المدرس المساعد
آية عقيل احمد مرزة
aya_aqeel@uoqasim.edu.iq
جامعة القاسم الخضراء

الخصائص المناخية واثرها في الظواهر الغبارية في محافظة بابل

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى تحليل العلاقة الإحصائية بين العناصر المناخية والظواهر الغبارية في محطة الدراسة بمحافظة بابل للمدة (٢٠١٣–٢٠٢٣)، من خلال دراسة تأثير الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية وكميات الأمطار في تكرار العواصف الغبارية والغبار العالق والمتصاعد. اعتمدت الدراسة على البيانات المناخية الشهرية، وتم استخدام معامل الارتباط والانحدار الخطي للكشف عن طبيعة وقوة العلاقات الإحصائية بين المتغيرات.

أظهرت النتائج وجود علاقات ارتباط طردية قوية جدًا بين الإشعاع الشمسي والعواصف الغبارية (r = ٠,٩٦)، وكذلك بين درجات الحرارة بمختلف مؤشراتها والعواصف الغبارية (r = 0.94–0.95)، مع قدرة تفسيرية تجاوزت (٨٩%). في المقابل، سجلت الرطوبة النسبية علاقات عكسية قوية مع العواصف الغبارية (r = −0.96) والغبار المتصاعد (r = −0.76)، كما أظهرت الأمطار علاقة سالبة واضحة مع العواصف الغبارية (r = −0.88). وبينت النتائج أن سرعة الرياح تمثل العامل الأكثر تأثيرًا في ظاهرة الغبار المتصاعد، بعلاقة ارتباط قوية جدًا بلغت (r = 0.96) وقدرة تفسيرية مرتفعة (R^2 = 0.93). وتؤكد الدراسة أن الظواهر الغبارية في محافظة بابل ناتجة عن تفاعل معقد بين عدة عناصر مناخية تختلف درجة تأثيرها باختلاف نوع الظاهرة الغبارية.

Abstract

This study aims to analyze the statistical relationship between climatic elements and dust phenomena at the study station in Babil Governorate during the period 2013–2023. The impacts of solar radiation, air temperature, wind speed, relative humidity, and rainfall on dust storms, suspended dust, and rising dust were examined using monthly climatic data. Correlation and linear regression analyses were employed to identify the strength and direction of these relationships.

The results indicate very strong positive correlations between solar radiation and dust storms (r = 0.96), as well as between air temperature indices and dust storms (r = 0.94–0.95), with explanatory power exceeding 89%. In contrast, relative humidity exhibited strong negative correlations with dust storms (r = −0.96) and rising dust (r = −0.76), while rainfall showed a clear inverse relationship with dust storms (r = −0.88). Wind speed was identified as the dominant controlling factor for rising dust events, demonstrating a very strong positive correlation (r = 0.96) and high explanatory power (R^2 = 0.93). The study concludes that dust phenomena in Babil Governorate result from a complex interaction of climatic elements, with varying degrees of influence depending on the type of dust phenomenon.

المقدمة

تُعد الظواهر الغبارية من اهم الظواهر المناخية التي تؤثر في البيئات الجافة وشبه الجافة، ولاسيما في العراق على وجه الخصوص، نتيجة التغيرات المناخية المتسارعة وتداخل العناصر الطبيعية والبشرية. وتُعد محافظة بابل من المناطق الأكثر تأثرًا بهذه الظواهر، بسبب موقعها ضمن منطقة السهل الرسوبي، واتساع المساحات ذات التربة الناعمة، فضلاً عن قلة الغطاء النباتي وتراجع كميات التساقط المطري.

وتكتسب دراسة الخصائص المناخية وأثرها في الظواهر الغبارية أهمية علمية وبيئية وصحية، لما تسببه هذه الظواهر من تدهور في نوعية الهواء، وانخفاض مدى الرؤية الأفقية، وتأثيرات سلبية على صحة الإنسان والنشاطات الاقتصادية والزراعية الاخرى.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الخصائص المناخية السائدة في محافظة بابل، وبيان أثر عناصر المناخ الرئيسة، ولاسيما درجة الحرارة، والإشعاع الشمسي، والأمطار، والرطوبة النسبية، وسرعة الرياح، في تكرار العواصف الترابية والغبار العالق والمتصاعد، اعتمادًا على البيانات المناخية لمحطة الحلة للمدة (٢٠١٣–٢٠٢٣)، وباستخدام الأساليب الإحصائية الوصفية والتحليلية، بما يسهم في تعزيز الفهم العلمي لهذه الظواهر والحد من آثارها السلبية.

مشكلة الدراسة

تمثلت مشكلة البحث بتكرار الظواهر الغبارية في محافظة بابل خلال السنوات الاخيرة وما يسبب ذلك من اثار صحية واقتصادية وبيئية لذا تمحورت مشكلة الدراسة في التساؤل الاتي:

هل للعناصر المناخية تأثير في تكرار الظواهر الغبارية في محافظة بابل؟

فرضية الدراسة

هنالك علاقة قوية بين العنصر المناخي الرياح ودرجة الحرارة والرطوبة والامطار وبين تكرار حدوث الظواهر الغبارية في محافظة بابل.

اهداف الدراسة

الهدف من دراسة الظواهر الغبارية فهم وتحليل التأثير البيئي والصحي لهذه الظواهر وكذلك تأثيرها على النظام البيئي والمناخ والهدف الرئيسي لدراسة هذه الظواهر :

١. تحليل الخصائص المناخية السائدة في محافظة بابل خلال مدة الدراسة.

٢. تحديد طبيعة العلاقة بين عناصر المناخ والظواهر الغبارية باستخدام التحليل الإحصائي.

٣. بيان التباين الزماني لتكرار العواصف الترابية والغبار العالق والمتصاعد.

٤. تقويم الآثار البيئية والصحية المترتبة على الظواهر الغبارية.

حدود الدراسة

تقتصر الحدود المكانية للدراسة على محافظة بابل، الواقعة في وسط العراق، بين دائرتي عرض (٣٢–٣٣) شمالًا وخطي طول (٤٤–٤٥) شرقًا. أما الحدود الزمانية فتشمل المدة (٢٠١٣–٢٠٢٣)، اعتمادًا على البيانات المناخية لمحطة الحلة المناخية. وتتمثل الحدود الموضوعية بدراسة أثر العناصر المناخية في تكرار الظواهر الغبارية دون التوسع في النماذج العددية للتنبؤ المناخي.

منهجية البحث

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي–التحليلي، من خلال جمع وتحليل البيانات المناخية الشهرية والسنوية لمحطة الحلة المناخية للمدة (٢٠١٣–٢٠٢٣). وتم استخدام الأساليب الإحصائية الوصفية، فضلاً عن معامل الارتباط البسيط (Pearson) لقياس طبيعة العلاقة بين عناصر المناخ وتكرار الظواهر الغبارية، إلى جانب التحليل الزماني والموسمي للبيانات، وبالاستعانة ببرنامج Excel.\

أولا: الخصائص المناخية في محافظة بابل

١. درجة الحرارة :

تُعد درجة الحرارة من أهم العناصر المناخية المؤثرة في تكرار الظواهر الغبارية، ولاسيما في البيئات الجافة وشبه الجافة، لما لها من دور مباشر في جفاف التربة، وانخفاض الرطوبة السطحية، وزيادة قابلية الجزيئات الترابية على الانفصال والنقل بواسطة الرياح. وتُظهر محافظة بابل، بحكم موقعها الجغرافي ضمن السهل الرسوبي، تأثرًا واضحًا بارتفاع درجات الحرارة، ولاسيما خلال فصلي الربيع والصيف.

يسهم الارتفاع الكبير في درجات الحرارة في تعزيز عمليات التبخر وتقليل المحتوى الرطوبي للتربة، مما يؤدي إلى تفكك بنيتها السطحية، وجعلها أكثر عرضة للتعرية الريحية. كما يؤثر التباين الحراري اليومي والفصلي في توزيع الضغط الجوي، الأمر الذي يسهم في تنشيط حركة الرياح، ولاسيما الرياح الشمالية الغربية، التي تُعد العامل الرئيس في إثارة ونقل الغبار في منطقة الدراسة[١].

ومن خلال تحليل البيانات المناخية لمحطة الحلة، يتضح أن أشهر الصيف تسجل أعلى معدلات لدرجات الحرارة، إذ تتجاوز المعدلات الاعتيادية (٣٥°م) خلال شهري تموز وآب، وهي الأشهر نفسها التي تشهد ارتفاعًا ملحوظًا في تكرار الظواهر الغبارية، ولاسيما الغبار العالق والمتصاعد. ويشير ذلك إلى وجود علاقة طردية بين ارتفاع درجات الحرارة وتكرار هذه الظواهر.

