(الظواهر المناخية المؤثرة في النقل الجوي والحلول المقترحة لها باستخدام الذكاء الاصطناعي)

أ.م .د رفل حسين نجم
قسم الجغرافيا /كلية التربية للعلوم الإنسانية
جامعة بابل
hum.rafal.hus@uobabylon.edu.iq
الباحثة :ضحى حازم بخيت
قسم الجغرافيا /كلية التربية للعلوم الإنسانية
جامعة بابل
hduha931@gmail.com

المستخلص:
تعد الظواهر المناخية ذات تأثير واضح على النقل الجوي وتتمثل بظواهر عديدة أهمها الظواهر الغبارية والمتمثلة بالعواصف الغبارية والغبار العالق والغبار المتصاعد فضلاً عن العواصف الرعدية وموجات الحر وموجات البرد وتسبب هذه الظواهر تلكؤ حركة الملاحة الجوية وتأخير أو تأجيل الرحلات واحياناً الغاؤها مما يسبب خسائر اقتصادية لشركات الطيران ،وتعد الظواهر الغبارية اكثر هذه الظواهر تأثيراً على حركة الطائرات لما تسببه من ضعف في مدى الرؤيا فإذا كان مدى الرؤيا اقل من 1000 متر فسوف يؤدي ذلك الى اغلاق الأجواء اذ يصدر تقرير الى شعبة الانواء الجوية داخل المطار الى الملاحة وقسم التنبؤ يذكر فيه مدى الرؤيا والحالة الجوية المسببة لتردي مدى الرؤيا من ثم تغلق الأجواء وتؤجل الرحلات ،يتكون البحث من اطار نظري (مقدمة ومشكلة وفرضية ،وهدف البحث ،ومنهج البحث ،وهيكلية البحث) فضلاً عن الاستنتاجات والتوصيات والمصادر ،ويتناول البحث مفهوم الظواهر الغبارية والعوامل المسببة لها وانواعها واثرها على النقل الجوي فضلاً عن العواصف الرعدية ومراحل نشوؤها وانواعها واكثر هذه الأنواع أثراً على النقل الجوي وحركة الطائرات كذلك موجات الحر والبرد ،فضلاً عن ذلك فإن البحث يتناول إيجاد الحلول المناسبة للتقليل من اثر الظواهر المناخية باستخدام الذكاء الاصطناعي .

(Climate phenomena affecting air transport and Proposed solutions using artificial intelligence)

Abstract

Climate phenomena have a clear impact on air transport and are represented by many phenomena, the most important of which are dust phenomena represented by dust storms, stuck dust and escalating dust as well as thunderstorms, heat waves and cold waves. These phenomena cause the air navigation movement, delay or postpone flights, and sometimes their abolition, which causes economic losses to airlines, and the dust phenomena are more of these Phenomena affects the movement of aircraft because of its weakness in the range of vision. , And the structure of the research) in addition to the conclusions, recommendations and sources, and the research deals with the concept of dust phenomena and the factors that cause them and their types and their impact on air transport as well as thunderstorms and their stages and their types and their types and more of these types affect air transport and aircraft movement as well Artificial.

أولا –المقدمة :

يتضمن البحث الظواهر الغبارية والعوامل التي تسبب تلك الظواهر وما تتضمنه من عواصف غبارية وغبار عالق وغبار متصاعد والعواصف الرعدية ودورة حياتها والمراحل التي تمر بها وهي مرحلة (النشوء و النضج و الاضمحلال او التلاشي)وكذلك يتضمن البحث أنواع الزوابع الرعدية التي تتعرض لها منطقة الدراسة وموجات الحر والبرد وتوزيعها التكراري الشهري والسنوي لمحطات الدراسة ويتضمن البحث أيضاً استخدام الذكاء الاصطناعي لإيجاد الحلول للمشاكل التي قد تواجه منطقة الدراسة عند تعرضها لتلك الظواهر المناخية .

ثانياً–المشكلة:

١–هل تؤثر الظواهر المناخية التي تتعرض لها منطقة الدراسة على النقل الجوي ؟

٢–كيف يستخدم الذكاء الاصطناعي في مواجهة الظواهر المناخية المؤثرة على النقل الجوي ؟

ثالثاً –الفرضية:

١–نعم تؤثر الظواهر المناخية التي تتعرض لها منطقة الدراسة على النقل الجوي .

٢–يستخدم الذكاء الاصطناعي في تحليل كميات هائلة من البيانات المناخية للتنبؤ بالظواهر الجوية الخطرة وذلك باستخدام نماذج التعلم الآلي وتحليل الصور الجوية وتحسين مسارات الطيران والتحكم الذكي في الحركة الجوية كما يستخدم الذكاء الاصطناعي للإنذار المبكر عن الأعطال .

رابعاً– هدف البحث:

يهدف البحث الى توضيح الظواهر المناخية التي تتعرض لها منطقة الدراسة وأثرها على نشاط حركة الملاحة الجوية وماهي أكثر الظواهر تأثيراً على النقل الجوي ،ويهدف البحث الى توظيف الذكاء الاصطناعي في مواجهة الظواهر المناخية المؤثرة على النقل الجوي والتقليل من أثرها .

خامساً–منهج البحث:

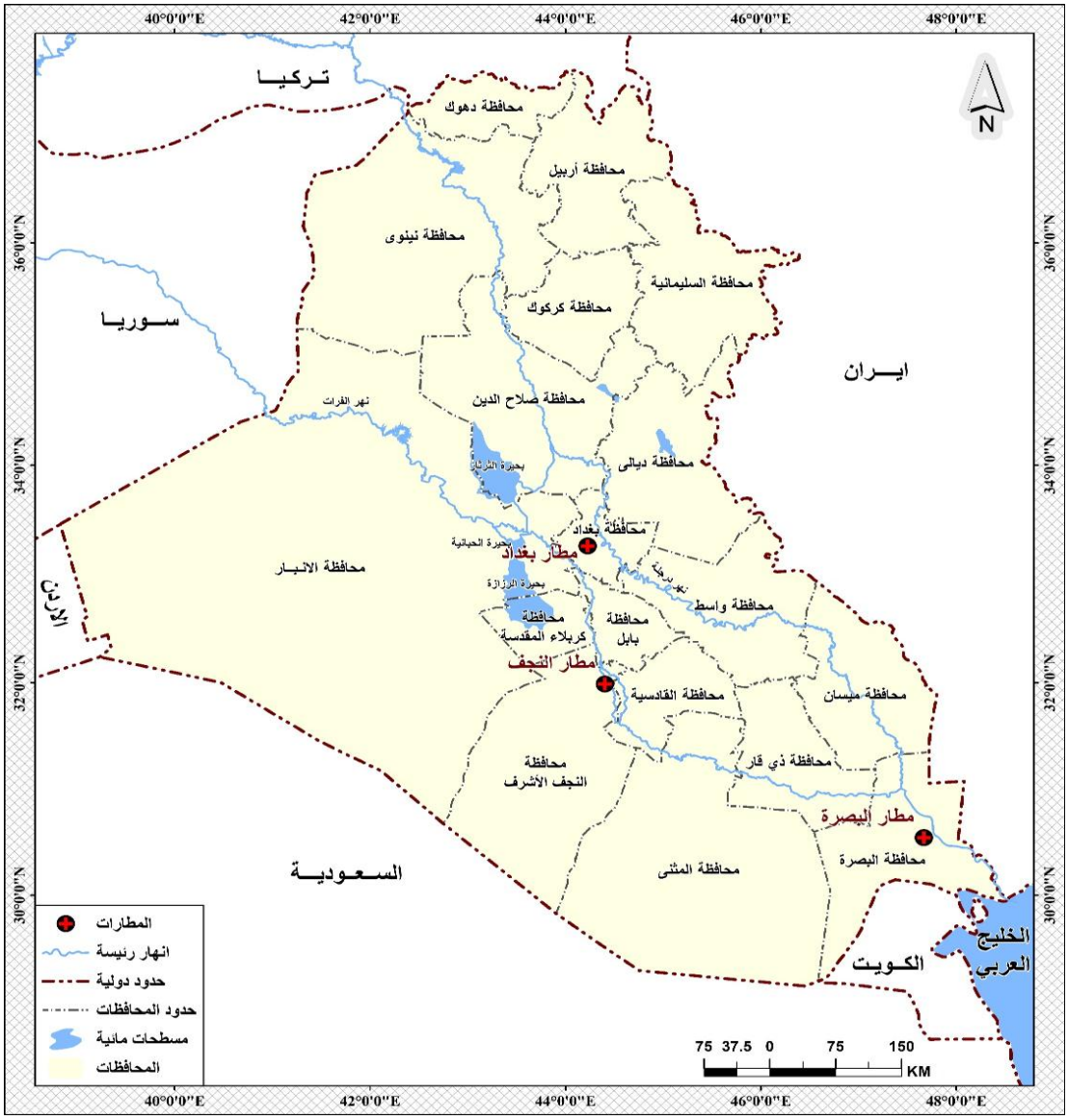
تم الاعتماد على المنهج الاستقرائي في كتابة البحث للوصول الى هدف البحث.

سادساً–الحدود الزمانية والمكانية للبحث:

تتمثل الحدود الزمانية للبحث بالمدة من ٢٠١٢ لغاية ٢٠٢٢ اما الحدود المكانية فتتمثل بمواقع مطارات بغداد والنجف والبصرة اذ يقع مطار بغداد غرب العاصمة بغداد على بعد 16 كم وعلى دائرة عرض (33°

"53.9 ′15)شمالاً وخط طول ("32.9 ′ 13 °44) شرقاً ([1]) أما مطار النجف الاشرف فيقع في الجنوب الشرقي من مدينة النجف الاشرف على بعد 10كم وعلى دائرة عرض ("18.4 ' 59 °31) شمالاً وخط طول ("11.8 '24 °44) شرقاً ([2]) أما مطار البصرة الدولي فإنه يقع في الشمال الغربي من مدينة البصرة في منطقة أبي صخير ،ويبعد عن مركزها حوالي(20) كم ،ويقع على دائرة عرض (' 32 °30 50.6")شمالاً وخطي طول ("4.5 ' 40 °47) شرقا ([3])

خريطة (١) مواقع مطارات (بغداد والنجف والبصرة)



[1] -علي جمعة فاضل السعيد ،النقل الجوي في مطار البصرة الدولي للمدة (2003 -2018)،رسالة ماجستير (غير منشورة)،كلية التربية للعلوم الإنسانية ،جامعة البصرة ، 2019،ص63-64 .

