصرة والناصرية والموصل وقد وجد ان تأثير كمية الامطار والرطوبة النسبية تشكل علاقة عكسية مع العواصف الغبارية في حين سرعة الرياح ودرجة الحرارة تشكل علاقة طردية مع العواصف الغبارية. (راشد، ٢٠١١)

١-١ الغبار Dust

يعرف الغبار على أنه عبارة عن حبيبات غبارية غير متماسكة تتراوح أقطارها بين (٠,٠٥ - ١٠٠) مايكرومتر والدقائق الصغيرة التي تقل أقطارها عن (١) مايكرومتر تبقى عالقة في الجو لفترات تصل إلى عدة أيام وترتفع إلى مئات الأمتار عن سطح الأرض وتقل أقطار الدقائق المكونة للغبار كلما ارتفعت إلى الأعلى . (العبيدي، ٢٠٠٢).

٢-١ أنواع الغبار Dust Types

وهي من بين اهم العوامل التي تؤدي الى خفض مدى الرؤية.(الحسيناوي،٢٠٠٨) . يقسم حالات الغبار إلى عدة أنواع اعتمادا على مدى الرؤية الأفقية، وسرعة الرياح .

١-٢-١ الغبار العالق Suspension Dust

هي دقائق صغيرة خفيفة الوزن تكون أقطارها أقل من (١) مايكرومتر تبقى عالقة في الجو لعدة ساعات أو لعدة أيام مع رياح هادئة تصل سرعتها أقل من (٧) متر/ ثانية ويتراوح مدى الرؤية الأفقية من ٠ الى أقل من ١٠ كيلو متر.(الهيئة العامة للأنواء الجوية،١٩٨٧) ويظهر هذا النوع من الغبار بعد حصول العواصف الغبارية والغبار المتصاعد، حيث تبقى الجزيئات الدقيقة عالقة في الهواء لعدة ساعات وقد يستمر في بعض الاحوال بضعة ايام بعد ان تسكن الرياح لتستقر في حدود (١٥) كم/ ساعة، وتتركب دقائق الغبار العالق من ذرات الطين والغرين الخفيف الوزن الذي لا يتعدى قطره مايكرومتر واحداً . (الجوراني،١٩٩٠)

٢-٢-١ الغبار المتصاعد Rising Dust

عبارة عن دقائق صغيرة الحجم أقطارها تتراوح ما بين (١-١٠) مايكرومتر ترتفع إلى الأعلى نتيجة لعدم استقراره الجو بسبب التغيرات المفاجئة في انحدار الضغط وارتفاع درجة حرارة سطح الأرض مما يؤدي إلى حدوث دوامات حرارية تعمل على رفع الأتربة إلى الأعلى ثم لا تلبث أن تهبط ثانية عندما تكون سرعة الرياح حوالي (٨) متر/ ثانية فأكثر ويتراوح مدى الرؤية الأفقية فيها من ١ الى أقل من ١٠ كيلو متر. (الهيئة العامة للأنواء الجوية،١٩٨٧).

٣-٢-١ العواصف الغبارية Dust Storms

هي عبارة عن حبيبات صغيرة الحجم لا تتجاوز أقطارها (100) مايكرومتر تنشأ مع رياح شديدة سرعتها أكثر من (8) متر/ثانية وتكون محملة بالأتربة المنقولة من التربة السطحية المفككة في المناطق الجافة حيث تعمل تلك الرياح على رفع الغبار إلى ارتفاعات عالية تبلغ عدة آلاف من الأمتار وتؤدي إلى خفض مدى الرؤية الأفقية إلى أقل من (1) كيلومتر حيث تتقدم جبهة العاصفة الغبارية كجدار غباري مرتفع يعلو ليصل حتى (٣٠٠٠) متر تقريبا وعريض بعرض عشرات بل مئات الكيلومترات. (موسى،٢٠٠٦) كما في الشكل (١) الذي يبين عاصفة غبارية غرب العراق. (www.thelivingmoon.com)

تتفاوت العواصف الغبارية في شدتها وحجمها وكثافتها وارتفاعها والمسافات التي تقطعها بين عشرات الكيلومترات الى الاف الكيلومترات قاطعة بذلك ومنتقلة عبر القارات، ولها القابلية على حمل كميات كبيرة من الغبار تصل الى (4000) طن/ميل مكعب (Arthur and Strahlar,1974). حيث يزداد حدوث العواصف الغبارية في نصف السنة الصيفي وفي الأشهر الأشد جفافا والأكثر شدة في رياحها وعلى الرغم من أن مدى الرؤية الأفقية تعد المؤشر على حدوث العاصفة الغبارية إلا إنه إضافة إلى هذا المؤشر فإنه لا بد من توفر رياح نشطة لكي تتمكن من إثارة كميات ضخمة من الغبار وحملها لمسافات طويلة. (موسى،١٩٨٩).