جدول (١) درجة الحرارة العظمى والصغرى والاعتيادية لمحطة الحلة للمدة (٢٠١٣_٢٠٢٣)

الشهر	العظمى	الصغرى	معدل درجة الحرارة
كانون الثاني	١٧,٣	٥,٤	١١,٤
شباط	٢٠,٤	٧,٣	١٣,٨
اذار	٢٥,٥	١١,٢	١٨,٣
نيسان	٣١,٢	١٦,٤	٢٣,٨
مايس	٣٧,٤	٢١,٧	٢٩,٥
حزيران	٤١,٧	٢٥,١	٣٣,٤
تموز	٤٣,٤	٢٧,٠	٣٥,٢
اب	٤٣,٨	٢٦,٨	٣٥,٢
أيلول	٤٠,٣	٢٣,٢	٣١,٧
تشرين الأول	٣٤,١	١٨,٦	٢٦,٣
تشرين الثاني	٢٥,٠	١١,٤	١٨,٢
كانون الأول	١٨,٦	٧,٠	١٢,٨
المعدل السنوي	٣١,٦	١٦,٦	٢٤,١

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء والارصاد الجوي ،قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

يتضح من الجدول رقم (١) تباين معدل درجات الحرارة لاشهر السنة في محافظة بابل للمدة من ٢٠١٣_٢٠٢٣ اذ سجل شهر كانون الثاني اقل معدل لدرجة الحرارة اذ بلغ (١١،٤)في حين سجل شهري تموز واب اعلى درجة حرارة بلغت (٣٥,٢) لكلا الشهرين اما بقية الأشهر تباينت على النحو التالي حيث بلغ شهر شباط وشهر اذار ونيسان ومايس وحزيران وأيلول وكذلك تشرين الأول وتشرين الثاني وكانون الثاني معدل(١٣،٨– ١٨،٣– ٢٣،٨– ٢٩،٥– ٣٣،٤– ٣١،٧– ٢٦،٣– ١٨،٢– ١٢،٨) اما معدل درجة الحرارة لجميع الأشهر فقد بلغ (٢٤،١) اما بالنسبة لدرجة الحرارة العظمى حيث سجل شهر كانون الثاني (١٧،٣) ودرجة حرارة صغرى (٥،٤) اما شهري تموز واب سجل هذين الشهرين درجة حرارة عظمى بلغت (٤٣،٤– ٤٣،٨) ودرجة حرارة صغرى لشهري تموز واب بلغت (٢٧،٠– ٢٦،٨) اما بقية الأشهر تباينت درجة الحرارة العظمى على النحو التالي حيث بلغ شهر (شباط – اذار– نيسان– مايس– حزيران–

أيلول- تشرين الأول- تشرين الثاني- كانون الأول)بلغ(٢٠،٤- ٢٥،٥- ٣١،٢- ٣٧،٤- ٤١،٧- ٤٠،٣- ٣٤،١- ٢٥،٠- ١٨،٦) حيث سجل معدل درجة الحرارة العظمى لكل الأشهر (٣١,٦)اما درجة الحرارة الصغرى لشهر كانون الثاني فقد بلغت (٥،٤) مقارنة بشهري تموز واب فقد تبين الارتفاع الحاد لدرجة الحرارة الصغرى بلغت (٢٧،٠- ٢٦،٨) في حين تبلغ درجة الحرارة الصغرى لشهر اذار وشهر تشرين الثاني (١١,٢- ١١,٤) وبناء على البيانات المناخية المتاحة يتضح ان درجة الحرارة الصغرى لشهري شباط وشهر كانون الأول بلغت (٧,٣- ٧,٠) وبناءا على ماتم تحليله يتضح ان الحرارة الصغرى للاشهر التاليه (نيسان- مايس- حزيران- أيلول- تشرين الأول)بلغت (١٦,٤- ٢١,٧- ٢٥,١- ٢٣,٢- ١٨,٦) اما معدل درجة الحرارة العظمى والصغرى لجميع الأشهرللمدة (٢٠١٣-٢٠٢٣) لمحطة بابل المناخية بلغت (٣١,٦ -١٦,٦) .

اذ يُعد هذا الارتفاع المستمر في درجات الحرارة خلال فصل الصيف عاملًا رئيسًا في زيادة الجفاف السطحي للتربة، وانخفاض الرطوبة النسبية، الأمر الذي يهيئ الظروف الملائمة لتكرار الظواهر الغبارية في منطقة الدراسة(٢).

٢. الاشعاع الشمسي

الاشعاع الشمسي هو كمية الطاقة التي تصل من الشمس الى سطح الأرض ويؤثر هذا الاشعاع بشكل مباشر على درجة حرارة السطح والجفاف يُعد الإشعاع الشمسي من العناصر المناخية المؤثرة بصورة غير مباشرة في تكرار الظواهر الغبارية، من خلال تأثيره في درجة حرارة سطح الأرض، ومعدلات التبخر، ورطوبة التربة والهواء. إذ يؤدي ارتفاع الإشعاع الشمسي إلى زيادة تسخين سطح الأرض، الأمر الذي ينعكس على جفاف التربة وتفكك بنيتها السطحية، مما يجعلها أكثر قابلية للتعرية الريحية وإثارة الغبار(٣).

وتُظهر محافظة بابل تباينًا موسميًا واضحًا في معدلات الإشعاع الشمسي، حيث تسجل أشهر الصيف أعلى قيم للإشعاع، في حين تنخفض خلال أشهر الشتاء نتيجة انخفاض زاوية سقوط الأشعة الشمسية وقصر مدة الإشعاع اليومي. ويُلاحظ أن أشهر الذروة الإشعاعية تتزامن مع ارتفاع درجات الحرارة وقلة التساقط المطري، وهي الظروف نفسها التي تشهد زيادة ملحوظة في تكرار الظواهر الغبارية.

ويسهم الإشعاع الشمسي المرتفع في تقليل الرطوبة النسبية، سواء في الهواء أو التربة، مما يؤدي إلى ضعف تماسك الحبيبات الترابية وسهولة انفصالها بفعل الرياح، ولاسيما في المناطق ذات التربة الناعمة والمكشوفة، كما هو الحال في أجزاء واسعة من محافظة بابل.

جدول(٢) معدل زوايا الاشعاع الشمسي في محافظة بابل للمدة من ٢٠١٣_٢٠٢٣

الشهر	معدل زاوية السقوط
كانون الثاني	٣٦,٩
شباط	٣٩,٥
اذار	٥٥,٨
نيسان	٦٧,٣
مايس	٧٥,٩
حزيران	٨٠,٢
تموز	٧٨,٣
اب	٧١,٦
ايلول	٦١,٧
تشرين الاول	٤٩,٢
تشرين الثاني	٤٤
كانون الاول	٣٣,٦
المعدل السنوي	٥٧,٨

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء والارصاد الجوي ،قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

يتضح من الجدول رقم (٢) تباين معدلات سقوط الاشعاع الشمسي لأشهر السنة في محافظة بابل للمدة ٢٠١٣-٢٠٢٣ حيث سجل شهري حزيران وتموز اعلى معدل لزوايا سقوط الاشعاع الشمسي حيث بلغ هذين الشهرين (٨٠,٢) (٧٨,٣) اذ لوحظ هنالك انخفاض تدريجي لمعدلات زاوية سقوط الاشعاع الشمسي فقد بلغ في شهري مايس واب معدل (٧٥,٩) (٧١,٦) بناءً على ما تم تحليله للبيانات المناخية مقارنة بالأشهر السابقة بالذكر لوحظ انخفاض تدريجي لمعدل سقوط الاشعاع الشمسي لأشهر اذار أيلول ونيسان حيث سجلت هذه الأشهر (٥٥,٨)(٦١,٧)(٦٧,٣) .

ويعود هذا التفاوت الى التأثيرات المناخية الموسمية التي تميز شهور الشتاء فقد ادى الى انخفاض واضح لمعدلات زاويا السقوط للإشعاع الشمسي لأشهر شباط وتشرين الأول وتشرين الثاني حتى أظهرت البيانات المناخية ان معدلات هذه الأشهر بلغت (٣٩,٥)(٤٩,٢)(٤٤) على التتالي ويشيرالتحليل الى تباين واضح في معدلات زاويا سقوط الاشعاع الشمسي بين اشهر السنة فبلغت ادنى معدل كان في اشهر الشتاء بلغ كانون الأول (٣٣,٦) وكانون الثاني (٣٦,٩) وشهر شباط (٣٩,٥)

اذ يتضح من الجدول ذاته أن معدلات زوايا سقوط الإشعاع الشمسي تبدأ بالارتفاع التدريجي ابتداءً من فصل الربيع لتبلغ ذروتها خلال فصل الصيف، قبل أن تعاود الانخفاض خلال فصل الخريف والشتاء.

ويتزامن هذا الارتفاع مع زيادة نشاط العواصف الغبارية والغبار العالق، مما يشير إلى الدور غير المباشر للإشعاع الشمسي في تهيئة الظروف البيئية الملائمة لحدوث هذه الظواهر.

جدول (٣) المعدلات الشهرية والسنوية للإشعاع الفعلي والنظري لمحطة الحلة للمدة ٢٠١٣-٢٠٢٣

الشهر	الفعلي	النظري
كانون الثاني	٦,٢	١٠,٠٤
شباط	٧,١	١١
اذار	٧,٦	١٢
نيسان	٨,٤	١٣
مايس	٩,٤	١٣,٥
حزيران	١٠,٩	١٤
تموز	١١,٥	١٣,٢
اب	١١,٢	١٢,٢
ايلول	٩,٩	١١,٢
تشرين الاول	٨,١	١٠,٣
تشرين الثاني	٦,٦	١٠,٠٤
كانون الاول	٦,٢	١٠
المعدل السنوي	٨,٦	١١,٧١

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء والارصاد الجوي ،قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

يتضح من خلال الجدول (٣) أعلاه ان المعدلات الشهرية والسنوية للإشعاع الفعلي والنظري للمدة (٢٠١٣-٢٠٢٤) تتباين بين شهر واخر حيث سجل اعلى معدل للإشعاع الفعلي لشهري تموز واب (١١,٥)(١١,٢) بالمقارنة مع شهري كانون الأول وكانون الثاني اذ انخفض المعدل الشهري والسنوي للإشعاع الفعلي وسجل (٦,٢)

اذ تشير البيانات المناخية اكثر استقرار الإشعاع الفعلي للأشهر التالية (شباط واذار وتشرين الثاني) وكانت النتائج (٧,١)(٧,٦)(٦,٦) بالمقابل أظهرت البيانات المسجلة خلال الأشهر التالية نيسان ومايس وحزيران وأيلول وتشرين الأول ارتفاعا نسبيا للإشعاع الفعلي وبلغت (٨,٤)(٩,٤)(١٠,٩)(٩,٩)(٨,١) ونستنتج مما سبق ان المعدل السنوي للإشعاع الفعلي بلغ (٨,٦).