[2] -ماجد السيد ولي محمد ،الخصائص المناخية لمحافظة البصرة ،موسوعة البصرة الحضارية (١) المحور الجغرافي ،جامعة البصرة ،1988،ص 52 -51

[3] -علي جمعة فاضل السعيد ، النقل الجوي في مطار البصرة الدولي للمدة (2003 -2018)، مصدر سابق ،ص63-64

المصدر :بالاعتماد على ١- وزارة التخطيط العراقية ،2024 .برامج Arc GIS 10.8

الظواهر المناخية المؤثرة في النقل الجوي :

أولا الظواهر الغبارية :(Dust Phenomena)

يقصد بها وجود غبار أو أتربة أو رمال عالقة في الجو بنوعية وكثافة وكمية متباينة إذ تسبب تعكر صفاء الجو وتلوث الهواء وتقلل مدى الرؤيا [٤]،وترتبط هذه الظواهر بشكل عام بارتفاع سرعة الرياح إلى أن تبلغ السرعة اللازمة لحمل الرمال والاتربة إلى أعلى ،وعندها يطلق عليها الرياح الحرجة (Critical wind) **،وهناك عوامل متعددة تساعد على نشاط هذه الظواهر تتمثل في[٥] :**

١- وجود سطح جاف تغطيه مفتتات ناعمة ومفككة ويندر فيه الغطاء النباتي.

٢- قوة الاشعاع الشمسي وشدته وارتفاع في درجات الحرارة وانخفاض في الضغط الجوي ونشوء تيارات هوائية صاعدة محملة بالأتربة والرمال لارتفاعات ومسافات معينة تعتمد على سرعة الرياح واستمرارها.

٣- ظهور حالات عدم استقرار للجو وذلك لمرور جبهات باردة على المنخفضات الجوية إذ الهواء الساخن.

٤- هبوط تيارات باردة من أعلى التروبوسفير الى سطح الأرض.

بينت بعض الدراسات أن ظاهرة الغبار يمكن أن تحدث في جو مستقر وأحياناً في جو غير مستقر ففي الجو المستقر يتولد الغبار عندما تسود الانقلابات الحرارية على ارتفاع (٥٠٠-١٠٠٠)متر، إذ يهبط الهواء من الطبقات العليا وتعمل هذه الانقلابات الحرارية على احتفاظ سطح الأرض بالغبار وعندما يكون الجو غير مستقر فإن الغبار يثار بواسطة الجبهات الهوائية الباردة بعد مرورها فوق الصحاري إذ ترتبط بالمنخفضات الجوية وتزداد سرع الرياح التي تعمل على انتشار ذرات الغبار على مساحات كبيرة وارتفاعات عالية من سطح الأرض [٦].

وتنشط الظواهر الغبارية في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية مثل منطقة الدراسة إذ تقع ضمن منطقة سهلية مستوية ومنبسطة وجافة تكون تربتها مفككة بسبب قلة وجود غطاء نباتي مع قلة في تساقط

---

[٤] -عبد الغني جميل سلطان ،الجو عناصره وتقلباته ،دار الحرية للطباعة والنشر ،بغداد ،١٩٨٥،ص٤٢٩.

[٥] -إيميلي محمد حلمي ،ظواهر الجو الترابية وصحة الانسان في شمال مصر (دراسة في المناخ التطبيقي)المجلة الجغرافية العربية ،العدد ٥١ ،٢٠٠٨،ص٩٢

[٦] -جودت هدايت محمد أحمد ،العواصف الغبارية وعلاقتها مع بعض المتغيرات الانوائية والانماط الساينوبتيكية في محطات مختارة من العراق ،اطروحة دكتوراه ،غير منشورة ،كلية العلوم ،الجامعة المستنصرية ،٢٠١٠،ص١٣

الأمطار فيؤدي ذلك الى حمل الرياح الهابة على هذه المناطق كميات كبيرة من الأتربة إلى المناطق السكنية القريبة فتسبب تدني في مدى الرؤيا (visibility)يصل أحيانا إلى بضعة أمتار وهو يشكل خطراً على النقل [٧]فمثلاً يعاني موقع مطار النجف الاشرف الدولي من ظاهرة العواصف الغبارية إذ يتعرض المطار إلى تكرار حدوثها خلال الفصل الحار مما يؤدي إلى تعليق بعض الرحلات الجوية أو تأجيلها لعدة ساعات بسبب تدني الرؤيا مما يؤدي إلى خسائر اقتصادية لشركات الطيران [٨].

وفي شهري أيار وتشرين الثاني من عام ٢٠٢٣ أغلق المطار ٤ مرات ولكل شهر لمدة ساعتين بسبب حدوث عواصف غبارية أدت إلى انعدام الرؤيا ،وكذلك خلال شهر كانون الثاني حدثت عاصفة غبارية أدت الى اغلاق المطار لمدة ساعتين([٩]).

وتشمل الظواهر الغبارية: ١-العواصف الغبارية ٢-الغبار العالق ٣-الغبار المتصاعد :

١-العواصف الغبارية(Dust Storm):

ترتفع ذرات الرمال والغبار من سطح الأرض في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية في العالم، إذ تكون التربة جافة والغطاء النباتي قليل، وذلك بسبب الرياح القوية ويكون ما يعرف بالعواصف الغبارية، و العواصف الغبارية شائعة في العراق خلال أشهر الصيف ويعود تكرار هذه الظاهرة الجوية إلى ما يأتي: في فصل الصيف، بدءً من شهر مايس وحتى شهر ايلول ، يؤدي غياب الأمطار بشكل كامل، وقلة الغطاء النباتي، ووجود الرياح الشمالية القوية السائدة، إلى تشكل العواصف الغبارية وتعد المنطقة الصحراوية الواسعة داخل العراق والتي تقع غرب نهر الفرات مباشرة وتمتد غرباً نحو صحاري سوريا والسعودية التي تعد المصدر الرئيس لهذه العواصف الغبارية ليس فقط في الصيف بل حتى في الشتاء، وتجلب العواصف الترابية إلى العراق طقساً مصحوباً بارتفاع درجات الحرارة، والرياح القوية، وكميات كبيرة من الغبار، وتتكون العواصف الغبارية في العراق عندما يكون الجو هادئ وشديد الحرارة، ينغلق الأفق بوسادة صفراء ترتفع تدريجياً و ببطء مع تقدم العاصفة ، بعد ذلك يرتفع حائط مائل عالياً جداً ثم يقترب الحائط الغباري كثيراً وتقل حالة الهدوء وفجأة تهب الرياح بقوة واحدة وترتفع من الأرض حبيبات عديدة

---

[٧] -بشائر عبد الرحمان محمد الدليمي ،دراسة العواصف الغبارية في العراق ،رسالة ماجستير ،غير منشورة ،كلية العلوم ،الجامعة المستنصرية ،١٩٨٩،ص١

[٨] -رافد عبد النبي الصائغ ،العواصف الغبارية وتأثيرها على الملاحة الجوية في مطار النجف الأشرف الدولي للمدة من (٢٠٠٩-٢٠١٨)،كلية التربية للعلوم الإنسانية ،جامعة المثنى

[٩] - مقابلة شخصية مع نبيل سلطان الطائي ،رئيس قسم مركز سيطرة العمليات OCC في مطار النجف الاشرف الدولي بتاريخ ١٧/١/ ٢٠٢٤

ومختلفة ،وتحدث غالبية هذه العواصف الغبارية خلال أشهر الصيف الحارة والجافة وتزداد أعدادها وتكرارها من نيسان إلى تشرين الأول ويقل حدوثها بين تشرين الثاني وشباط ،إذ تزداد كمية الأمطار خلال هذه الأشهر ، ويرتبط حدوث العواصف الغبارية في أشهر الشتاء بالجبهات الباردة والعواصف الرعدية ،وتحدث العواصف الغبارية كذلك في الربيع والخريف وتكون مصحوبة مع تقدم وتراجع منخفضات البحر المتوسط ،وتكون العواصف الغبارية من هذا النوع نادرة إلا أنها تعد أكثر خطورة من العواصف التي تحدث صيفاً بسبب التناقص الفجائي في مدى الرؤية ،ومحتمل أن يكون سبب حدوث هذه العواصف في الربيع والخريف هي كثرة حدوث الزوابع الرعدية التي تصاحب تقدم وتراجع منخفضات البحر المتوسط في هذين الفصلين [١٠].

إن سبب تدهور مدى الرؤيا في العواصف الغبارية يعود الى تبعثر الضوء الساقط على الذرات الترابية العالقة في الجو ،إذ كلما زادت حمولة العاصفة الترابية من تلك الذرات نتيجة لزيادة تركزها في السنتيمتر المكعب الواحد من الهواء ،ازداد مدى الرؤيا تدهورا [١١]،وتصل الى العراق عواصف غبارية مترافقة مع منخفض السودان والمرتبطة بمنظومة الخماسين في المدة التي تمتد بين نيسان وحتى نهاية مايس تنتقل بصورة دائرية مع حركة المنخفضات ابتداءً من صحراء سوريا وشرق الأردن الى شمال السعودية باتجاه جنوب العراق ،كذلك تعد صحراء النفوذ والدهناء من المصادر الهامة للعواصف الغبارية في العراق [١٢].

ويرتبط تكون العواصف الغبارية في منطقة الدراسة بالمنخفضات الجوية في البحر الأحمر والبحر المتوسط والمنخفض الهندي الموسمي إذ تتسم المنخفضات بحركة رحوية للهواء نحو المركز ويكون سير هذه المنخفضات بشكل كتلة كبيرة من الهواء والتي تجتاز مساحة واسعة من الأراضي المنبسطة الجافة وتتحرك من الغرب الى الشرق فتحمل الغبار والاتربة والمواد العضوية المفككة والمخلفات الصناعية وتعد الهضبة الغربية مصدراً من مصادر الغبار الذي ينقل من خلال العواصف الغبارية الهابة على منطقة الدراسة [١٣] ،وعلى الرغم من اتساع مشكلة التصحر في مختلف مناطق العراق عامة وفي محافظة البصرة خاصة وهي جزء من منطقة الدراسة إلا أن أعداد العواصف الغبارية يتناقص وبشكل كبير فيها

---

[١٠] – علي حسين الشلش ،ماجد السيد ولي ،عبد الاله رزوقي كربل ،مناخ العراق ،مطبعة جامعة البصرة ،البصرة ،1988، ،ص31–33

[١١] –ماجد السيد ولي محمد، العواصف الترابية في العراق واحوالها ،مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ،مجلد ١٣ ،بغداد ،١٩٨٢،ص٧١

[١٢] –تغريد احمد عمران القاضي ،اثر المنظومات الضغطية السطحية والعليا في تكوين الزوابع الرعدية في العراق ،رسالة ماجستير ،غير منشورة ،كلية الاداب ،جامعة بغداد ،٢٠٠١،ص ٣٦

[١٣] – ماجد السيد ولي محمد ، العواصف الترابية في العراق واحوالها ، مصدر سابق، ص٧٣

مما يبعث على صعوبة تفسير ذلك نظرياً ،إذ تعلق إحدى الدراسات عن هذا الجانب بأن هذا مؤشر لتغير المناخ إلا أن معرفة الأسباب الحقيقية لذلك تحتاج الى مزيد من البحث في سرعة الرياح ومواقع الضغوط المنخفضة في العراق والتي تتحرك الرياح باتجاهها [١٤].