الشكل (١): عاصفة غبارية في العراق. (www.thelivingmoon.com)

٤-٢-١ العواصف الرملية Sand Storms

هي دقائق كبيرة الحجم تتراوح أقطارها بين (100-250) مايكرومتر يكون الرمال مادتها الأساسية، تمتاز بان سرعة الرياح اللازمة لحدوثها يجب أن تكون كبيرة وذلك لكبر حجم دقائق الرمل، ويكون ارتفاع هذا النوع من العواصف بضعة أمتار، وتكثر حدوثها في جنوب العراق. (إسماعيل، ١٩٩٩)

٣-١ خصائص العواصف الغبارية Dust Storms Properties

العواصف الغبارية التي تؤثر على العراق نوعان الأول: العواصف الغبارية المحلية التي تنشأ من مناطق داخل العراق والثاني: العواصف الغبارية الاقليمية التي تصل الى العراق عبر الدول المجاورة مثل تأثيرات عواصف شمال افريقيا وعواصف شرق الاوسط. (AL-Najum, 1971)

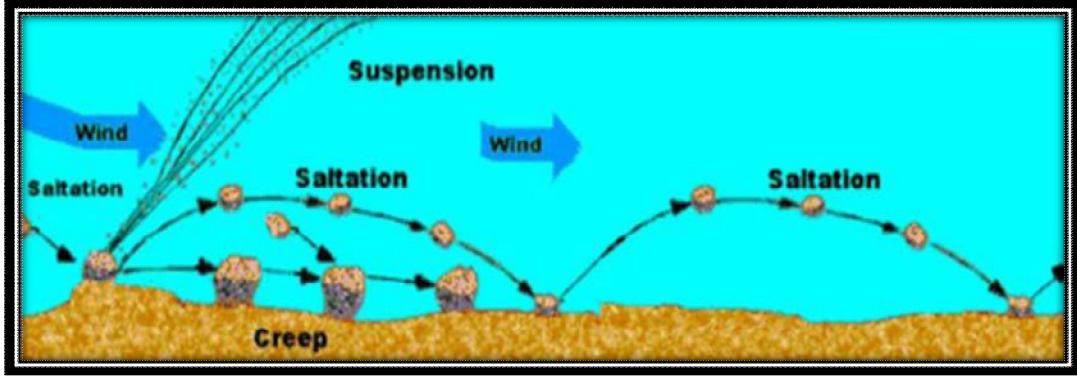
لغرض حدوث العواصف الغبارية يكون هنالك مجموعة من الشروط وهي: (جيتاوي، ١٩٨٦)

- ١- يجب أن يكون سطح الأرض التي تمر فوقها الرياح جافا ومكشوبا ومفتتا.
- ٢- يجب أن تكون سرعة الرياح كافية لحمل دقائق الغبار.
- ٣- توافر شروط عدم الاستقرار الجوي في الهواء القريب من الأرض.
- ٤- يجب أن يكون الهواء مضطربا.
- ٥- يجب عدم توفر عوائق تعيق سير الرياح .

٤-١ فيزيائية انتقال ذرات الغبار Physical movement of dust particles

ان حركة ذرات الغبار تكون دالة لكل من قوة الرياح وخصائص الحبيبات التي تحملها من مكانها، لذا فإن هناك ثلاثة تأثيرات تميل إلى الإحتفاظ بذرات الغبار في مكانها وتعيقها من الإنتقال إلى مستويات أعلى فوق سطح الأرض، وهذه التأثيرات تتمثل، بالوزن والمتمثلة بقوة الجاذبية الأرضية لهذه الذرات والتي تتناسب مع كتلتها، أما التأثير الثاني فهو الرص والتي تتمثل بمزاحمة الذرات ببعضها بعضا عندما تتجمع في حيز ضيق، والتأثير الثالث