اما الاشعاع الشمسي النظري الذي يقصد به مقدار الطاقة الشمسية التي يمكن ان تستقبلها نقطة معينه على سطح الأرض في ظل ظروف مثالية أي دون تأثيرات الغلاف الجوي مثل الغيوم والغبار وبخار الماء والتلوث ويحسب هذا الاشعاع اعتمادا على المعطيات الفلكية والجغرافية مثل خط العرض وزاوية ميلان الأرض والانحدار والاتجاه الطوبوغرافي للسطح فضلا عن موقع الشمس في السماء خلال اليوم او الموسم حيث تسهم دراسة الاشعاع النظري في دعم مشاريع الطاقة المتجددة وتخطيط استخدامات الأراضي ذات الإمكانات الاشعاعية العالي بمعنى هو اقصى كمية من الطاقة الشمسية يمكن ان تصل الى سطح الأرض في ظروف مثالية دون عوائق من دون تأثير الغلاف الجوي والعوامل البيئية عليه يمكن القول إن الإشعاع الشمسي يمثل عنصرًا مناخيًا مؤثرًا بصورة غير مباشرة في تكرار الظواهر الغبارية في محافظة بابل، من خلال دوره في رفع درجات الحرارة، وزيادة الجفاف السطحي للتربة، وتقليل الرطوبة النسبية، مما يهيئ الظروف الملائمة لإثارة الغبار وانتشاره(٤).

٣. التساقط المطري

تؤدي الأمطار دورًا مهمًا في الحد من تكرار الظواهر الغبارية، من خلال تأثيرها المباشر في رطوبة التربة واستقرارها. إذ تعمل الأمطار على زيادة تماسك الحبيبات الترابية، وتقليل قابليتها على الانفصال والنقل بفعل الرياح، فضلاً عن رفع مستوى الرطوبة النسبية في الهواء، مما يسهم في تقليل تطاير الغبار(٥).

تتصف محافظة بابل بقلة كميات التساقط المطري وتذبذبها الزماني، حيث تتركز الأمطار خلال فصل الشتاء، في حين تسود فترات الجفاف خلال فصلي الربيع والصيف. وتُعد هذه الفترات الجافة من أكثر الفترات ملاءمة لحدوث الظواهر الغبارية، نتيجة جفاف التربة وغياب الغطاء النباتي.

كما تسهم الأمطار في تعزيز نمو الغطاء النباتي، الذي يؤدي دورًا مهمًا في تثبيت التربة والحد من عمليات التعرية الريحية، الأمر الذي ينعكس إيجابًا على تقليل تكرار العواصف الغبارية.

اذ تُعد الأمطار من العناصر المناخية الأساسية التي تسهم في تقليل الظواهر الغبارية في محافظة بابل، ويؤدي تراجعها أو عدم انتظامها الزماني إلى تفاقم هذه الظواهر(٦).

يتضح من الجدول (٤) ظهرت لنا بيانات الأمطار تباينًا موسميًا واضحًا في محافظة بابل، إذ بلغ المعدل السنوي للتساقط المطري (١٠٨,٦ ملم)، وهو معدل منخفض يعكس الطابع الجاف إلى شبه الجاف لمناخ المنطقة. وتتركز كميات الأمطار خلال أشهر الشتاء، ولاسيما تشرين الثاني وكانون الأول وكانون الثاني، حيث سجلت هذه الأشهر أعلى القيم المطرية مقارنة ببقية أشهر السنة.

اذ يُلاحظ الانخفاض التدريجي في كميات الأمطار مع بداية فصل الربيع، إذ تراجعت من (١١,١ ملم) في شهر آذار إلى (٣,٨ ملم) في شهر مايس، مما يشير إلى بداية تأثير الجفاف الموسمي في المقابل تنعدم الأمطار خلال فصل الصيف، ولاسيما في أشهر حزيران وتموز وآب، وهو ما يؤدي إلى جفاف التربة

وفقدانها للرطوبة السطحية، الأمر الذي يزيد من قابليتها للتعرية الريحية. ويُعد هذا الانقطاع المطري من العوامل الرئيسة التي تسهم في تكرار الظواهر الغبارية خلال هذه المدة.

أما فصل الخريف، فيمثل مرحلة انتقالية، حيث تبدأ كميات الأمطار بالارتفاع تدريجيًا، ولاسيما في شهر تشرين الثاني، مما يسهم في تحسين خصائص التربة وتقليل نشاط الظواهر الغبارية مقارنة بفصل الصيف.

وبناءً على ذلك، يتضح أن قلة الأمطار وعدم انتظامها الزماني يُعدان من أبرز العوامل المناخية المؤثرة في تكرار الظواهر الغبارية في محافظة بابل.

٤ . الرطوبة النسبية

ان العلاقة بين الرطوبة وتكرار العواصف الغبارية في محافظة بابل علاقة معقدة ومهمة لفهم ديناميكيات المناخ خاصة في المناطق الجافة كمحافظة بابل.

الرطوبة النسبية تشير الى كمية بخار الماء الموجود في الهواء لها تاثير مباشر على استقرار التربة وقدرة الرياح على نقل الغبار، تعد العلاقة بين الرطوبة والعواصف الغبارية علاقة عكسية فالرطوبة العالية تعمل على تثبيت التربة عندما يكون الهواء مشبعا بالرطوبة يمتص سطح التربة كمية من الماء مما يجعل التربة اكثر تماسكا واقل عرضة للتأكل بفعل الرياح ،اذ ان الهواء الرطب يساعد في تثبيت جزيئات الغبار مما يقلل من تشتتها في الهواء اثناء العواصف الترابية، وأيضا يتكون الندى في الليل مما يزيد من رطوبة التربة في الصباح الباكر وبالتالي يقلل من احتمالية تصاعد الغبار، اما الرطوبة المنخفضة تؤدي الى جفاف التربة وزيادة هشاشة التربة مما يجعلها اكثر عرضة للتأكل بالأجواء الجافة اذ تكون التربة مفككة وغير متماسكة وهذا يسهل على الرياح حمل جزيئات الغبار الى الهواء بفعل الرياح القوية النشطة وبالتالي حدوث العواصف الغبارية(٧).

يتضح من الجدول (٤) ان بيانات الرطوبة النسبية سجلت تباينًا موسميًا واضحًا خلال أشهر السنة في محافظة بابل، إذ بلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية (٤٨,٤%)، مع تسجيل أعلى القيم خلال فصل الشتاء وأدناها خلال فصل الصيف.

فقد سجلت أشهر كانون الأول وكانون الثاني وتشرين الثاني أعلى معدلات للرطوبة النسبية، تجاوزت (٧٠%) في بعض الأشهر، ويُعزى ذلك إلى انخفاض درجات الحرارة وزيادة تأثير الكتل الهوائية الرطبة، مما يسهم في زيادة تماسك التربة والحد من تطاير الغبار.

في المقابل، انخفضت الرطوبة النسبية بشكل واضح خلال أشهر الصيف، ولاسيما حزيران وتموز، لتصل إلى نحو (٣٠%)، وهو ما يؤدي إلى جفاف التربة وضعف تماسك الحبيبات الدقيقة، مما يزيد من قابلية الغبار على الانفصال والانتقال بفعل الرياح.

كما يُلاحظ الانخفاض التدريجي في الرطوبة النسبية خلال فصل الربيع، بالتزامن مع تراجع كميات الأمطار وارتفاع درجات الحرارة، مما يهيئ الظروف الملائمة لزيادة نشاط الظواهر الغبارية خلال هذه الفترة وعليه تُعد الرطوبة النسبية عنصرًا مناخيًا مهمًا في ضبط تكرار الظواهر الغبارية في محافظة بابل، إذ يسهم انخفاضها في زيادة شدة هذه الظواهر، في حين يعمل ارتفاعها على الحد منها.

جدول (٤)مجموع التساقط المطري والرطوبة النسبية لمحطة الحلة للمدة ٢٠١٣-٢٠٢٣

الاشهر	التساقط المطري	معدل الرطوبة
كانون الثاني	١٩	٧١,٣
شباط	١٢,٨	٦٢,٤
اذار	١١,١	٥٢,٤
نيسان	١٠,٩	٤٥,٩
مايس	٣,٨	٣٥,٩
حزيران	٠	٣٠,٧
تموز	٠	٣٠,٨
اب	٠	٣٣,٤
ايلول	٠,٢	٣٧,٦
تشرين الاول	٧,٢	٤٧,٤
تشرين الثاني	٢٣,٥	٦٢,٨
كانون الاول	٢٠	٧٠,٨
المعدل السنوي	١٠٨,٦	٤٨,٤

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء والارصاد الجوي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

٥. الرياح

الرياح هي القوة الأساسية التي تسهم في اثارة العواصف الغبارية حيث تختلف تأثير الرياح على العاصفة الغبارية بناءا على سرعتها واتجاهها واستمرارها

العلاقة بين الرياح وتكرار العواصف الغبارية جزء أساسي لفهم ديناميكيات المناخ وتأثيراته على البيئة في محافظة بابل .