وتقسم العواصف الغبارية الى قسمين :

أ-العواصف الترابية (Dust Strom)

تمثل أحد أشكال المخاطر الطبيعية الخطرة التي تكون فيها سرعة رياح لا تقل عن (٢٥ ميل/ساعة) وتعمل على نقل المواد ذات الاحجام المختلفة وترسيبها ،وتحدث هذه العواصف عند هبوب رياح قوية إذ تعمل على رفع الرمل وقطع صغيرة من الحجر والرواسب المختلفة مشكلة غيوم من الغبار [١٥]وتتكون العاصفة الترابية من الطين والغرين وتصل كثافتها الى ٢،٨ غم/سم٣ ،أما تركيبها الكيميائي فهو كاربونات الكالسيوم واشكالها صفائحية منتظمة والحركة السائدة هي الحركة الدورانية [١٦].

ب-العواصف الرملية (Sand Storm):

تعد هذه العواصف محلية المنشأ، تسببها رياح محلية، ولا تختلف عن العواصف الترابية في أسباب حدوثها، بل تختلف عنها في نوع الجزيئات التي تحملها، إذ يتراوح حجم جزيئات الرمل بين(٨٠ ميكرون -١ ملم)ولا ترتفع هذه الجزيئات عن (١٥م) إلا في حالات نادرة إذ يقتصر ارتفاعها غالباً على الثلاثة أمتار الأولى من سطح الأرض، ويكون مدى الرؤية أقل من (١٠٠٠ م) في العواصف الرملية الخفيفة لكن في العواصف الرملية الشديدة ينخفض مدى الرؤية ليصل إلى (٢٠٠م) ، ويكون مدى الرؤية عاملاً رئيسي في التفريق بين العواصف الرملية والعواصف الترابية ،إذ إنه يقل كثيراً في العواصف الترابية ويصل إلى أقل من (١٠٠ م) في العواصف الترابية الشديدة، وكذلك يمكن القول إن العواصف الترابية تنشأ من التربة المفككة الجافة، على حين العواصف الرملية تنشأ من الكثبان الرملية[١٧] وتتكون العاصفة الرملية

---

[١٤] -كاظم عبد الوهاب الأسدي واخرون ،أثر التغيرات المناخية العالمية في اتجاهات مناخ محافظة ذي قار وانعكاساته الزراعية ،مجلة اداب البصرة ،عدد ٥١، ٢٠١٠ ،ص٢٠٨

[١٥] -Abdul- Mutalib H. Al-Marsoumi and Maher M.M. Al-Asadi , Dust Storms And Their Environmental Impacts at The Northwest Part of Arabian Gulf (Arevlew) , Journal of Iraqi Desert Studies , no2 , 2010 , p44.

[١٦] -زهراء صلاح مهدي الخفاجي ،تقدير تراكيز (pm 10) للعواصف الغبارية في العراق رسالة ماجستير غ .م ،كلية العلوم ،الجامعة المستنصرية ،٢٠٠٧،ص٥

[١٧] -مصطفى فلاح الحساني ،مناخ العراق اسس وتطبيقات ، ط١،دار مسامير للطباعة والنشر ،السماوة ،العراق،2020 ،ص٨٦

من الرمل وكثافتها ٢،٦٥ غم/سم٣ وتركيبها الكيميائي سليكا أو كوارتز وشكلها بيضوي وكروي والحركة السائدة فيها هي القفز والزحف والتعلق [١٨].

٢-الغبار العالق(Suspended dust):

وهي جسيمات عالقة في الجو وتأتي من مصادر مختلفة، مثل غبار التربة الذي يثار بسبب الطقس، مثل عوامل الرياح، والانفجارات البركانية، وتلوث الهواء وتتكون أيضا من جسيمات النيازك المحترقة والعديد من المواد الأخرى التي قد تكون موجودة في البيئة المحلية وتعرف أيضًا بأنها مجموعة من ذرات الغبار العالقة في الهواء نتيجة انخفاض سرعة الرياح تحدث هذه الظاهرة بعد انتهاء العاصفة الغبارية أو الغبار الصاعد ، إذ تبقى الذرات الخفيفة معلقة في الجو لمسافة تتراوح ما بين (١-٥) كم، والغبار العالق يتكون من جزيئات الطين والغرين الدقيقة ذات الوزن الخفيف الذي لا يزيد قطرها عن ١ ميكرون ، مما يجعلها جزيئات مقاومة للجاذبية الأرضية، بالإضافة إلى دور تيارات الحمل الحراري الصاعدة في تعلق هذا الغبار في الجو لمدة معينة ، ويتراوح مدى الرؤية بين ٣-٤ كم [١٩].

٣- الغبار المتصاعد(Rising dust):

تنشأ هذه الظاهرة الجوية من تزايد سرعة الرياح بين (١٥-٢٥كم/ساعة) في طبقة الغلاف الجوي المجاور لسطح الأرض إذ تحدث حالة عدم استقرار بسبب ارتفاع درجات الحرارة وزيادة في سرعة الرياح التي تكون لها القدرة على حمل الذرات لارتفاع يتراوح بين (١٠٠٠-٣٠٠٠م) فوق سطح الأرض [٢٠]،ويمثل احد الظواهر الغبارية التي تنشأ عند التغيرات السريعة التي تحصل في قوة منحدر الضغط الجوي أي عندما تحدث حالة عدم إستقرارية الهواء مما يؤدي الى تكوين دوامات هوائية تسبب رفع جزيئات الغبار الى (١٥) متراً في حالة كون جزيئات الغبار كبيرة أو متوسطة الحجم والرياح ذات سرعة مآبين (١٥-٢٥)كم ،أما إذا كانت الدقائق صغيرة الحجم وتجاوزت سرعة الرياح (٥٠)كم/ساعة فإنها ترتفع الى (١٠٠٠)متر [٢١] ،

---

[١٨] -زهراء صلاح مهدي الخفاجي ،مصدر سابق ،ص٥

[١٩] -مصطفى فلاح الحساني ،مناخ العراق اسس وتطبيقات ،مصدر سابق ،ص ٨٦،٨٧

[٢٠] -علي صاحب الموسوي ،عبد الحسن مدفون ابو رحيل ،علم المناخ التطبيقي ،ط١،كلية التربية للبنات ،جامعة الكوفة ،مطبعة دار الضياء ،2011 ،ص٢٦٧

[٢١] -سليمان عبد الله اسماعيل ،العواصف الغبارية والترابية في العراق (تصنيفها وتحليلها)،مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ،العدد ٣٩، ١٩٩٩،ص١١٥

وتتراوح دقائق الغبار الصاعد بين (١-١٠) ميكرون [٢٢]،وينخفض مدى الرؤية عند تصاعد الغبار الى مسافة وذلك لثقل وزنها ،أما أجسام التراب الصغير فإنها ترتفع لأكثر من (١٠٠٠م)ويستمر الغبار طيلة فترة هبوب الرياح المناسبة لنشوئه [٢٣].

وتؤثر العواصف الغبارية في نشاط حركة الطيران إذ تسبب توقف الرحلات الجوية أو تأجيلها لعدة ساعات ، فيؤدي ذلك الى إرباك مواعيدها ،وتسبب أيضا تزاحم المسافرين في المطارات فضلاً عن أثرها في عمليات إقلاع وهبوط الطائرات إذ تسبب عرقلتها مما يؤدي إلى خسائر اقتصادية لشركات الطيران ،إن سوء الأحوال الجوية الذي تسببه العواصف الغبارية وكذلك الضباب يؤثر في مدى الرؤيا فإذا كان مدى الرؤيا اقل من ١٠٠٠ متر فسوف يؤدي الى إغلاق الأجواء ،إذ يصدر تقرير من شعبة الانواء الجوية داخل المطار الى الملاحة وقسم التنبؤ يذكر فيه مدى الرؤيا والحالة الجوية المسببة لتردي مدى الرؤيا من ثَمّ َتغلق الأجواء وتؤجل الرحلات([٢٤]).

يتكرر حدوث العواصف الغبارية في منطقة الدراسة ويشير الجدول(١٥) والشكل(٢٤) الى أن أكثر الشهور التي حدثت فيها عواصف غبارية هي شهور فصل الصيف إذ سجلت محطة بغداد أعلى معدلات لتكرار حدوث العواصف الغبارية خلال شهور(آذار ،نيسان ،مايس ،حزيران، تموز) وقد بلغت(١.٠ ،١.٢ ،١.٦ ،١.٦ ،١.٣) يوم على التتالي ،أما بقية الشهور وبدءً من شهر آب فشهدت المنطقة انخفاضاً في عدد العواصف الغبارية ،إذ سجلت خلال آب (٠.٣) يوم وأيلول (٠.١) يوم وخلال تشرين الأول والثاني وكانون الأول والثاني فقد سجلت تكراراً للعواصف الغبارية بلغ (٠.٦ ،٠.٠٢ ،٠.٠٨ ،٠.١)يوم على التتالي أما خلال شهر شباط فقد سجلت تكراراً بلغ (٠.٤)يوم ،أما المجموع السنوي فقد بلغ (٨.٣)يوم ، وفي محطة النجف فقد سجل أعلى تكراراً للعواصف الغبارية في شهر نيسان ،إذ بلغ(١.٣)يوم ،وسجل شهر حزيران تكراراً للعواصف الغبارية بلغ (٠.٨)يوم ،وأقل منه شهر مايس إذ سجل (٠.٦)يوم ،أما خلال شهر آذار فبلغ تكرار العواصف (٠.٧)يوم ،وخلال شهر شباط بلغ تكرار العواصف(٠.٣)يوم ،وفي تشرين الأول بلغ (٠.١)يوم ،وخلال شهور أيلول وآب وتموز بلغ تكرار

---

[٢٢] -شذى خليل الجوراني ،الظاهرة الغبارية في العراق ،رسالة ماجستير (غير منشورة)،كلية العلوم ،الجامعة المستنصرية ،١٩٩٠،ص٢٥

[٢٣] -عبد الملك علي الكليب ،مناخ الكويت ،ط٢ ،مطبعة المقهوي ،الكويت ،١٩٨١،ص١٢٩

[٢٤] – مقابلة شخصية مع عدي فارس خيون معاون رئيس رصاد جويين مسؤول رصد بغداد والراديوسوند التابع للهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزالزالي في مطار بغداد الدولي بتاريخ ٢٠٢٤/٣/٨

العواصف (٠.٠٠٥ ،٠.٠٠٢، ٠.٠٠٨)يوما على التتالي ،أما خلال كانون الثاني وكانون الأول فقد سجل تكراراً للعواصف الغبارية بلغ (٠.٠٠٥)يوماً لكلاهما ،أما خلال تشرين الثاني فبلغ التكرار (٠.٠٠٣)يوم ،وقد بلغ المجموع السنوي لتكرار العواصف في محطة النجف (٤.٠٨)يوم،