يتمثل بالتلاصق والتماسك للذرات فيما بينها. عندما تكون قوة الرياح بما فيه الكفاية بحيث تستطيع التغلب على هذه التأثيرات الثلاثة لذا فإن الذرات تبدأ بالاهتزاز ومن ثم ترتفع مع الرياح إلى الأعلى، ويمكن أن تتحرك الذرات بالإعتماد على سرعة الرياح وحجم الجزيئات بعدة طرائق (Warner,2004)، وكما في الشكل (٢) وهي (Heidorn,2002): -



الشكل (٢): عمليات انتقال الغبار. (Heidorn,2002).

١-٤-١ الزحف Creep

هو حركة جزيئات الغبار على طول سطح الأرض بواسطة الزحف والانزلاق، ويجب ان تكون الجزيئات كبيرة و الرياح خفيفة.

٢-٤-١ الوثب Saltation

هو حركة الجزيئات في سلسلة من القفزات والطفرات وأن الجزيئات التي ترتفع في الهواء وتتجرف تقريبا بأربع مرات اكثر باتجاه الرياح من الارتفاع الذي تحققه فوق سطح الأرض.

٣-٤-١ التطبيق Suspension

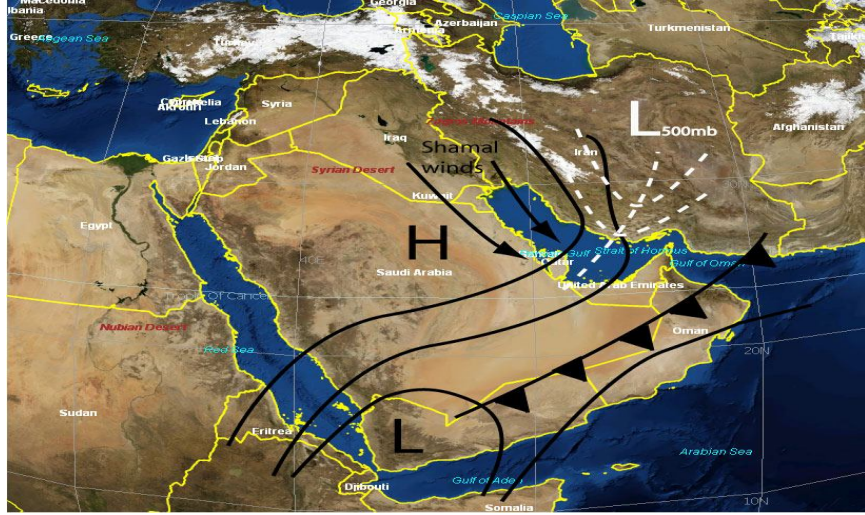
يحدث عندما ترتفع جزيئات الغبار في الهواء بواسطة تيارات الرياح، ويمكن ان يؤدي ذلك الى اعمدة غبارية محمولة لمسافات بعيدة عن منطقة المصدر اذا كانت الجزيئات المحمولة صغيرة بما فيه الكفاية والتيارات الهوائية قوية بما فيه الكفاية لبقاء الجزيئات معلقة

٥-١ ظاهرة الغبار في العراق Dust Phenomenon in Iraq

تتعرض كثير من مناطق العالم إلى ظاهرة الغبار، وتتعرض معظم مناطق العراق أيضا إلى هذه الظاهرة في معظم أشهر السنة، حيث تنشط الرياح في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية مما يؤدي إلى حمل هذه الرياح كميات كبيرة من الغبار من المناطق التي تهب عليها الرياح إلى المناطق القريبة منها ويؤدي ذلك إلى تدني مدى الرؤية التي تصل إلى بضعة أمتار. (Battan,1970)

توجد في العراق مناطق صحراوية تقع معظمها في الغرب والجنوب الغربي منه وهي أراضي الهضبة الغربية والأراضي المتروكة من السهل الرسوبي ومنطقة الجزيرة، وتوجد مناطق صحراوية قريبة من العراق

كصحراء شبه الجزيرة العربية وصحراء سيناء وبادية الشام (محمد، ١٩٨٢)، كما في الشكل (٣) والذي يبين مصادر الغبار في العراق . (www.thelivingmoon.com)