تُعدّ الرياح القوية عاملًا رئيسيًا في زيادة تكرار العواصف الغبارية، إذ تؤدي السرعات العالية للرياح إلى إثارة جزيئات التربة السطحية وتحريكها، مما يسهم في رفع الغبار ونقله لمسافات طويلة وعلى نطاقات مكانية واسعة. ولا يقتصر دور الرياح القوية على زيادة عدد مرات حدوث العواصف الغبارية فحسب، بل يمتد أيضًا إلى تعزيز شدتها نتيجة ارتفاع كمية الجزيئات المحمولة في الهواء وزيادة قدرتها على الانتشار [٨].

في حين يكون تأثير الرياح الضعيفة محدودًا في إثارة ونقل الغبار، نظرًا لانخفاض قدرتها على تحريك جزيئات التربة السطحية، الأمر الذي يقلل من احتمالية تشكّل العواصف الغبارية. وغالبًا ما تترافق الرياح الضعيفة مع مستويات أعلى من الرطوبة الجوية، مما يسهم في زيادة تماسك التربة والحد من تفككها، وبالتالي التقليل من فرص حدوث العواصف الغبارية[٩].

جدول (٥) المعدلات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح (م/ثا) لمحطة الحلة للمدة من (٢٠١٣.٢٠٢٣)

الشهر	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
معدل سرعة الرياح	١,٤	١,٧	٢,١	١,٩	٢	٢,٤	٢,٥	١,٨	١,٤	١,١	١,١	١,٢	١,٧

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء والارصاد الجوي ،قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

تُظهر بيانات المعدلات الشهرية لسرعة الرياح للجدول رقم (٥) في محطة الحلة خلال المدة (٢٠١٣–٢٠٢٣) تباينًا واضحًا على مدار السنة، يعكس التأثير الموسمي للأنظمة الجوية السائدة فوق العراق. إذ يتضح أن سرعة الرياح تبدأ بالارتفاع التدريجي ابتداءً من فصل الربيع، لتسجل قيمًا أعلى خلال أشهر الصيف، ثم تنخفض مجددًا مع دخول فصل الخريف والشتاء.

اذ سجلت أدنى المعدلات الشهرية لسرعة الرياح خلال أشهر **تشرين الأول وتشرين الثاني** بواقع (١,١ م/ثا)، تليها أشهر الشتاء ولا سيما **كانون الثاني وكانون الأول**، حيث تراوحت السرعة بين (١,٢–١,٤ م/ثا). ويُعزى ذلك إلى استقرار نسبي في الأوضاع الجوية وضعف التدرج في الضغط الجوي خلال هذه الفترة.

في حين ترتفع سرعة الرياح بشكل ملحوظ خلال أشهر الصيف، إذ سجلت أعلى قيمة في شهر تموز بواقع (٢,٥ م/ثا)، تلاه حزيران (٢,٤ م/ثا) ومايس (٢,٠ م/ثا). ويعود هذا الارتفاع إلى ازدياد الفوارق الحرارية بين اليابسة والكتل الهوائية المجاورة، فضلًا عن تأثير المنخفض الحراري الموسمي الذي يسهم في تنشيط حركة الرياح السطحية.

أما خلال فصل الربيع، ولا سيما في شهر آذار ونيسان، فتسجل سرعة الرياح قيمًا متوسطة نسبيًا تتراوح بين (١,٩–٢,١ م/ثا)، وهي فترة انتقالية تشهد نشاطًا ملحوظًا في حركة الرياح مقارنة بفصل الشتاء، ما يزيد من احتمالية إثارة الغبار في حال توافر الظروف السطحية الملائمة.

ويبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح في محطة الحلة نحو (١,٧ م/ثا)، ما يشير إلى أن المنطقة تتميز برياح معتدلة عمومًا، إلا أن ارتفاع سرعات الرياح خلال أشهر الصيف يجعلها أكثر قدرة على إثارة ونقل الغبار، الأمر الذي يفسر تزامن ذروة العواصف الغبارية مع هذه المدة.

٦. الظواهر الغبارية

أ. العواصف الترابية :

العاصفة الغبارية كتلة من الهواء تحمل الدقائق الغبارية الكبيرة الحجم اقطار بعضها ١٠٠ مايكرومتر وتسير بسرعة عالية حيث انها ظواهر جوية شائعة تحدث في كثير من بقاع العالم خاصة في المناطق الصحراوية كالجزيرة العربية والشرق الأوسط بشكل عام وشمال افريقيا حيث ينخفض مدى الرؤيا الى ما دون ١٠٠٠متر وتعد هذه الظاهرة مميزة ومرافقة لمناخ الإقليم الصحراوي الجاف وشبه الجاف حيث ان مساحة كبيرة من العراق تقع ضمن المناخ الجاف وشبه الجاف كما ان هذه الظاهرة ترتبط ارتباطا وثيقا بظاهرة التصحر والتعرية ويعد الانسان من اهم المصادر في تزايدها وان الاختلاف في التوازن الطبيعي بين التربة والمناخ يؤدي الى فقدان الأرض لغطائها النباتي وتدهور الصفات الطبيعية للتربة ومن ثم تعريتها وانجرافها وجعلها مفككة وغير ثابتة والعراق يعد من اكثر الدول تعرضا لتكرار هذه الظاهرة وبالتحديد محافظة بابل حيث الأقاليم المصدرة للعواصف الترابية إقليم شمال افريقيا وإقليم سيناء وكذلك إقليم شبه الجزيرة العربية كما تكثر المناطق المتصحرة في العراق في منطقتين الأولى في المنطقة الشمالية التي تقع ضمن المنطقة المتموجة والثانية تقع في المنطقة الجنوبية والجنوبية الغربية التي تقع ضمن المناخ شبه الجاف والمناخ الجاف وشديد الجفاف وعندما تجتمع العواصف المحلية مع العواصف الإقليمية التي تصل من الصحاري فيكون تركيزها اكثر مع تطور المنخفض الجوي المحلي الثانوي ويتضح لنا من خلال انتشار المناطق المتصحرة ان اكثر العواصف الغبارية كانت إقليمية او محلية استقرارها في المناطق الوسطى والجنوبية بسبب العوامل المتوافقة من امتداد المناطق المتصحرة وانتشارها على طول المنطقة الغربية التي تساهم بتكرار العواصف الغبارية.(١٠)

جدول (٦) مجموع المعدل الشهري والسنوي للعواصف الغبارية(يوم)في محافظة بابل للمدة من (٢٠١٣-٢٠٢٣)

الشهر	العاصفة الترابية
كانون الثاني	0.3
شباط	0.4
اذار	0.9
نيسان	1.6
مايس	2.4
حزيران	2.9
تموز	3.1
اب	2.7
ايلول	1.8
تشرين الاول	1.1
تشرين الثاني	0.6
كانون الاول	0.3
مجموع المعدل السنوي	19.1

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء والارصاد الجوي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

يُظهر من خلال الجدول رقم (٦) ان المعدلات الشهرية والسنوية للعواصف الغبارية في محافظة بابل خلال المدة (٢٠١٣–٢٠٢٣) تباينًا موسميًا واضحًا في تكرار حدوث العواصف، إذ بلغ مجموع المعدل السنوي ١٩,١ يومًا، وهو مؤشر مهم على تصاعد النشاط الغباري في المنطقة ضمن مناخ شبه جاف يتسم بارتفاع درجات الحرارة وشح الأمطار.

تسجل أشهر فصل الشتاء (كانون الأول، كانون الثاني، شباط) أدنى المعدلات، حيث تراوحت القيم بين ٠,٣–٠,٤ يوم، ويُعزى ذلك إلى زيادة الرطوبة النسبية، وانخفاض سرعة الرياح، واستقرار الغلاف الجوي، فضلًا عن تماسك التربة نتيجة التساقط المطري النسبي.

مع بداية فصل الربيع، ولا سيما في شهر آذار (٠,٩ يوم) ونيسان (١,٦ يوم)، يبدأ نشاط العواصف الغبارية بالتصاعد نتيجة ازدياد سرعة الرياح الانتقالية، وتراجع الغطاء النباتي الموسمي، وارتفاع درجات الحرارة، مما يسهم في تفكك التربة السطحية وسهولة تعريتها.

أما الذروة السنوية فتُسجل خلال فصل الصيف، إذ بلغ المعدل الأعلى في تموز (٣,١ يوم) يليه حزيران (٢,٩ يوم) وآب (٢,٧ يوم). ويُعزى ذلك إلى سيادة الرياح الشمالية الغربية الجافة (الرياح الشَّمالية)، وارتفاع درجات الحرارة الشديدة، وجفاف التربة الكامل، إضافة إلى الأنشطة البشرية مثل تدهور الأراضي الزراعية وتقلص المساحات الخضراء.

اما فصل الخريف، تبدأ معدلات العواصف الغبارية بالانخفاض التدريجي، إذ سجل شهر أيلول (١,٨ يوم) ثم تشرين الأول (١,١ يوم) وتشرين الثاني (٠,٦ يوم)، ويعود السبب في ذلك الى تراجع شدة الرياح، وانخفاض درجات الحرارة، وبداية تحسن الخصائص الفيزيائية للتربة مع أولى الحالات التساقط المطري.

اذ يعكس هذا النمط الموسمي للعواصف الغبارية التأثير المشترك للعوامل المناخية (الحرارة، الرياح، الرطوبة) والعوامل البيئية والبشرية (التصحر، تدهور الغطاء النباتي، سوء إدارة الأراضي). كما يؤكد أن محافظة بابل تُعد من المناطق الحساسة للتغيرات المناخية، خاصة في فصلي الربيع والصيف، مما يستدعي تعزيز إجراءات الإدارة المستدامة للأراضي، والتوسع في الأحزمة الخضراء، والحد من مصادر الغبار المحلية.