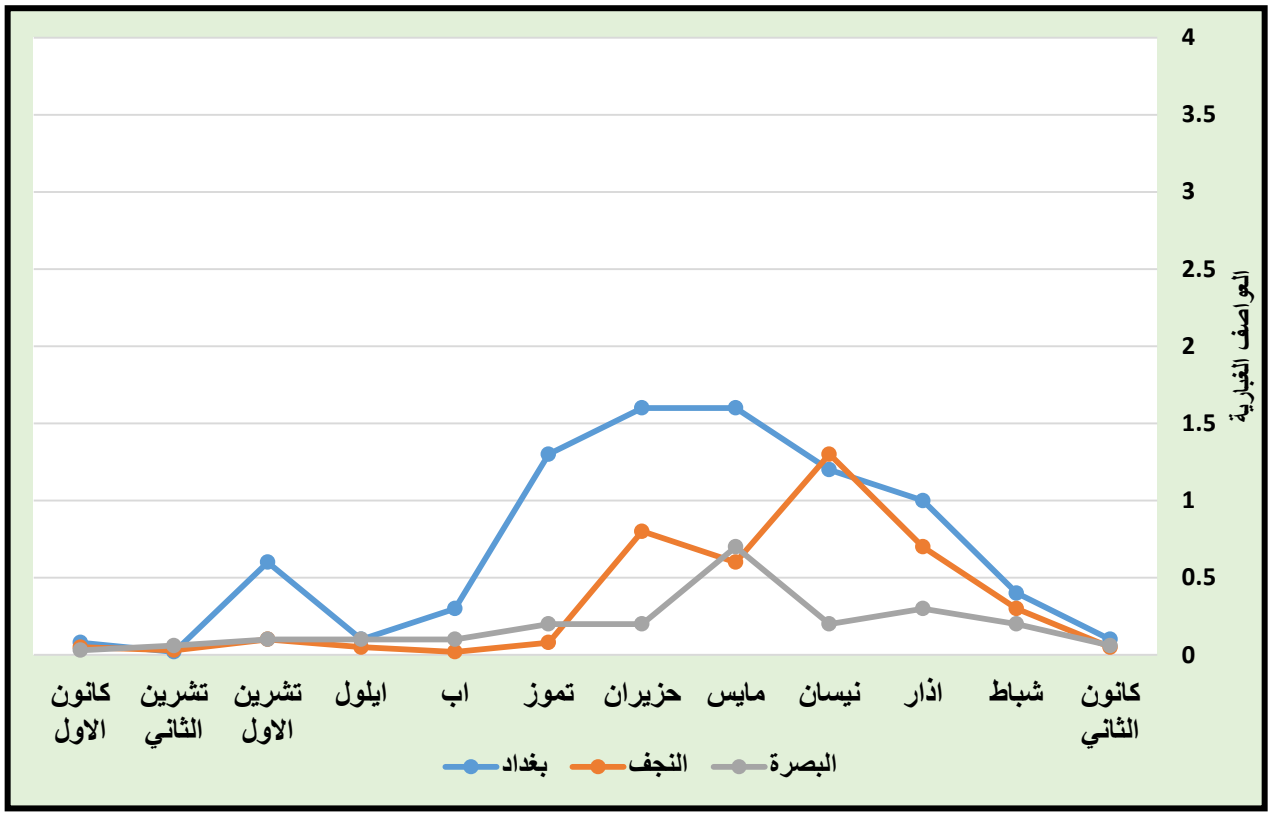
أما في محطة البصرة فقد سجل أعلى تكراراً للعواصف الغبارية خلال شهر مايس وقد بلغ(٠.٧)يوم أما خلال شهر آذار فبلغ تكرار العواصف الغبارية(٠.٣)يوم.

الجدول (١٥)المعدلات الشهرية والمجاميع السنوية للعواصف الغبارية والغبار العالق والمتصاعد لمحطات الدراسة للمدة(٢٠١٢-٢٠٢٢)

المحطة		كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع السنوي
بغداد	العواصف الغبارية	0.1	0.4	1.0	1.2	1.6	1.6	1.3	0.3	0.1	0.6	0.02	0.08	8.3
	الغبار العالق	7.6	8.8	12.7	14.7	20.7	18.9	20.4	18	15.4	13.9	7.8	7.6	١٦٦.٥
	الغبار المتصاعد	1.7	2.1	4.1	4.5	5.1	7.0	9.0	4.5	2.3	2.1	1	1.6	٤٥
النجف	العواصف الغبارية	0.٠٥	0.3	0.7	1.3	0.٦	0.٨	0.08	0.02	0.05	0.1	0.٠٣	0.05	4,08
	الغبار العالق	3.3	5.4	9.7	10.7	12.3	10.8	10.1	6.3	5.1	6.9	3.0	2.2	٨٥.٨
	الغبار المتصاعد	0.8	2.0	3.6	3.0	3.2	5.1	4.9	2.7	1.4	1.1	0.6	0.3	٢٨.٧
البصرة	العواصف الغبارية	٠.٠٦	0.٢	0.3	0.2	0.7	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.06	0.03	2.25
	الغبار العالق	1.4	3.4	3.5	5.0	7.7	6.2	5.0	3.6	2.9	3	1.0	1.1	٤٣.٨
	الغبار المتصاعد	1.2	2.4	4	4.2	5.3	8.5	6.7	4.5	2.8	1.1	1.0	0.5	٤٢.٢

المصدر : جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٣.

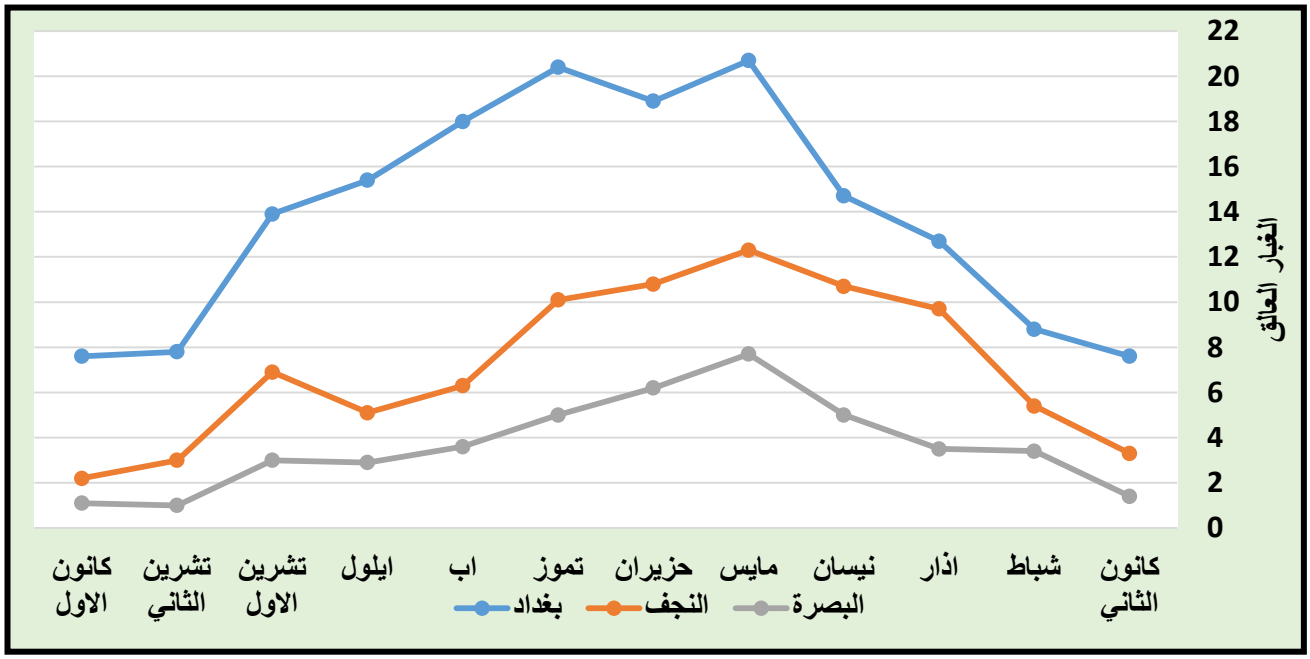
الشكل (٢٤) المعدلات الشهرية للعواصف الغبارية لمحطات الدراسة للمدة(٢٠١٢-٢٠٢٢)



المصدر : بالاعتماد على جدول (١٥)

وخلال شهور تموز وحزيران ونيسان بلغ تكرار العواصف الغبارية (٠.٢)يوم لكل منها ،وخلال (تشرين الأول وأيلول وآب) سجل تكراراً للعواصف الغبارية بلغ (٠.١)يوم لكل منها وفي كانون الثاني وكانون الأول وتشرين الثاني سجل تكرارا للعواصف الغبارية بلغ (٠.٠٦، ٠.٠٣، ٠.٠٦)يوم على التتالي أما المجموع السنوي لتكرار العواصف الغبارية في محطة البصرة فلقد بلغ(٢.٢٥)يوم ،أما الغبار العالق فمن خلال ملاحظة الجدول (١٥) والشكل (٢٥) فنلاحظ أن محطة بغداد سجلت مجموع سنوي بلغ (١٦٦.٥) يوم ،وقد سجلت أعلى تكرارا للغبار العالق خلال شهر مايس والذي بلغ (٢٠.٧) يوم وأقل منه شهر تموز (٢٠.٤)يوم أما خلال الأشهر (آذار ،نيسان ،حزيران ،آب ،أيلول ،تشرين الأول) فبلغ تكرار الغبار العالق خلالها (١٢.٧، ١٤.٧، ١٨.٩، ٨، ١٥.٤، ١٣.٩) على التتالي، ويقل الغبار العالق خلال الفصل البارد من السنة بسبب كثرة الامطار فخلال الأشهر (تشرين الثاني ،كانون الأول ،كانون الثاني ،شباط) بلغ معدل تكرار الغبار العالق (٧.٨، ٧.٦، ٧.٦، ٨.٨) يوم على التتالي ،أما المجموع السنوي فقد بلغ(١٦٦.٥).

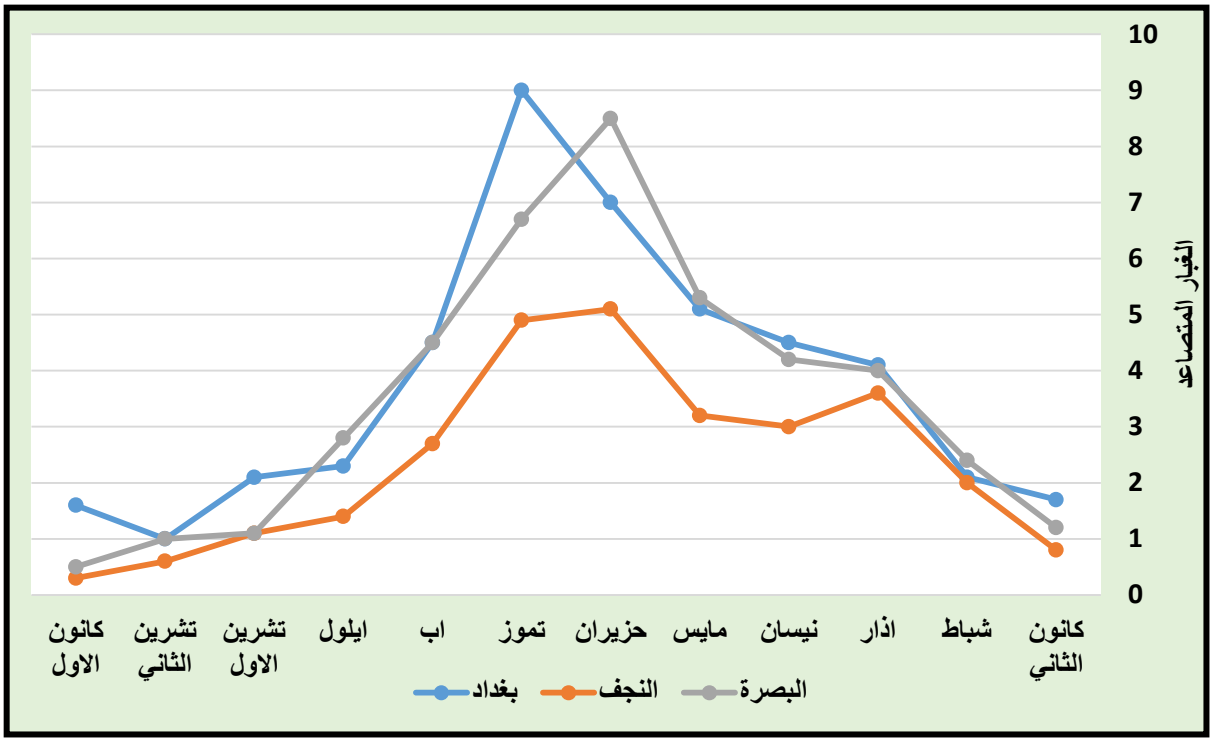
الشكل (٢٥) المعدلات الشهرية والمجاميع السنوية للغبار العالق لمحطات الدراسة للمدة(٢٠١٢-٢٠٢٢)