الشكل (٣) مصادر الغبار في العراق .(www.thelivingmoon.com)

٦-١ العوامل الجوية المؤثرة في تكرار العواصف الغبارية في العراق

Weather Factors Influencing The recurrence of Dust Storms In Iraq

عند دراسة العوامل المؤثرة في نشوء العواصف الغبارية في العراق تبرز لنا مجموعة من العوامل الجوية

الرئيسية وهي:-

١-٦-١ درجة الحرارة Temperature

تعد درجة الحرارة أهم عنصر من عناصر المناخ وذلك من حيث تأثيره المباشر في حالات الضغط الجوي وبالتالي على حركة الرياح وتكوين السحب وسقوط الأمطار ومعدلات التبخر. (الضاحي، ١٩٨٩). إن ارتباط درجة الحرارة بظاهرة العواصف الغبارية يأتي بما تسببه درجة الحرارة من عدم إستقرارية الهواء وبالتالي عدم إستقرارية الظواهر الجوية الأخرى حيث تسخن الطبقة الهوائية الملامسة لسطح الأرض نتيجة الإشعاع الشمسي المستمر والمستلم من قبل سطح الأرض والذي يؤدي إلى حدوث دوامات حرارية تعمل على رفع الغبار إلى إرتفاع يعتمد مقداره على شدة الحالة. (الجوراني، ١٩٩٠).

٢-٦-١ الرطوبة النسبية Relative Humidity

المقصود بالرطوبة النسبية بأنها النسبة المئوية لما موجود فعلا من بخار الماء في الهواء إلى أكبر كمية من الرطوبة يستطيع الهواء حملها تحت درجة الحرارة نفسها والضغط الجوي. (الصراف، ١٩٨٠). إن ارتباط الرطوبة النسبية بظاهرة العواصف الغبارية يأتي بوجود علاقة عكسية بين الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة مما يؤدي إلى إحتفاظ التربة بكمية من الرطوبة بسبب إنخفاض درجات الحرارة مما يجعلها أكثر تماسكا وبالتالي إنخفاض معدلات العواصف الغبارية شتاءً. (الجبوري، ٢٠٠٥).

٣-٦-١ الرياح Wind

الرياح هواء متحرك بسبب الاختلاف في قيم الضغط الجوي إذ يتحرك من مناطق الضغط العالي إلى مناطق الضغط الواطئ بصورة أفقية وموازية لسطح الأرض. (الجبوري، ٢٠٠٥) تعد الرياح وسيلة ميكانيكية تعمل على نقل الطاقة الحرارية وبخار الماء وما ينتج عنها من التغيرات في الظواهر الجوية بين المناطق المختلفة. (السامرائي، ١٩٩٩)

تقوم الرياح بالمساعدة في تكوين العواصف الغبارية حيث يلعب عامل السرعة دوراً مهماً في نشوء تلك العواصف لأنها العامل الحاسم في تحريك جزيئات التربة ونقلها إلى مواقع أخرى. (إسماعيل، ١٩٩٩)

٤-٦-١ الأمطار Rain

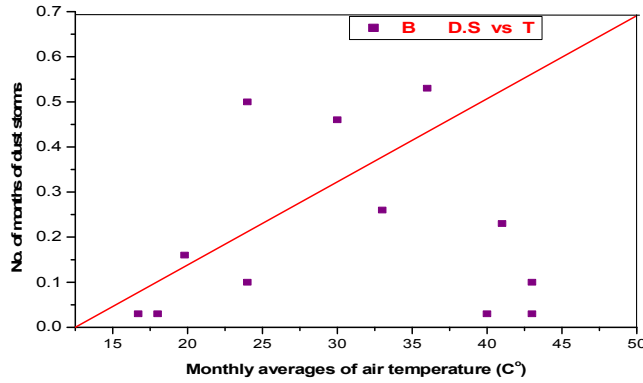
وهي عبارة عن قطرات مائية تحصل نتيجة تكاثف بخار الماء في الهواء الجوي وتتراوح أقطارها بين (٠,٥ - ٨) ملمتر وتتسطر قطراتها الكبيرة أثناء نزولها إلى عدة قطرات أصغر منها. (Heidorn,2002).
تعد الأمطار من أكثر عناصر المناخ تأثيراً في حصر وتقليل أثر العواصف الغبارية وتمتاز كمية الأمطار الساقطة على العراق بكونها قليلة نسبياً حيث تنعدم في أكثر الشهور وعموماً فإن المجموع السنوي للأمطار يتناقص من الشمال إلى الجنوب ومن الشرق إلى الغرب. (الجوراني، ١٩٩٠).
سيؤدي هطول الأمطار سوف يؤدي إلى تماسك جزيئات الغبار مع بعضها بعضاً ويساعد على نمو نباتات. ان نمو النباتات لايساعد فقط في تماسك التربة وانما يقي التربة من تأثير الرياح ومن ثم فان العواصف الغبارية ستحدث في المناطق ذات الهطول القليل والغطاء النباتي القليل. (Marticorena,1997).