ب . الغبار العالق:

يتكون من دقائق الغبار الجافة الدقيقة الصغيرة المتبقية عالقة في الجو لبضع أيام خفيفة السرعة او ساكنة وتتسبب بانخفاض قليل بمدى الرؤية لايقل عن (٤كم) ويتكون بصورة رئيسية من دقلئق الطين والغرين الصغيرة الحجم

الغبار العالق له القدرة على البقاء بالهواء أيام عديدة بسبب صغر حجم صغر حجم ذرات الغبار وهو في المرحلة التي تسبق حدوث ظاهرتي العواصف الترابية والغبار المتصاعد

ومن فيزيائية انتقال ذرات العالق(التعليق)يحدث عندما ترتفع جزيئات الغبار في الهواء بوساطة تيارات الرياح، حيث من الممكن ان يؤدي ذلك الى أعمدة من الغبار(أعمدة غبارية)محملة لمسافة بعيدة عن منطقة المصدر اذا كانت الجزيئات المحملة صغيرة بما يكفي من الغبار وكذلك التيارات الهوائية عالية بما تكفي لتبقى الجزيئات معلقة.(١١)

وقد صنفت الدراسات العلمية المواد التي تحملها الرياح الى قسمين:

١ ـ ذرات الغبار DUST

تتألف من مواد ترابية او رملية صغيرة في حجمها يتراوح قطرها بين (١٠٠-٥٠٠)مايكرومتر والمايكرومتر يساوي ٠,٠٠٠١ ملم حيث ان تلك الجزيئات من الغبار لا تبقى في الجو هي تترسب على سطح الأرض بتأثير الوزن وجاذبية الأرض عندما تهدا الرياح بساعات في حين تبقى الذرات الصغيرة جدا (١٠٠ مايكرومتر)بين (١-٥ يوم)عالقة في الهواء.

٢ . الجسيمات (AEROSOLS)

تتباين احجام الجسيمات كثيرا فيتراوح قطرها بين ٠,٠٠٠١ وعدة عشرات من الماكروميترات وقد تصل بعضها الى (١٠٠)مايكرومتر ولا يبقى منها عالق في الجو الا من كانت حجمها اقل من (٣٠ مايكرومتر) حيث يصل مدة بقائها في الهواء الى عدة أيام واسابيع وشهور وأيضا تصل الى سنوات هذه الجسيمات يعود وجودها الى عوامل طبيعية او نشاط بشري منها من تحافظ على الخصائص الكيميائية وينتج الكثير منها عن تأكسد المركبات العضوية(VOCS).

جدول (٧) المعدلات الشهرية والسنوية للغبار العالق (يوم) لمحطة الحلة للمدة من (٢٠١٣.٢٠٢٣)

الشهر	الغبار العالق
كانون الثاني	٢،٧
شباط	٥,٢
اذار	٨,٨
نيسان	٨,٩
مايس	١٢,١
حزيران	١٠,٠
تموز	١٠,٠
اب	٥,٨
ايلول	٥,٥
تشرين الاول	٥,٤
تشرين الثاني	١,٩
كانون الاول	١,٣
المعدل السنوي	٧٧,٦

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء والارصاد الجوي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

يتبين من خلال جدول رقم (٧) البيانات الشهرية للغبار العالق رقم( ) وجود تباين كبير على مدار الأشهر السنوية مما يعكس التأثير الواضح للعوامل المناخية والموسمية في تحديد مستويات الغبار العالق في الجو اذ سجل شهر كانون الثاني قيمة منخفضة بلغت (٢,٧) وهي من القيم المتدنية مقارنة ببقية الأشهر ويعزى ذلك الى انخفاض درجات الحرارة وزيادة الرطوبة النسبية وقلة العواصف الغبارية إضافة

الى استقرار الظروف الجوية .كما استمر هذا الانخفاض خلال شهر شباط اذ بلغت قيمة الغبار العالق (٥,٢).

مع الانتقال الى فصل الربيع بدأت تراكيز الغبار العالق بالارتفاع التدريجي حيث سجل شهري (اذار ونيسان) قيمة(٨,٩) وهذا يشير الى بداية النشاط الغباري المرتبط بتغيرات الطقس وازدياد سرعة الرياح .

بلغت التراكيز اعلى مستوياتها خلال شهر مايس اذ وصلت الى(١٢,١) وهي اعلى قيمة مسجلة خلال السنة ويعزى ذلك الى اشتداد العواصف الترابية وجفاف التربة وارتفاع درجات الحرارة ،وهي عوامل معروفة بزيادة تركيز الغبار العالق .

اذ يستمر الارتفاع النسبي في فصل الصيف خلال شهري (حزيران وتموز) بقيمة بلغت (١٠,٠) مما يدل على استمرار الظروف الملائمة لتكون الغبار وانتشاره في الجو ويفسر ذلك باستمرار الجفاف وقلة الهطول المطري وازدياد النشاط الريحي رغم اختلاف شدة الغبار بين أيام الشهر.

اما في شهر اب فقد انخفضت التراكيز الى (٥,٨) مايشير الى تراجع نسبي في معدلات الغبار مقارنة بالأشهر السابقة واستمر هذا الانخفاض خلال شهر (أيلول ،تشرين الأول)بقيمة (٥,٥، ٥,٤) وهذا يعكس الانتقال التدريجي نحو فصل الخريف وتحسن الاستقرار الجوي نسبيا وسجل انخفاض انخفاض حاد في تراكيز الغبار العالق خلال شهري تشرين الثاني وكانون الأول حيث بلغ نسبة (١,٩، ١,٣) وهي ادنى قيمة مسجلة خلال السنة ويعود السبب في ذلك الى زيادة الرطوبة النسبية وانخفاض درجات الحرارة وقلة العواصف الغبارية.

اذ من الممكن ربط تباين تراكيز الغبار العالق في محافظة بابل بخصائصها المناخية والجغرافية فالموقع ضمن السهل الرسوبي واتساع الأراضي الزراعية في زيادة قابلية تطاير الغبار ولاسيما خلال فصل الربيع وبداية الصيف حيث ترتفع درجات الحرارة وتزداد سرعة الرياح الشمالية الغربية وتسجيل اعلى القيم خلال اشهر نيسان ومايس وتموز في المقابل انخفضت التراكيز خلال اشهر الشتاء والخريف نتيجة انخفاض نتيجة انخفاض درجات الحرارة وازدياد الرطوبة والهطول المطري مما حد من تطاير الغبار وهذا يعكس التاثير الواضح للعوامل المناخية المحلية في محافظة بابل على مستوى الغبار العالق.

ج . الغبار المتصاعد

يُعدّ الغبار المتصاعد من أبرز الظواهر البيئية والمناخية التي تشهدها المناطق الجافة وشبه الجافة، ومن بينها محافظة بابل، لما يرتبط به من تأثيرات واضحة في عناصر المناخ والأنشطة البشرية المختلفة. ويُقصد بالغبار المتصاعد تلك الجزيئات الدقيقة من التربة والمواد المفككة التي تُثار من سطح الأرض نتيجة تأثير العوامل المناخية، ولاسيما الرياح، وتبقى معلقة في طبقات الجو الدنيا لفترات زمنية متفاوتة تبعًا لشدة الرياح وحجم الجزيئات وخصائص السطح الأرضي.

اذ تتأثر ظاهرة الغبار المتصاعد بعدة عوامل مناخية، يأتي في مقدمتها سرعة الرياح واتجاهها، إذ تؤدي الرياح النشطة إلى تفكك التربة السطحية ونقل دقائقها لمسافات قد تكون محدودة أو واسعة، بحسب الظروف الجوية السائدة. كما تسهم درجات الحرارة المرتفعة وقلة التساقط المطري في زيادة جفاف التربة وضعف تماسكها، الأمر الذي يجعلها أكثر عرضة للإثارة الغبارية، ولاسيما خلال فصلي الربيع والصيف. في المقابل، يؤدي ارتفاع الرطوبة الجوية وهطول الأمطار إلى زيادة تماسك التربة والحد من تصاعد الغبار (١٢).

ففي منطقة الدراسة تزداد حدة الغبار المتصاعد نتيجة تضافر العوامل المناخية مع الخصائص الطبيعية والبشرية، مثل طبيعة التربة الرسوبية المفتتة، وقلة الغطاء النباتي، وتوسع الأنشطة الزراعية والعمرانية، التي تسهم في تعرية التربة وزيادة قابليتها للإثارة. ولا تقتصر آثار الغبار المتصاعد على الجانب المناخي فحسب، بل تمتد لتشمل الجوانب الصحية والبيئية والاقتصادية، إذ يؤدي إلى تدني مدى الرؤية الأفقية، وتأثيرات سلبية في صحة الإنسان، فضلًا عن تأثيره في الإنتاج الزراعي والبنى التحتية.

وعليه، فإن دراسة الغبار المتصاعد تمثل محورًا أساسيًا لفهم العلاقة بين الخصائص المناخية والظواهر الغبارية في محافظة بابل، وتسهم في وضع الأسس العلمية اللازمة للتقليل من آثار هذه الظاهرة والتعامل معها بصورة مستدامة.

جدول (٨) المعدلات الشهرية والسنوية للغبار المتصاعد (يوم) لمحطة الحلة للمدة من (٢٠١٣-٢٠٢٣)

الشهر	الغبار المتصاعد
كانون الثاني	١,٥
شباط	٣,١
اذار	٥,٧
نيسان	٥,٦
مايس	٦
حزيران	٧
تموز	٧,٨
اب	٣,٩
ايلول	٢,٧

تشرين الاول	٢,٢
تشرين الثاني	٠,٨
كانون الاول	٠,٩
المجموع السنوي	٤٦,٩

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل ،الهيئة العامة للأنواء والارصاد الجوي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٤.