المصدر : بالاعتماد على جدول (١٥)

وفي محطة النجف بلغ أعلى تكرار للغبار العالق(١٢.٣) يوم وكان خلال شهر مايس ويليه أشهر نيسان ،حزيران، تموز و بلغ تكرار الغبار العالق خلالها (١٠.٧، ١٠.٨ ،١٠.١) يوم على التتالي ، ثم أشهر آذار ، تشرين الأول ،آب ،شباط ،أيلول ،كانون الثاني ،تشرين الثاني ،كانون الأول (٩.٧، ٦.٩، ٦.٣، ٥.٤، ٥.١، ٣.٣، ٣.٠، ٢.٢) يوم على التتالي وبلغ المجموع(٨٥.٨)يوم ، أما محطة البصرة فسجل أعلى تكرار للغبار العالق في شهر مايس (٧.٧) يوم أما بقية الأشهر (حزيران ،تموز ، آب ،أيلول ،تشرين الأول ،تشرين الثاني ،كانون الأول ،كانون الثاني ،شباط ،آذار ،نيسان فبلغ تكرار الغبار العالق (٦.٢ ، ٥.٠ ، ٣.٦، ٢.٩، ٣، ١.٠ ، ١.١، ١.٤، ٣.٤ ، ٣.٥ ، ٥.٠)يوم على التتالي ،أما المجموع السنوي فبلغ(٤٣.٨)يوم ،أما الغبار المتصاعد فمن الجدول (١٥) والشكل (٢٦) نلاحظ أن محطة بغداد سجلت أعلى تكرار له خلال شهر تموز وقد بلغ (٩.٠) يوم وخلال الأشهر آب ،أيلول ،تشرين الأول ،تشرين الثاني ،كانون الأول ،كانون الثاني ،شباط ،آذار ،نيسان ،مايس ،حزيران فبلغ (٤.٥، ٢.٣ ، ٢.١ ، ١، ١.٦، ١.٧، ٢.١، ٤.١، ٤.٥، ٥.١، ٧.٠) يوم على التتالي وقد بلغ المجموع السنوي ٤٥ يوم ،وفي محطة النجف سجل أعلى تكراراً للغبار المتصاعد خلال شهر حزيران ،إذ بلغ (٥.١) يوم وأقل منه شهر تموز والذي بلغ (٤.٩) يوم وخلال الأشهر آذار و نيسان ومايس بلغ تكرار الغبار المتصاعد (٣.٦، ٣.٠، ٣.٢).

الشكل (٢٦) المعدلات الشهرية والمجاميع السنوية للغبار المتصاعد لمحطات الدراسة للمدة(٢٠١٢-٢٠٢٢)



المصدر :الباحثة بالاعتماد على جدول (١٥)

يوم على التتالي أما خلال بقية الأشهر فقد سجل تكراراً أقل فخلال شهر آب بلغ التكرار (٢.٧) يوم وفي أيلول ، تشرين الأول والثاني ،كانون الأول والثاني ،شباط بلغ تكرار الغبار المتصاعد (١.٤ ،١.١ ،٠.٦ ،٠.٣ ،٠.٨ ،٢.٠) يوم على التتالي أما المجموع السنوي فقد بلغ (٢٨.٧) يوم ، وفي محطة البصرة بلغ أعلى تكرار للغبار المتصاعد (٨.٥) يوم وكان خلال شهر حزيران أما خلال تموز وآب فقد بلغ (٦.٧ ،٤.٥) يوم على التتالي وخلال بقية الأشهر أيلول وتشرين الأول والثاني وكانون الأول والثاني وشباط وآذار ونيسان ومايس فقد بلغ (٢.٨ ،١.١ ،١.٠ ،٠.٥ ،١.٢ ،٢.٤ ،٤ ،٤.٢ ،٥.٣) يوم على التتالي ،أما المجموع السنوي لتكرار الغبار المتصاعد لمحطة البصرة فقد بلغ (٤٢.٢) يوم .

نستنتج من ذلك أن أعلى معدل للعواصف الغبارية فضلاً عن الغبار العالق والمتصاعد سجل في محطة بغداد قياساً بمحطتي النجف والبصرة ويعود السبب إلى عدة عوامل منها هبوب الرياح الشمالية الغربية على مدينة بغداد والتي تنشط وبشكل ملحوظ خلال وقت الظهيرة ،ويعود السبب الى عامل عدم الاستقرار للهواء الذي يلامس سطح الأرض وتشكل الرياح الشمالية الغربية نسبة (٢٩.٢%) في محافظة بغداد إذ تعتبر الرياح السائدة في المحافظة وإن هذه الرياح عندما تدخل الأراضي العراقية تمر على الهضبة الغربية والتي

تكون تربتها جافة وغير متماسكة بسبب قلة الامطار وانخفاض الرطوبة مع قلة او انعدام الغطاء النباتي فيها ،إذ تمثل ممولاً رئيساً لهذه الرياح ،فضلاً عن كونها تأتي محملة بالغبار أيضا من بادية الشام ،وتزداد سرعة هذه الرياح بسبب انبساط الأراضي وعدم وجود عوائق تضاريسية تقلل من سرعتها ،ويعود سبب سيطرة الرياح الشمالية الغربية على بغداد ،بسبب المرتفع الآزوري (الضغط العالي الآزوري)إذ يجعل المحافظة في حالة من اللااستقرارية خلال فصل الصيف بسبب مجاورة المنخفض الحراري ،وأن جفاف فصل الصيف في بغداد يكون أحد العوامل المهمة المسببة لهبوب العواصف الغبارية عليها، بسبب الأنظمة الضغطية وما ينتج عنها من حالة اللااستقرارية خلال فصل الصيف وسيادة الجفاف وارتفاع درجات الحرارة ،إضافة الى أن ارتفاع درجة الحرارة صيفاً يمنع من وصول الهواء الى نقطة الندى ،وإن الضغط العالي شبه المداري الموجود على ارتفاع (١٠٠- ١٥٠٠) متر فوق سطح الأرض يعيق صعود الهواء السطحي ،لذلك فإن فصل الصيف يكون خالياً من الغيوم ،فضلاً عن تراجع أمواج روسبي في طبقات الجو العليا إلى الشمال من موقعها ،و سيطرة المنخفض الهندي الموسمي على المحافظة صيفاً ووجود الانبعاجات الضغطية ضمن المستوى الضغطي (٥٠٠ ملي بار) تساعد على جفاف صيف بغداد إذ يعمل على إعاقة التصعيد والتكاثف ،إن انسحاب المرتفع الآزوري نحو الأجزاء الغربية للبحر المتوسط يعود الى ارتفاع درجات الحرارة صيفاً ويعمل ذلك في إعاقة المنخفضات الجوية وعرقلتها من التوجه نحو شرق البحر المتوسط وهذا الامر يجعل صيف محافظة بغداد جافاً الامر الذي يزيد من حدوث العواصف الغبارية[٢٥].

ثانيا : العواصف الرعدية(Thunderstorms)

تعد العاصفة الرعدية ظاهرة جوية عنيفة تستمد تسميتها من ما يقترن بها من رعد وما يرافقها من برق وصاعقة وما يصاحبها من هطولات مطرية غزيرة تسبب الفيضانات والسيول ،فضلاً عن هطول البرد الذي قد يترك آثار سلبية على البيئة الجوية بسبب قوته وغزارته في بعض الأحيان وهي سحابة ضخمة تميل إلى السواد في لونها وإلى جبل شاهق في شكلها وامتدادها الرأسي ، والتي هي ما عرفت ب أسم سحب الركام المزني كومولونيمبوس (cb)[٢٦].

وتدل هذه العواصف على حالة اضطراب عنيفة في الجو وعلى حالة عدم استقرار شديد في الجو وتوفر رطوبة عالية لذلك لابد من وجود قوة رفع شديدة للهواء الرطب لتشكل سحب العواصف الرعدية ،وتبدأ

---

[٢٥] – يونس كامل علي الركابي ، أثر بعض عناصر المناخ في حدوث العواصف الغبارية في محافظة بغداد (للمدة –1979 2009)،رسالة ماجستير ،غير منشورة ،كلية التربية (ابن رشد)،جامعة بغداد ،2010،ص 72–71

[٢٦] –علي حسن موسى ،العواصف الرعدية برق ،صاعقة ،رعد ،الطبعة الاولى ،دار نينوى للدراسات والنشر والتوزيع ،دمشق،٢٠٠٩،ص١٥

حركات الصعود في الهواء الرطب حتى تشكل السحب ذات النمو الشاقولي ففي المرحلة الأولى تتشكل سحب الركام (كومولوس) التي تتطور بنشاط حركة الصعود وامتدادها الرأسي الى سحب الركام المزني (غيوم العواصف الرعدية)،لكن هذا ليس بالضرورة ان تتطور السحابة الركامية الكومولوس الى سحابة ركامية مزنية (اكومولونيمبوس) ،وقد بينت العديد من حالات الرصد لسحب العواصف الرعدية انما تتألف من حجيرة أي خلية عاصفة (cell) أو أكثر وقد تتكون حجيرة واحدة من عدة سحب ركامية مزنية وتميل الحجيرات المتجاورة الى الاندماج مع بعضها ، وتمثل كل حجيرة مركزا للهطول والفاعلية الكهربائية والسرعات الرأسية العالية للهواء وكل حجيرة تمر بدورة حياة معروفة ومحددة وتتألف كل دورة حياة من ثلاث مراحل :