٢- الجزء العملي Experimental part

جمعت بيانات حدوث تكرار العواصف الغبارية والمعدلات الشهرية لكل من درجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية في مدينة الحلة ولمدة ٣٠ سنة من عام (١٩٨١-٢٠١٥) .

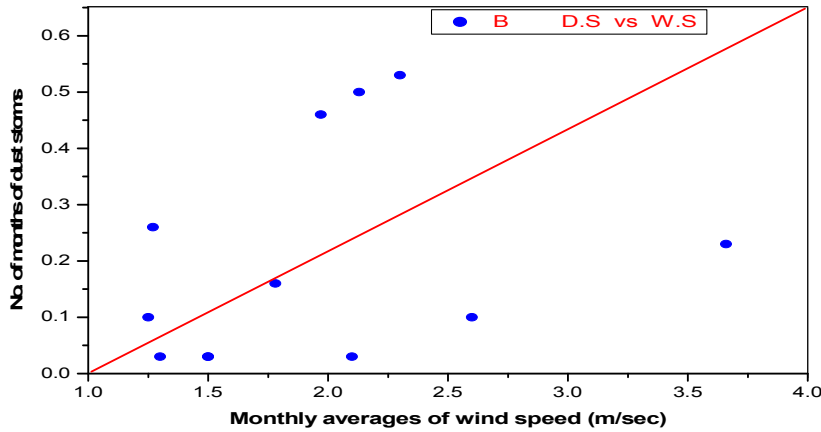
مدينة الحلة هي مركز محافظة بابل وهي احد المحافظات الواقعة في وسط العراق حيث تبعد عن العاصمة بغداد ١٠٠ كم وترتفع أراضيها المنحدرة نحو الجنوب ٣٥ م فوق مستوى سطح البحر، يسودها مناخ صحراوي يمتاز بقلّة سقوط الأمطار وارتفاع درجات الحرارة صيفاً والتي تصل إلى ٤٥ م في بعض الاحيان، يسودها جو دافئ شتاءً، ويسود السهل الرسوبي والهضبة الغربية مناخ صحراوي حار ويشمل محافظة بابل.

وبعد تحليل ودراسة هذه البيانات المأخوذة من الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي تبين ان هناك علاقة طردية بين حدوث تكرار العواصف الغبارية مع المعدل الشهري لدرجات الحرارة لمدة ٣٠ سنة لمدينة الحلة وهذا يتضح كلما ارتفعت درجات الحرارة يزداد حدوث العواصف الغبارية كما في الشكل (٤) .



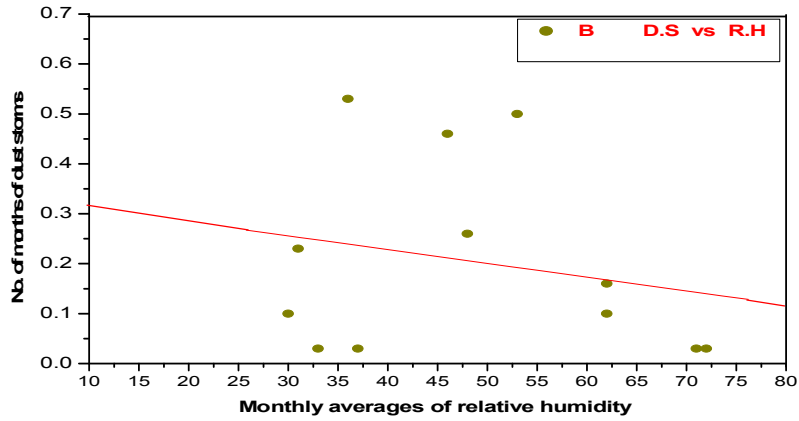
شكل (٤) يبين علاقة تكرار العواصف الغبارية مع المعدل الشهري لدرجات الحرارة لمدة ٣٠ سنة لمدينة الحلة .