يتضح من الجدول رقم (٨) المعدلات الشهرية للغبار المتصاعد في محطة الحلة خلال المدة (٢٠١٣–٢٠٢٣) تباينًا موسميًا واضحًا في عدد أيام حدوث هذه الظاهرة، وهو ما يعكس التأثير المباشر للعناصر المناخية، ولاسيما سرعة الرياح ودرجات الحرارة والرطوبة والتساقط المطري. إذ يتضح أن عدد أيام الغبار المتصاعد يزداد تدريجيًا مع الانتقال من فصل الشتاء إلى الربيع، ليبلغ ذروته خلال أشهر الصيف، ثم ينخفض مجددًا مع دخول فصل الخريف.

سجلت أدنى المعدلات الشهرية للغبار المتصاعد خلال أشهر تشرين الثاني وكانون الأول بواقع (٠,٨ و٠,٩ يوم) على التوالي، تليها كانون الثاني (١,٥ يوم)، ويُعزى ذلك إلى زيادة الرطوبة النسبية نسبيًا، وانخفاض درجات الحرارة، فضلًا عن تأثير التساقط المطري الذي يسهم في تثبيت دقائق التربة والحد من إثارة الغبار.

بينما تشهد أشهر الصيف أعلى معدلات الغبار المتصاعد، إذ سُجِّلت الذروة في شهر تموز بواقع (٧,٨ يوم)، تلاه حزيران (٧,٠ أيام) ومايس (٦,٠ أيام). ويرتبط هذا الارتفاع بارتفاع درجات الحرارة، وشدة الجفاف، وانخفاض الرطوبة، إلى جانب زيادة نشاط الرياح الشمالية الغربية، التي تؤدي دورًا رئيسيًا في إثارة ونقل دقائق الغبار من الأسطح المكشوفة.

أما خلال فصل الربيع، ولاسيما في شهري آذار ونيسان، فتسجل معدلات الغبار المتصاعد قيمًا مرتفعة نسبيًا (٥,٧ و٥,٦ أيام)، وهي فترة انتقالية تتسم بعدم استقرار الأوضاع الجوية، وزيادة سرعة الرياح، مما يعزز فرص حدوث الظواهر الغبارية، خاصة مع استمرار جفاف التربة وضعف الغطاء النباتي.

اذ يبلغ المعدل السنوي لأيام الغبار المتصاعد في محطة الحلة نحو (٤٦,٩ يومًا)، وهو ما يشير إلى تكرار ملحوظ لهذه الظاهرة خلال السنة، ويعكس حساسية المنطقة للظروف المناخية المواتية لإثارة الغبار. كما ينسجم هذا التوزيع الموسمي مع أنماط سرعة الرياح المسجلة في المنطقة، مما يؤكد وجود علاقة طردية بين زيادة نشاط الرياح وارتفاع عدد أيام الغبار المتصاعد.

ثانيا: التحليل الإحصائي والعلاقات الارتباطية لعناصر المناخية والظواهر الغبارية

يُعد التحليل الإحصائي من الأدوات الأساسية لفهم طبيعة العلاقات بين العواصف الترابية والعناصر المناخية المؤثرة فيها، ولا سيما في المناطق الجافة وشبه الجافة مثل محافظة بابل. ولغرض تحديد قوة واتجاه هذه العلاقات، تم اعتماد أسلوب الانحدار الخطي المتعدد لقياس أثر مجموعة من المتغيرات المناخية،

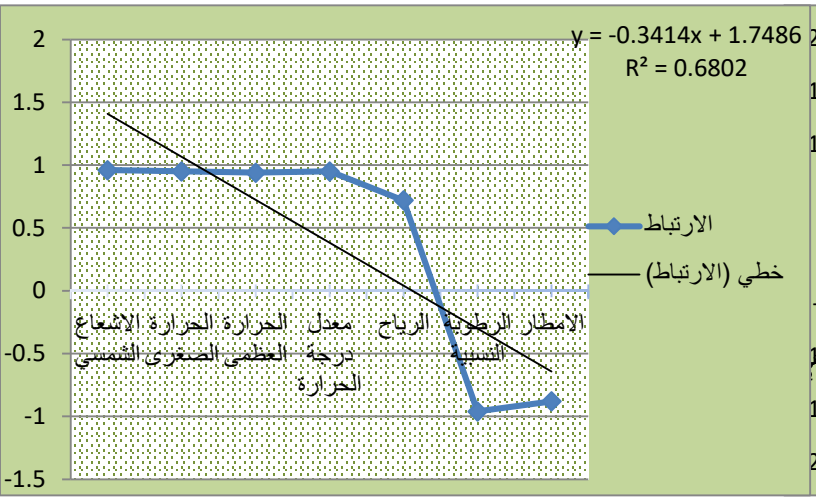
شملت درجة الحرارة، وسرعة الرياح، وكميات التساقط المطري، والرطوبة النسبية، في تكرار العواصف الترابية خلال مدة الدراسة (٢٠١٣–٢٠٢٣). ويسهم هذا الأسلوب في تفسير التباين المكاني والزماني للظاهرة، وتحديد المتغيرات الأكثر تأثيرًا، بما يدعم التحليل العلمي ويعزز نتائج البحث في إطار التغيرات المناخية السائدة في المنطقة.

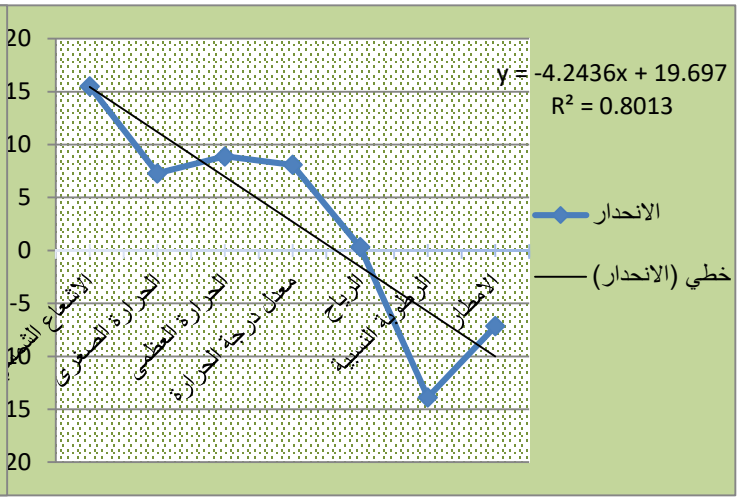
الجدول (٩) العلاقات الارتباطية الاحصائية للعناصر المناخية والظواهر الغبارية في محطة الدراسة للمدة من ٢٠١٣ . ٢٠٢٣

العنصر المناخي	العواصف الغبارية			الغبار العالق			الغبار المتصاعد		
	الارتباط	الانحدار	التفسير	الارتباط	الانحدار	التفسير	الارتباط	الانحدار	التفسير
الاشعاع الشمسي	0.96	15.50	0.93	−0.96	−1.06	0.91	0.86	6.03	0.74
الحرارة الصغرى	0.95	7.29	0.91	−0.97	−0.51	0.94	0.63	2.09	0.39
الحرارة العظمى	0.94	8.88	0.89	−0.98	−0.63	0.95	0.63	2.56	0.39
معدل درجة الحرارة	0.95	8.08	0.90	−0.97	−0.57	0.95	0.63	2.33	0.39
الرياح	0.72	0.33	0.53	−0.66	−0.02	0.43	0.96	0.19	0.93
الرطوبة	−0.96	−13.87	0.92	1.00	1.00	1.00	−0.76	−4.79	0.58
الامطار	−0.88	−7.15	0.78	0.94	0.53	0.89	−0.69	−2.45	0.48

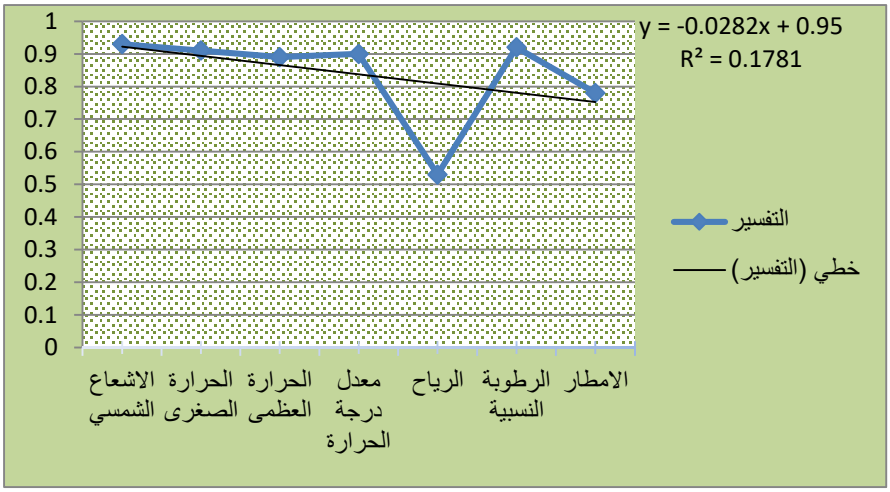
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات المحطة المناخية في محافظة بابل للمدة من ٢٠١٣.٢٠٢٣.