١- **مرحلة النشوء (Ddeve Loppimgs)** او ما تعرف بمرحلة الكومولوس (Cumulus Stage) /هناك بعض المؤثرات التي تسبق تكون سحابة العاصفة الرعدية ،إذ تسمى هذه المرحلة بمرحلة قبيل العاصفة إذ يكون الجو حاراً خانقاً في فترة الصباح (بعد شروق الشمس بساعتين) وما أن تزداد الحرارة ارتفاعاً لتصل إلى أقصى ارتفاع في ساعات بعد الظهيرة إذ تبدأ ولادة السحابة الرعدية ،إذ يعتبر الارتفاع الشاذ في درجة الحرارة خلال فترة ما قبل الظهيرة ورطوبة الهواء مؤشرين على أن العاصفة الرعدية ستتشكل قريباً وبعد أن تميل الشمس عن وضعها العمودي وتشتد الحرارة وتزداد الرطوبة ويبدو كأنه ضباب خفيف ليخيم على المنطقة ولكنه سرعان ما يتمدد نحو الأعلى وينتشر بكثافة أعظم ليتخذ شكل سحابة ركامية (cumulus) نتيجة لنشاط حركة الصعود الهوائي ، وباستمرار حركة صعود الهواء يزداد نحو السحابة الى الأعلى وتصبح تدريجياً داكنة اللون وتتحول الى سحابة عاصفة رعدية تحجب الشمس وتهب رياح دافئة تندفع تحت السحابة إذ مركز المنطقة الضغط الواطئ التي تكونت بفعل ارتفاع الهواء وتسيطر حركات صعود الهواء بشكل تام ضمن الحجيرة وإن الجزء الأكبر من هواء الحجيرة السحابية يأتي من جهة سطح الأرض ،مع جزء بسيط يتدفق من الجوانب ويستغرق تكون الحجيرة مدة تتراوح بين (١٠-١٥)دقيقة ويترافق نمو هذه الحجيرة بنمو مكونات السحابة المائية وعندما تصبح احجام مكوناتها كبيرة بشكل كافي ،ويصبح وزنها كبيراً إذ يعجز الهواء الصاعد عن حملها معه ،فتحاول الهبوط بسبب ثقلها لتسحب في أثناء هبوطها جزءاً من هواء الحجيرة بعدها تدخل الحجيرة بداية مرحلة النضج.

٢- **مرحلة النضج(Matura stage)**/ تكون العاصفة الرعدية خلال هذه المرحلة في أقصى درجات فعاليتها، إذ تتطور الحجيرة السابقة الى حجيرة السحابة الركامية المزنية ،و يصبح الحد العلوي لها على ارتفاع نحو(١٠-١٥كم)ويمكن أن يصل ارتفاعها الى(١٨ كم)إن هذه التيارات الهوائية

الصاعدة تبدأ بالخمود عند هذه الارتفاعات وتتكون البلورات الجليدية وتبدأ بالسقوط الى الأسفل عبر السحابة ساحبة معها الهواء البارد هبوطاً ويأخذ الهواء الهابط مع قطرات الماء الهابطة بالتبريد بسبب تبخر جزء من القطرات الهاطلة إذ يصبح أثقل من الهواء خارج الحجيرة ،إن جزء من هواء السحابة يرتفع بسرعة عظمى ،على حين جزء متزايد منه يهبط بمعدلات قصوى ،ويكثر حدوث الرعد والبرق ويكون الهطول على أغزره ،وإن درجة حرارة الهواء الهابط أقل نسبياً من درجة حرارة الهواء الذي يحيط بالسحابة ،إن التيارات الهابطة تبدأ من الطرف الأيمن لقمة السحابة وتكون درجة الحرارة خلالها (-٢٠) م وعند هبوطها فإنها تتقوى وهي خارجة من قاعدة السحابة لتصطدم بسطح الأرض بقوة وتكون بشكل رياح عاصفة ويحمل الهواء الهابط معه قطرات مائية كبيرة تهطل بشدة وكثافة واحياناً يتساقط معه البرد وتبدأ التيارات الصاعدة تخمد وهنا تدخل السحابة في مرحلة التلاشي ،إن الطائرة في هذه المرحلة عندما تطير ضمن العاصفة الرعدية تتعرض للارتفاعات والانخفاضات بشكل مفاجئ ويعتمد هذا على كيفية دخول العاصفة والمستوى الذي تجتازه الطائرة من العاصفة فإن اجتازتها من الجزء العلوي لها إذ تسود التيارات الصاعدة فقط والتي تكون أقل شدة فسيكون التأثير أقل حدة ،وتعد هذه المرحلة من أخطر المراحل على الرغم من أن مدتها قصيرة ،إذ تتراوح بين (١٥-٣٠)دقيقة ويعود السبب الى الارتفاع الشاهق الذي تبلغه قمة سحب الركام المزني (Cb) ،إذ يتراوح بين (١٠-١٥كم)وأيضا يعود السبب للتغيرات الفجائية في الأحوال الجوية السطحية والعليا ولاسيّما الدوامات الهوائية العنيفة التي تحدث داخل العاصفة الرعدية .

٣- **مرحلة الانحلال (التلاشي أو التبدد Dissipating)**/في هذه المرحلة تسود التيارات الهابطة وتتلاشى التيارات الصاعدة في كافة أجزاء السحابة مع ضعف كبير في شدة الهطول ،وانخفاض في شدة التيارات الهابطة وأيضا ضعف في الكفاءة الكهربائية وكل هذا مؤشر على تلاشي العاصفة الرعدية وذلك لأنه مع التيارات الهابطة التي ترتفع حرارتها من تلقاء نفسها عند نزولها ،يحدث انخفاض في نسبة الرطوبة فيها ،وانقطاع في هطول الامطار ، وانحسار السحب [٢٧]،وبعد أن تسقط السحب أمطارها بغزارة فإن الهبوط الهوائي يؤدي الى غلق مساحة كبيرة من قاعدة السحابة ،ويستمر في ذلك حتى يحجب بخار الماء الصاعد من التدفق [٢٨]وتتحول مكونات السحابة الى بخار ماء مع بقاء القليل منها مرتفعاً -سحب طبقية متقطعة وسحب ركامية سفلية متفرقة ،وفي نهاية هذه

[٢٧] -علي حسن موسى ، العواصف الرعدية برق ،صاعقة ،رعد ،مصدر سابق ،ص٦١-٦٥

[٢٨] -مطيرة خويتم المطيري ،العواصف الرعدية وأحوال الطقس المصاحبة في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية (دراسة مناخية)،مجلة العلوم العربية و الإنسانية ،المجلد (١١)،العدد(٢)،جامعة القصيم ،٢٠١٧،ص١١٣٨-١١٣٩

المرحلة يعود الغلاف الجوي الى الاستقرار ،أي أن درجة حرارة الحجيرة تعود الى درجة حرارة الهواء المحيط بها تقريباً وعلى سطح الأرض تختفي كافة علامات العاصفة الرعدية والتيارات الهابطة وتتراوح مدة هذه المرحلة ما بين (٣٠-٥٠)دقيقة عند هذه النقطة تبدأ العاصفة الرعدية في التبدد ،وقد دفعت الرياح العلوية شديدة السرعة الجزء العلوي من سحابة الركام المزني الى الأمام ،بحيث تظهر على شكل سندان [٢٩].

وتتعرض منطقة الدراسة الى نوعين من الزوابع الرعدية وهي :

١- **الزوابع الرعدية التي تتكون بفعل تيارات الحمل التصاعدية نتيجة التسخين المحلي** :ترتفع درجات الحرارة لطبقة الهواء الملامس لسطح الأرض خلال أشهر آذار ونيسان ومايس فتشتد معها عملية التوصيل مما يؤدي الى رفع الهواء الدافئ نحو الأعلى فتتولد نتيجة ذلك حالة عدم استقرار ويرتبط نشاط تيارات الحمل التصاعدية خصوصاً خلال شهري آذار ومايس بتكرار الجبهات الهوائية الباردة وهبوب الرياح الشمالية الغربية في أعقاب المنخفض الجوي العميق الذي يعبر العراق متجها نحو الشرق فتتبدد السحب وتميل الرياح الى الاعتدال فيؤدي ذلك الى ارتفاع درجات الحرارة بفعل زيادة الاشعاع الشمسي لطول ساعات النهار وصفاء السماء فتنشط حركة رفع الهواء الدافئ الرطب نحو الأعلى إذ توجد طبقة سميكة من الهواء البارد والذي يمثل كتلة هوائية باردة والتي تعقب مرور المنخفض الجبهوي ونتيجة لذلك تتشكل السحب الركامية الرعدية الممطرة والتي تعد مصدراً لتيار هوائي بارد هابط يمثل تياراً غربياً ترافقه رياح شمالية غربية لا تلبث أن تتحول إلى رياح جنوبية شرقية بعد انقطاع المطر وانقشاع السحب .

٢- **الزوابع الرعدية الناتجة عن المنخفضات الجوية:** والتي تتمثل في ثلاثة أنواع النوع الأول زوابع رعدية ترافق الجبهة الدافئة إذ يحدد بطؤ حركة الجبهة واستقرارها فوق هواء بارد من تحرك تيارات الحمل الصاعدة التي تساعد على تكوين السحب الرعدية فينتج عن ذلك قلة حدوثها وتتهيأ ظروف تساعد على تكون الزوبعة الرعدية التي تنشط في سحب قواعدها ذات ارتفاعات عالية ويقل نتيجة ذلك أيضا سرعة زيادة تقدم الهواء الدافئ في مقدمة المنخفض الجوي [٣٠] ،أما النوع الثاني فيتمثل بالزوابع الرعدية التي ترافق القطاع الدافئ وتحدث عندما يتعرض القطاع الدافئ لغزو الهواء البارد

---

[٢٩] -علي حسن موسى ،العواصف الرعدية برق ،صاعقة ،رعد ،مصدر سابق ،ص٦٦

[٣٠] -رافد عبد النبي إبراهيم الصائغ ،العناصر المناخية والظواهر المرافقة وتأثيرها على واقع ومستقبل النقل الجوي في العراق ،مصدر سابق ،ص٢١٤-٢١٥

المتقدم في مؤخرة المنخفض الجوي بسرعة أكبر من تقدم قطاع الجبهة نفسه فينتج عن ذلك حدوث ثغرات في الهواء البارد تأخذ مكانها في طبقات الجو العليا ويمكن لهذا الهواء أن يتقدم لمسافة (١٦٠-٢٤٠) كيلومترا أمام خط الجبهة داخل القطاع الدافئ وعند ذلك يغوص هذا الهواء رافعاً الهواء الواقع أسفله مما يسبب حدوث زوبعة رعدية ، وهناك نوع ثالث من الزوابع الرعدية يتمثل بالزوابع الرعدية التي ترافق الجبهة الباردة والتي تتميز بكونها أسرع وأكثر عنفاً في حركتها لكونها تحدث حينما تدفع كتلة هوائية باردة أخرى دافئة أمامها بسبب ثقل الهواء البارد والذي يجبر الهواء الدافئ على التسلق فوقه مكوناً سحب رعدية موازية في امتدادها لخط الجبهة وقد تمتد الى عدة مئات من الكيلومترات تصاحبها رياح عاصفة مصحوبة بأمطار غزيرة ويمثل هذا النوع من الزوابع النوع الأكثر حدوثاً في المنطقة[٣١] .