اما بالنسبة للعلاقة بين حدوث تكرار العواصف الغبارية والمعدل الشهري لسرعة الرياح لمدة ٣٠ سنة لمدينة الحلة فهي تشكل علاقة طردية حيث بزيادة المعدل الشهري لسرعة الرياح يزداد تكرار العواصف الغبارية كما موضح في الشكل (٥).



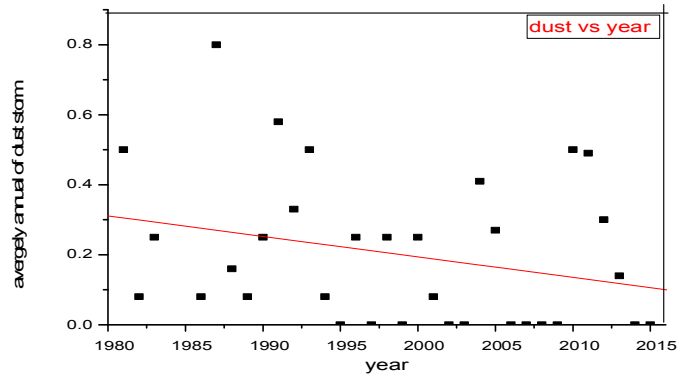
الشكل (٥) يبين علاقة تكرار العواصف الغبارية مع المعدل الشهري لسرعة الرياح في ٣٠ سنة لمدينة الحلة .

درست علاقة تكرار العواصف الغبارية مع المعدل الشهري للرطوبة النسبية لمدة ٣٠ سنة لمدينة الحلة وقد تبين ان هناك علاقة عكسية أي كلما ارتفعت نسبة الرطوبة بالجو انخفض حدوث عاصفة غبارية كما في الشكل (٦) .



الشكل (٦) يبين علاقة تكرار العواصف الغبارية مع المعدل الشهري للرطوبة النسبية في ٣٠ سنة لمدينة الحلة .

وحسب المعدل السنوي لتكرار العواصف الغبارية لمدة ٣٠ سنة لمدينة الحلة وجد ان العواصف الغبارية سجلت اعلى قيمة لها في سنة ١٩٨٧ كما بدأت تتخف في السنين ٢٠٠٠ و ٢٠٠٥ و ٢٠١٠ و ٢٠١٥ كما في الشكل (٧) .



الشكل (٧) يبين المعدل السنوي للعواصف الغبارية في ٣٠ سنة لمدينة الحلة .

٣- الاستنتاجات

من خلال هذه الدراسة توصلنا الى الاستنتاجات التالية :

- ١- وجد علاقة طردية في دراسة تكرار حدوث العواصف الغبارية مع المعدل الشهري لدرجات الحرارة لمدة ٣٠ سنة لمدينة الحلة .
- ٢- تم الحصول على علاقة طردية بدراسة تكرار حدوث العواصف الغبارية مع المعدل الشهري لسرعة الرياح لمدة ٣٠ سنة لمدينة الحلة .

- ٣- تم الحصول على علاقة عكسية بدراسة تكرار حدوث العواصف الغبارية مع المعدل الشهري للرطوبة النسبية لدة ٣٠ سنة لمدينة الحلة .
- ٤- استنتج ان تكرار حدوث العواصف الغبارية يتناقص مع المعدل السنوي لمرور ٣٠ سنة الممتدة من (١٩٨١-٢٠١٥) .