الاشكال رقم (١) العلاقة الاحصائية للارتباط والانحدار والتفسير للعواصف الغبارية مع العناصر المناخية

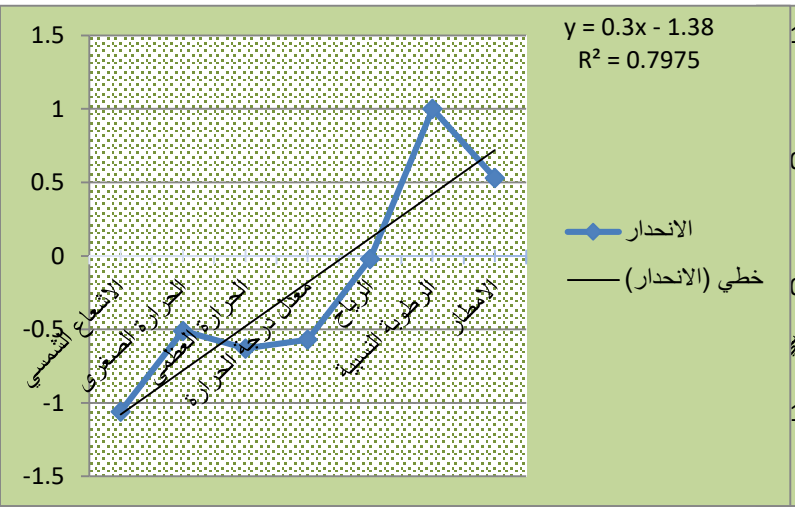


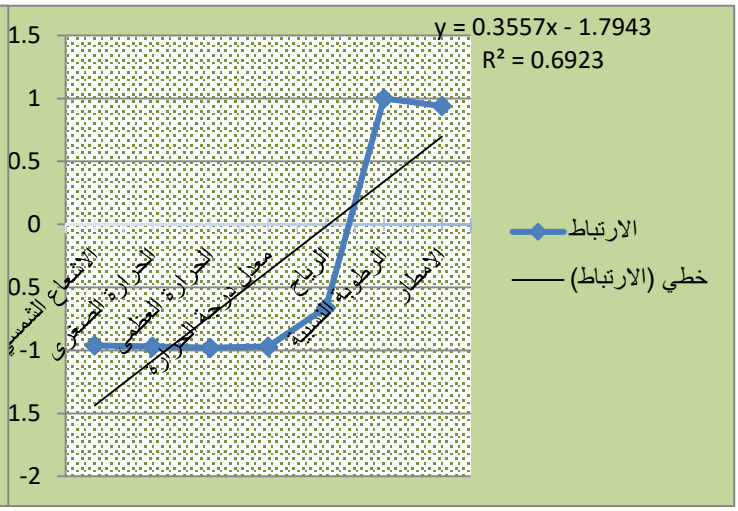


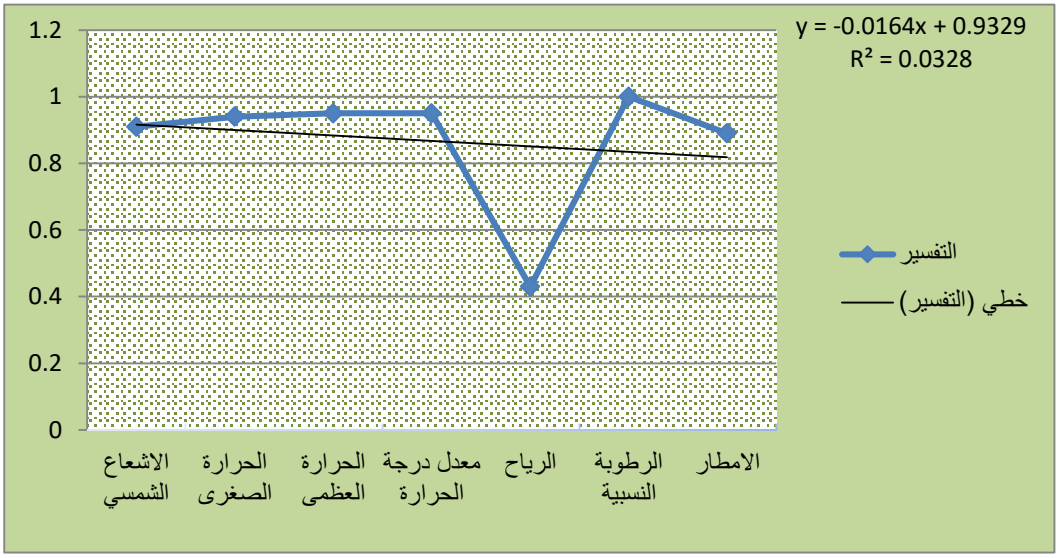
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول رقم (٩).



الاشكال رقم (٢) العلاقة الاحصائية للارتباط والانحدار والتفسير للغبار العالق مع العناصر المناخية

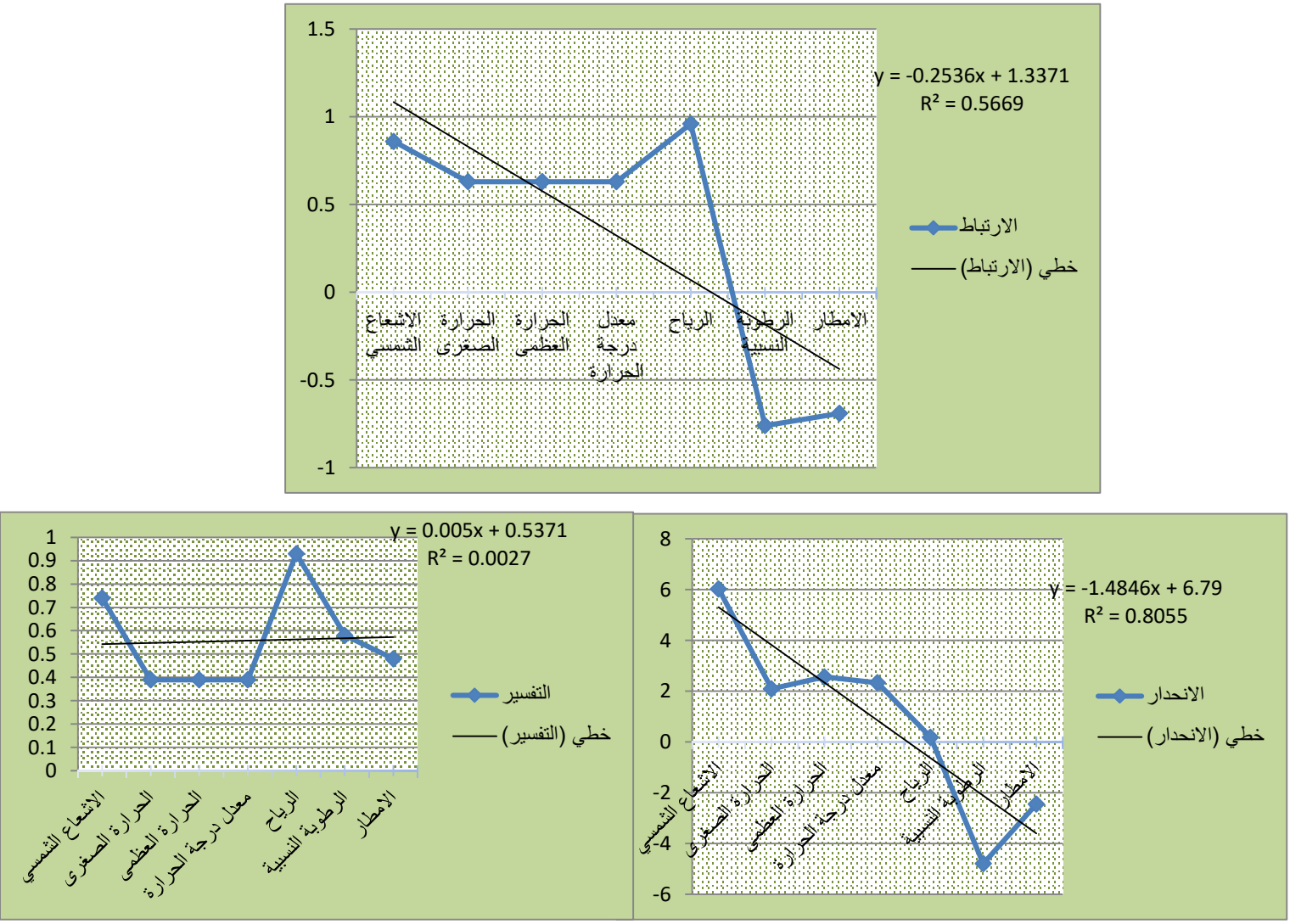






المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول رقم (٩)

الاشكال رقم (٣) العلاقة الاحصائية للارتباط والانحدار والتفسير للغبار المتصاعد مع العناصر المناخية



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جدول رقم (٩)

يُظهر الجدول رقم (٩) والاشكال رقم (١ و ٢ و٣) ان طبيعة العلاقة الارتباطية بين العناصر المناخية المختلفة والظواهر الغبارية (العواصف الغبارية، الغبار العالق، والغبار المتصاعد) في محطة الدراسة للمدة (٢٠١٣–٢٠٢٣)، من خلال معاملات الارتباط ومعادلات الانحدار وقيم التفسير، والتي تعكس درجة مساهمة كل عنصر مناخي في تفسير تباين الظواهر الغبارية.

أولاً: الإشعاع الشمسي

تبيّن النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة قوية جداً بين الإشعاع الشمسي والعواصف الغبارية (٠,٩٦)، إذ يفسر هذا العنصر نحو (٩٣%) من تباين العواصف، ويُعزى ذلك إلى دور الإشعاع الشمسي في زيادة التسخين السطحي ورفع معدلات عدم الاستقرار الحراري، مما يهيئ الظروف المناسبة لنشوء العواصف الغبارية.