إن تعرض الطائرات للعواصف الرعدية أمر طبيعي والعواصف الرعدية من الظواهر المخيفة للطيارين ويرجع لها سبب التأخير في مواعيد الطائرات اذ يعمل الطيار جاهداً لتفادي العواصف الرعدية عن طريق الدوران حولها والابتعاد عن أماكن تواجدها وتشكل العواصف الرعدية خطراً على الطائرات لما يرافقها من ظواهر جوية مؤثرة وخطيرة ومنها التيارات الصاعدة والهابطة والبرد والامطار الغزيرة والبرق الذي يحدث بكثرة مع العواصف الرعدية والذي يشكل خطراً كبيراً على الأجهزة والمعدات الالكترونية للطائرة وإذ حصل تلف لهذه الأجهزة فأنه سيؤدي الى فقدان الاتصال بالطائرة وقد يكون سبب في تحطمها [٣٢]،وقد سجلت آخر حادثة لتحطم طائرة بفعل البرق عام ١٩٦٧ وذلك عندما استهدفت الضربة خزان الوقود في الطائرة مما سبب انفجاره فوراً ومن ذلك الوقت عنيت شركات التصنيع بتطوير تقنيات متطورة لمنع تكرار هذه الحادثة الخطيرة وأن هياكل الطائرات في القرن ٢١ أصبحت تصنع باستخدام كميات أكبر من مكونات الكاربون ، تعمل كجزيئات عازلة للشحنات الناتجة عن البرق ولاسيّما في منطقة الأجنحة[٣٣].

من الجدول (١٦)والشكل (٢٧) نلاحظ أن أعلى معدلات العواصف الرعدية في محطة بغداد سجلت خلال شهر نيسان إذ بلغت(٣.٣) عاصفة وبعده يأتي شهر تشرين الأول والذي بلغت فيه معدلات

---

[٣١] – عبد الإله رزوقي كربل ،تكرار حدوث الزوابع الرعدية في العراق ،مجلة كلية الآداب ،جامعة البصرة ،العدد ٢١ ،١٩٨٩ ،ص٥٨

[٣٢] –علي احمد غانم ،المناخ التطبيقي ،ط١،دار الميسرة ،الاردن،2010 ،ص٢٣٦

[٣٣] – بحث منشور على الانترنت بعنوان ماذا يحدث عندما يضرب البرق طائرة محلقة في الاجواء– https://arabic.rt.com/technology/937351

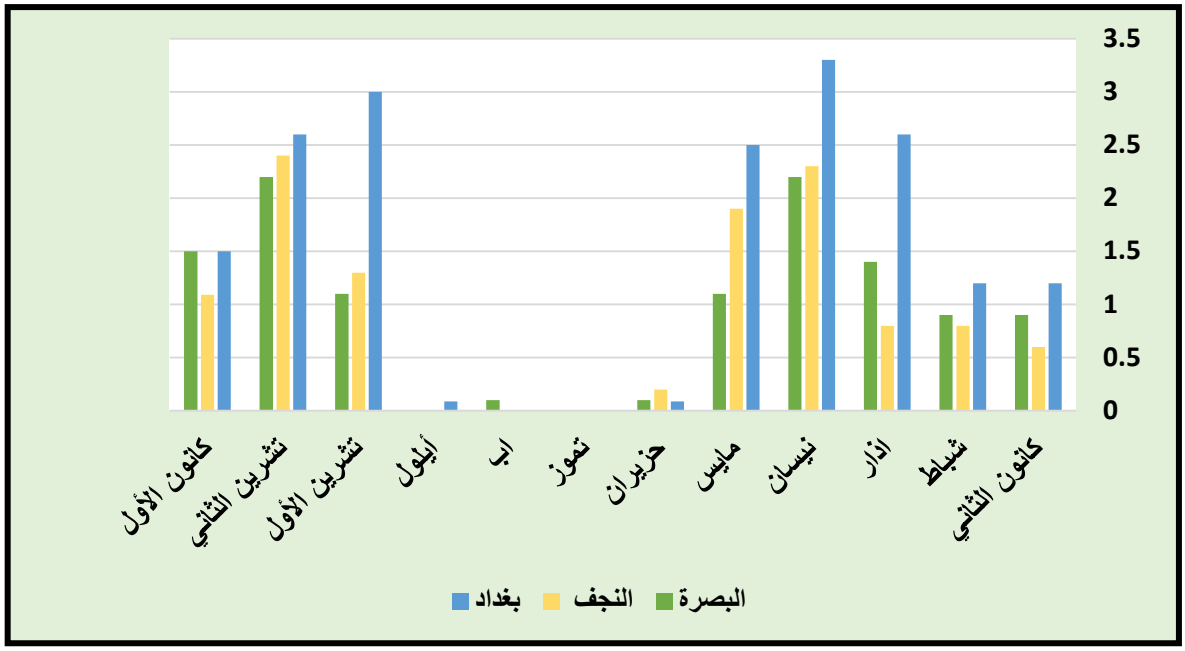
العواصف الرعدية (٣) عاصفة وأقل منها شهر آذار وشهر تشرين الثاني إذ بلغت العواصف الرعدية (٢.٦)عاصفة لكلاهما ثم يأتي بعدها شهر مايس ليسجل معدل (٢.٥)عاصفة وفي شهر كانون الأول بلغت معدلات العواصف الرعدية(١.٥)عاصفة أما خلال شهري كانون الثاني وشباط فقد سجلت (١.٢) عاصفة لكلاهما ،وفي شهري حزيران وأيلول فقد سجلت معدلات للعواصف الرعدية بلغت (٠.٠٩) عاصفة لكلاهما أما شهري تموز وآب فلم تسجل أي عاصفة رعدية خلالهما ،أما المجموع السنوي فقد بلغ (١٨.٠٨)عاصفة رعدية، وفي محطة النجف فقد سجل شهر تشرين الثاني أعلى معدل للعواصف الرعدية إذ بلغ (٢.٤) عاصفة رعدية أما خلال شهر نيسان فقد بلغت (٢.٣) عاصفة وفي شهر مايس بلغت(١.٩) عاصفة رعدية ،وخلال شهر تشرين الأول (١.٣)عاصفة وخلال كانون الأول بلغ المعدل (١.٠٩)عاصفة وخلال الأشهر كانون الثاني وشباط وآذار وحزيران سجلت معدلات بلغت (٠.٦ ،٠.٨، ٠.٨، ٠.٢) عاصفة رعدية وخلال اشهر تموز ،آب ،أيلول فلم تسجل أي عاصفة رعدية ،أما المجموع السنوي لمحطة النجف فقد بلغ (١١.٣٩) عاصفة، وفي محطة البصرة فقد بلغ أعلى معدل للعواصف الرعدية خلال شهري نيسان وتشرين الثاني إذ بلغ معدل العواصف الرعدية(٢.٢)عاصفة رعدية لكل منهما وخلال شهر كانون الأول بلغ المعدل (١.٥)عاصفة ،أما خلال آذار فقد بلغ (١.٤)عاصفة ،وخلال مايس (١.١) عاصفة أما في شهري كانون الثاني وشباط فقد بلغ المعدل (٠.٩)عاصفة رعدية لكلاهما ،وخلال شهري حزيران وآب بلغ المعدل لهما (٠.١) عاصفة رعدية لكل منهما وبلغ المجموع السنوي (١١.٥) عاصفة رعدية ،نستنتج من ذلك أن أعلى معدلٍ سنوي للعواصف الرعدية سجل في محطة بغداد قياساً بمحطتي النجف والبصرة وإن أعلى معدلات العواصف الرعدية خلال الأشهر سجلت في نيسان وتشرين الأول والثاني وبمعدلات متفاوتة أما بقية الشهور فكانت المعدلات متباينة وأقل من هذه الأشهر الثلاث .

الجدول(١٦) المعدلات الشهرية والمجاميع السنوية للعواصف الرعدية لمحطات الدراسة لعام(٢٠١٢-٢٠٢٢)م

المحطة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المجموع السنوي
بغداد	1.2	1.2	2.6	3.3	2.5	0.09	0	0	0.09	3	2.6	1.5	18.08
النجف	0.6	0.8	0.8	2.3	1.9	0.2	0	0	0	1.3	2.4	1.09	11.39
البصرة	0.9	0.9	1.4	2.2	1.1	0.1	0	0.1	0	1.1	2.2	1.5	11.5

المصدر :-جمهورية العراق ،وزارة النقل ،الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣

الشكل (٢٧) المعدلات الشهرية والمجاميع السنوية للعواصف الرعدية لمحطات الدراسة للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)



المصدر : بالاعتماد على جدول(١٦).

ثالثاً :موجات الحر والبرد:

١-موجة الحر(Heat wave):

تعني كلمة موجة (wave) تكرار لنمط معين من الشدة خلال فترات زمنية متتابعة بفترة فاصلة بينها هذا الأمر يجعلها تتخذ صفة الدورية ،أما موجة الحر فيختلف المختصين في المناخ لوضع تعريف محدد لها لأن هنالك عدة عناصر جوية تؤثر على إحساس الإنسان بالحر مثل درجة حرارة الجو والرطوبة النسبية وسرعة الرياح السطحية إذ يزداد الإحساس بالحرارة مع زيادة الرطوبة النسبية وهدوء الرياح والعكس صحيح ،فضلاً عن العوامل الشخصية التي تختلف من شخص لآخر ،إلا أن ذلك لم يمنع من إجماع عدد من المختصين على أن موجة الحر هي من الظواهر المناخية المتطرفة والتي يختلف تأثيرها وتحديدها بين دول العالم المختلفة وذلك لاختلاف معدل المتغيرات المناخية لهذه الدول لاختلاف ظروفها الطبيعية ،وتعتبر الموجة فترة أو نوبة للطقس الحار بحسب رأي دائرة الأرصاد الجوية البريطانية ،إذ حددت درجة الحرارة العظمى ما بين (٣٢ -٣٧،٧ م) و(٩٠ -١٠٠ف) وكذلك حددت الفرق بين الطقس الحار والشديد الحرارة عندما لا يقل الفرق ما بين درجة الحرارة العظمى ومعدلها عن (١٠م) وربطت موجة الحر بالحالة البشرية المتمثلة

بنشاطات الانسان التي يمارسها ضمن حدود الراحة التي تحددها بقية العناصر الأخرى ،لذلك اعتمدت بعض الدراسات الى حساب موجة الحر من درجة حرارة الجلد إذ تعتبر محصلة عامة لتبادل الطاقة بين الجسم والوسط الموجود فيه .

وللتمييز بين التقلبات اليومية لدرجات الحرارة وحدوث موجات الحر شرطان أساسيان لموجات الحر وهما :

الأول /أن تستمر درجة الحرارة بالارتفاع ثلاثة أيام متواصلة على الأقل .