المصادر

- Arthur N. S., and A. H. Strahlar, 1974, Introduction to Environmental Science. John Wiley, Sons, Inc, U.S.A, pp 413. AL-Najum, F. A., 1971: Dust Storm in Iraq. pp 300-310.
- Battan, L. J., 1970, Radar Observation of The Atmosphere. The University Of Chicago Press. Factors Controlling Threshold Friction Velocity in Semiarid and Arid Areas of The United States. J., Geophys, Res., Vol. 102, pp. 23277-23287.
- Gibbins, C. J., 2002, A comparisons of Propagation at Millimetric and Infrared Wavelengths. Radio Communications Research Unit, Rutherford Appleton Lab, Chilton, Didcot, Oxfordshire, UK. http://www.thelivingmoon.com/45jack_files/03files/Weather_Warfare_Sand_Storms_Over_Iraq.html.
- Heidorn, K. C., 2002, Dust in the wind, Weather Almanac: June
- Martcorena, B., G. Bergametti, D. Gillette, and J. Belnap, 1997: Prodi, F., and G. Fea, 1979: The chemical composition of dust transported in red rains. *Journal Geophysical Research*.
- Warner, T. T., 2004, Desert Meteorology. Cambridge University Press, New York, U.S.A, pp 423 – 425.
- إسماعيل، سليمان عبد الله، ١٩٩٩، العواصف الغبارية والترابية في العراق، تصنيفها وتحليلها. مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ٣٩، ص ١١١ – ١٢٨.
- الجبوري، سلام هاتف احمد، ٢٠٠٥، الموازنة المناخية لمحطات الموصل، بغداد و البصرة. أطروحة دكتوراه، كلية التربية (إبن رشد)، جامعة بغداد، العراق، ص ١٠٤. الجوراني، شذى خليل، ١٩٩٠: دراسة ظاهرة الغبار في العراق. رسالة ماجستير، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق.
- جيتاوي، صالح، سعدي دبور، وإنعام طهيبوب، ١٩٨٦، مبادئ الأرصاد الجوية. الكويت، ص ١١٤.
- الحسيناوي، عزيز كويتي حسين، ٢٠٠٨، خصائص ظاهرة الركود الهوائي وأثرها في طقس العراق ومناخه. أطروحة دكتوراه، كلية الاداب، جامعة بغداد، بغداد، العراق.
- دراسة أعدتها لجنة متخصصة، ١٩٨٧، ظاهرة الغبار في العراق. الهيئة العامة للأثواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، بغداد، ص ٩.
- راشد، عماد خربيط، ٢٠١١، دراسة تأثير بعض العناصر الجوية على العواصف الغبارية لمناطق مختارة من العراق. مجلة علوم المستنصرية، المجلد الثاني والعشرون، العدد الرابع .
- السامرائي، محمد جعفر، ١٩٩٩، التباين المكاني لعناصر المناخ في العراق وتحديد الأقاليم المائية. مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد ٤٢.
- الصراف، صادق جعفر، ١٩٨٠، علم البيئة والمناخ. مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، ص ٨٠.

مجلة جامعة بابل ، العلوم الحرفية والتطبيقية والعلوم الهندسية ، المجلد (١٦) ، العدد (٢) :٢٠١٨

الضاحي، حارث عبد الجبار، ١٩٨٩، الأمطار في العراق. رسالة ماجستير، كلية الاداب، جامعة الإسكندرية، مصر.

العبيدي، عبد الوهاب حسين محمد علي، ٢٠٠٢، تأثير الغبار على قياسات الأقمار الإصطناعية نوع لاندسات. رسالة ماجستير، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق.

القريشي، ضياء الدين عبد الحسين عويد، ٢٠٠٨، الخصائص الحرارية للجزء الأوسط والجنوبي من السهل الرسوبي في العراق. رسالة ماجستير، كلي التربية (ابن رشد)، جامعة بغداد، بغداد، العراق، ص ٩٩.

محمد، ماجد السيد ولي، ١٩٨٢، العواصف الترابية في العراق وأحوالها. مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، المجلد الثالث عشر، ص ٧٢.

موسى، علي حسن، ١٩٨٩، العواصف والأعاصير. الطبعة الأولى، دار الفكر، دمشق، ص ٤٢ - ٤٣.

موسى، علي حسن، ٢٠٠٦، موسوعة الطقس والمناخ. جامعة دمشق، الطبعة الأولى، نور للطباعة والنشر، سوريا، ص ٢٩٨.

هدايت، احمد جودت، ٢٠١٠، العواصف الغبارية وعلاقتها ببعض المتغيرات الانوائية الأنماط السايونوبتيكية وفي بعض المحطات المختارة من العراق، رسالة دكتوراه، كلية العلوم الجامعة المستنصرية .