في المقابل، ظهرت علاقة ارتباط سالبة قوية بين الإشعاع الشمسي والغبار العالق (−٠,٩٦)، وهو ما يشير إلى أن زيادة الإشعاع تسهم في تقليل بقاء الجسيمات العالقة في الجو نتيجة زيادة الخلط الرأسي وتشتت الجسيمات الدقيقة. أما الغبار المتصاعد فقد أظهر علاقة موجبة قوية (٠,٨٦)، مما يعكس دور الإشعاع في تهيئة سطح التربة لعمليات الانبعاث الغباري.

ثانياً: درجات الحرارة (الصغرى، العظمى، والمعدل)

أظهرت درجات الحرارة بأنواعها الثلاثة علاقات ارتباط موجبة قوية مع العواصف الغبارية تراوحت بين (٠,٩٤–٠,٩٥)، مع قيم تفسير مرتفعة تجاوزت (٨٩%)، ما يدل على أن ارتفاع درجات الحرارة يسهم بشكل مباشر في تعزيز الظروف الديناميكية الملائمة لتشكل العواصف الغبارية.

بينما سُجلت علاقات سالبة قوية جداً بين درجات الحرارة والغبار العالق، إذ بلغت معاملات الارتباط (−٠,٩٧) للحرارة الصغرى و(−٠,٩٨) للحرارة العظمى، وهو ما يعكس انخفاض تراكيز الغبار العالق مع ارتفاع الحرارة بسبب زيادة الاضطراب الهوائي.

أما الغبار المتصاعد فقد أظهر ارتباطاً متوسطاً (٠,٦٣) مع درجات الحرارة، وبقدرة تفسيرية محدودة نسبياً (٣٩%)، مما يشير إلى أن هذا النوع من الغبار يتأثر بعوامل إضافية إلى جانب الحرارة.

ثالثاً: الرياح

تُظهر الرياح علاقة ارتباط موجبة متوسطة مع العواصف الغبارية (٠,٧٢)، ما يدل على دورها في نقل وإثارة الغبار دون أن تكون العامل المسيطر الوحيد.

في حين سُجلت علاقة سالبة متوسطة مع الغبار العالق (−٠,٦٦)، وهو ما يمكن تفسيره بتشتت الجسيمات العالقة عند زيادة سرعة الرياح.

أما الغبار المتصاعد فقد أظهر ارتباطاً موجباً قوياً جداً (٠,٩٦) مع الرياح، مع قدرة تفسيرية مرتفعة (٩٣%)، مما يؤكد أن الرياح تُعد العامل الحاسم في عمليات رفع الغبار من سطح الأرض.

رابعاً: الرطوبة

سُجلت علاقة ارتباط سالبة قوية جداً بين الرطوبة والعواصف الغبارية (-٠,٩٦)، إذ تفسر الرطوبة نحو (٩٢%) من تباين هذه الظاهرة، ويُعزى ذلك إلى دور الرطوبة في تماسك حبيبات التربة وتقليل قابليتها للانبعاث.

في حين أظهرت الرطوبة علاقة ارتباط موجبة تامة مع الغبار العالق (١,٠٠)، وهو ما يشير إلى أن زيادة الرطوبة تسهم في بقاء الجسيمات الدقيقة عالقة في الجو لفترات أطول.

أما الغبار المتصاعد فقد ارتبط بالرطوبة بعلاقة سالبة متوسطة (-٠,٧٦)، ما يعكس تأثير الرطوبة في الحد من عمليات تصاعد الغبار من السطح.

خامساً: الأمطار

أظهرت الأمطار علاقة ارتباط سالبة قوية مع العواصف الغبارية (-٠,٨٨)، إذ تفسر (٧٨%) من تباينها، نتيجة دور الأمطار في ترطيب التربة وتقليل نشاط العواصف.

في المقابل، ظهرت علاقة موجبة قوية مع الغبار العالق (٠,٩٤)، وهو ما يمكن تفسيره ببقاء بعض الجسيمات الدقيقة العالقة في الجو في فترات ما بعد الهطول، خاصة في الحالات الخفيفة.

أما الغبار المتصاعد فقد أظهر علاقة سالبة متوسطة (-٠,٦٩)، مما يؤكد الدور الكابح للأمطار في تقليل انبعاث الغبار من السطح.

ونستنتج مما سبق أن الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة تُعد من أكثر العناصر المناخية تأثيراً في العواصف الغبارية، في حين تمثل الرياح العامل الأساسي في الغبار المتصاعد، بينما تؤدي الرطوبة النسبية والأمطار دوراً كابحاً لنشاط العواصف والغبار المتصاعد، مع تأثير واضح في زيادة الغبار العالق. وتعكس هذه العلاقات الطبيعة المركبة للظواهر الغبارية وتداخل العوامل المناخية في التحكم بها خلال مدة الدراسة في محافظة بابل.

نتائج الدراسة

١. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود علاقة ارتباط قوية بين الإشعاع الشمسي وتكرار العواصف الغبارية في محطة الدراسة، مما يعكس دور الإشعاع الشمسي في تهيئة الظروف البيئية الملائمة لحدوث هذه الظاهرة من خلال زيادة التسخين السطحي وجفاف التربة.

٢. بينت الدراسة أن درجات الحرارة الصغرى والعظمى ومعدل درجة الحرارة ترتبط بعلاقات طردية واضحة مع العواصف الغبارية، وهو ما يدل على أن الارتفاع الحراري يسهم في تعزيز عمليات التبخر وتجفيف التربة وزيادة قابلية السطح الأرضي للتعرية الريحية.

٣ . أوضحت النتائج أن سرعة الرياح تمثل العامل الأكثر تأثيرًا في ظاهرة الغبار المتصاعد، نظرًا لدورها المباشر في إثارة دقائق التربة ورفعها من السطح، في حين كان تأثيرها أقل وضوحًا في الغبار العالق، مما يشير إلى اختلاف آليات تشكّل الظواهر الغبارية.

٤ . أظهرت الرطوبة النسبية علاقة عكسية قوية مع العواصف الغبارية والغبار المتصاعد، مما يعكس دورها في زيادة تماسك التربة والحد من تطاير دقائقها، في حين ارتبطت الرطوبة بعلاقة موجبة مع الغبار العالق، نتيجة بقاء الجسيمات الدقيقة معلقة في الأجواء الرطبة.

٥. بينت النتائج أن كميات الأمطار ترتبط بعلاقات عكسية واضحة مع العواصف الغبارية والغبار المتصاعد، لما للأمطار من دور في ترطيب التربة وتثبيت دقائقها، في حين يمكن أن يتزامن الغبار العالق مع بعض الفترات التي تعقب الهطول المطري.

٦. أكدت الدراسة أن الظواهر الغبارية في منطقة الدراسة ناتجة عن تفاعل مركب بين عدة عناصر مناخية، تتصدرها العناصر الحرارية والإشعاعية في العواصف الغبارية، والعنصر الريحي في الغبار المتصاعد، مقابل تأثير أوضح للعناصر الرطوبية في الغبار العالق.

قائمة المصادر

١. القريشي ،ضياء الدين عبد الحسين عويد،٢٠٠٨،الخصائص الحرارية للجزء الأوسط والجنوبي من السهل الرسوبي في العراق. رسالة ماجستير، كلية التربية (ابن رشد)،جامعة بغداد ،بغداد،العراق،ص٩٩.

٢. wolf.A.Weihe,Heat Balance of man in Radiation to health .The Climate and Human.

٣. عبد العزيز طريح شرف، مناخ الكويت، مطبعة الاسكندرية،١٩٨١، ص٦٧.

٤ . علي احمد غانم، الجغرافيا المناخية،دار الميسرة للنشر والتوزيع ،عمان، الاردن، ٢٠٠٧،ص٥١.

٥. عادل سعيد الراوي ،أمطار العراق(دراسة في التحليل الكمي)،مجلة جامعة الأنبار للعلوم الانسانية والاقتصادية، العدد الثالث، تشرين الثاني، ٢٠٠٢،ص٥.

٦. فاضل باقر الحسني، الاساليب الحديثة في تصنيف مناخ العراق، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، المجلد التاسع ١٩٧٦،ص٧١.

٧. علي احمد غانم، المناخ التطبيقي ،دار الميسرة للطباعة، عمان، الاردن، ٢٠٢٠، ص٩١.

٨. السكندر ادليمولينو، الانسان والبيئة ،ترجمة، جورج قاضي،العويدات للنشر،لبنان، بيروت ،٢٠٠٨،ص١٤.

٩.كاظم عبد الوهاب الاسدي،تكرار منخفض الهند الموسمي فوق العراق واثره في تحديد اتجاهات الرياح السطحية، مجلة الجمعية الجغرافية، العدد٣٧، ١٩٩٨ ،ص٢.

١٠. تغريد احمد عمران القاضي، اثر المنخفضات في طقس العراق،اطروحة دكتوراه،كلية التربية جامعة بغداد،٢٠٠٦،ص٣٢.

١١محمد قاسم عبد الحسين ،ظاهرة الدفيئة واثارها على بعض اوجه النشاط البشري في محافظة بابل، رسالة ماجستير،كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة بابل، ٢٠١٠،ص١٠٠.

١٢. تغريد احمد عمران القاضي، اثر المنخفضات في طقس العراق،اطروحة دكتوراه،كلية التربية جامعة بغداد، ٢٠٠٦،ص٣٦.