والثاني /أن يكون الفرق بين معدل درجة الحرارة خلال أيام الموجة والمعدل العام لدرجة الحرارة خلال ذلك الوقت من السنة خمس درجات مئوية على الأقل وبعض الباحثين يضيفون شرط ثالث وهو أن لا تقل درجة الحرارة العظمى عن (٣٢م) ،وتمثل موجة الحر سيادة أو اجتياح هواء ساخن لمنطقة ما بحيث ترتفع درجات الحرارة العظمى خلالها الى خمس درجات مئوية فوق معدلها العام وأن العلاقة بين حالة الطقس السطحية وحالة طبقات الجو العليا وأثر كل منهما في تحديد نوع الموجة من حيث شدتها وعمرها إن ما يحدد الموجة هي الفترة الزمنية التي تستغرقها الموجة الحارة وشدة درجة الحرارة التي يمكن أن تصل إليها [٣٤]تتعرض منطقة الدراسة لهواء هابط من الطبقات العليا في الفصل الحار من السنة ويعود السبب إلى الضغط العالي شبه المداري في هذه الطبقات ،وترتفع درجة حرارة الهواء الهابط ذاتياً بمعدل (١)م° لكل (١٠٠)م هبوط ،فضلاً عن تعرض منطقة الدراسة إلى الكتل القارية المدارية القادمة من الصحراء الكبرى التي تؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة ، مما يؤدي إلى تعرض منطقة الدراسة إلى تطرف في درجات الحرارة وحدوث موجات حر [٣٥].

أ-التكرار الشهري لموجات الحر

من متابعة الجدول (١٧) والشكل (٢٨)نلاحظ أن المجموع السنوي بلغ (١٩) موجة وإن محطة بغداد سجلت اعلى تكرارا لموجات الحر خلال شهر آب ،إذ بلغت (٧) موجة وفي شهري حزيران وتموز فقد سجلت خلالهما(٦)موجة .

الجدول (١٧) تكرار موجات الحر حسب الأشهر في محطة بغداد للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)

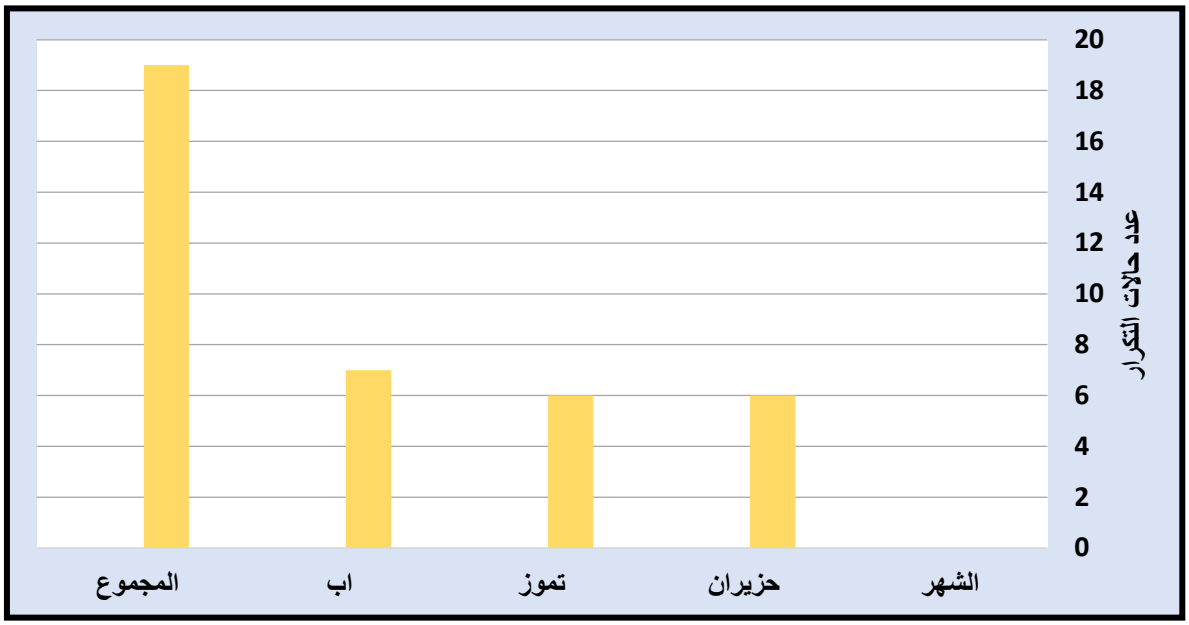
[٣٤] -جمال إسماعيل حسن أسود المحمدي ،موجات الحر والبرد وأثرها في الكلف الاقتصادية للإنتاج الزراعي في محافظة الانبار ،اطروحة دكتوراه ،غ م ،كلية التربية للعلوم الإنسانية ،جامعة الأنبار ،٢٠٢٢،ص٩-١٢

[٣٥] - عبد الكاظم علي جابر الحلو ،رائد لفتة عيسى الحسناوي ،مظاهر التطرف المناخي في محافظة النجف الأشرف ،مجلة آداب الكوفة ،العدد٥١-ج١،جامعة الكوفة ،كلية الآداب ،٢٠٢٢،ص١٩٠

الشهر	عدد حالات التكرار
حزيران	٦
تموز	٦
آب	٧
المجموع	١٩

المصدر :الباحثة بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣.

الشكل (٢٨) تكرار موجات الحر حسب الأشهر في محطة بغداد للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)



المصدر : بالأعتماد على جدول (١٧)

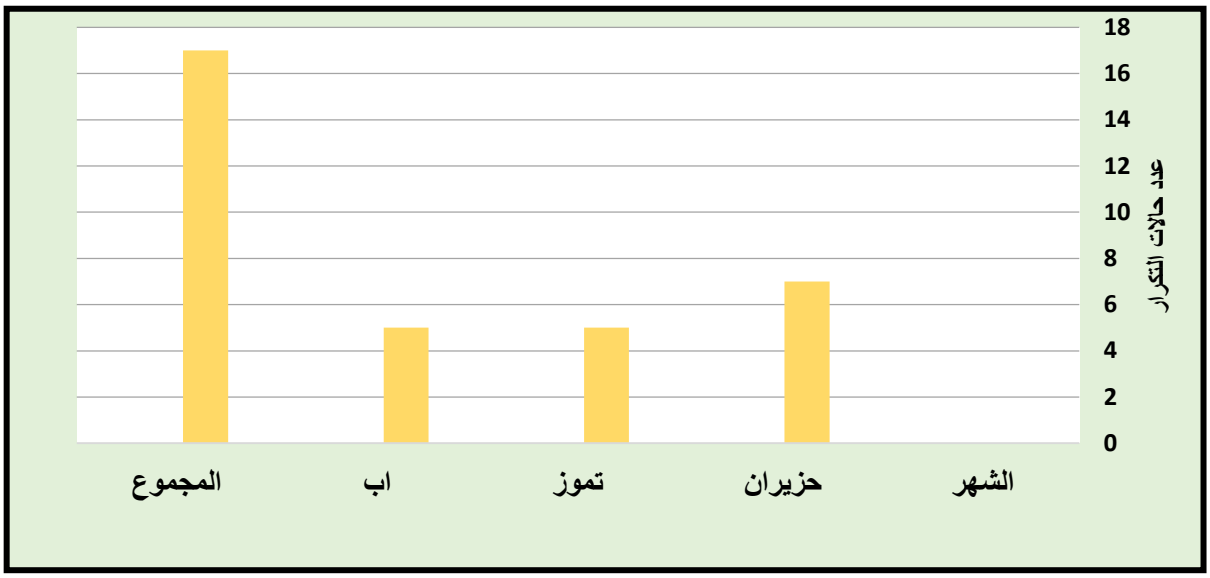
أما الجدول (١٨) والشكل (٢٩) فيوضح لنا أن محطة النجف سجلت مجموعاً سنوياً لموجات الحر بلغ (١٧) موجة توزعت بين حزيران وتموز وآب ،إذ سجل شهر حزيران أكثر عدد موجات حر بلغ مجموعها (٧) موجة، أما شهري تموز وآب فقد بلغ مجموع موجات الحر خلالها (٥) موجة لكلاهما .

الجدول (١٨) تكرار موجات الحر حسب الأشهر في محطة النجف للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)

الشهر	عدد حالات التكرار
حزيران	٧
تموز	٥
آب	٥
المجموع	١٧

المصدر : الباحثة بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣

الشكل (٢٩) تكرار موجات الحر حسب الأشهر في محطة النجف للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)



المصدر : بالأعتماد على جدول (١٨)

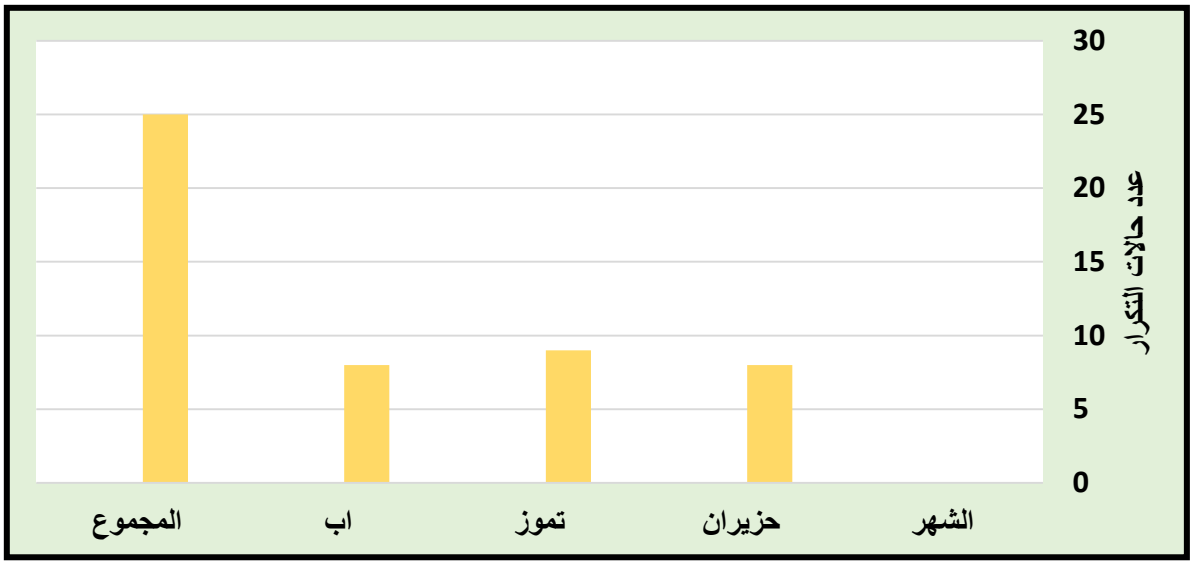
أما في محطة البصرة فيتضح من متابعة الجدول (١٩) والشكل (٣٠) أن المجموع السنوي لموجات الحر في محطة البصرة بلغ (٢٥) موجة وأعلى تكرار لموجات الحر سجل خلال شهر تموز، إذ بلغ مجموعها(٩) موجة ،أما خلال شهري حزيران وآب فقد بلغ عدد موجات الحر (٨) موجة لكليهما

الجدول(١٩) تكرار موجات الحر حسب الأشهر في محطة البصرة للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)

الشهر	عدد حالات التكرار
حزيران	٨
تموز	٩
آب	٨
المجموع	٢٥

المصدر : الباحثة بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣

الشكل (٣٠) تكرار موجات الحر حسب الأشهر في محطة البصرة للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)



المصدر : بالأعتماد على جدول (١٩).

ب-التكرار السنوي لموجات الحر

من متابعة الجدول (٢٠) الذي يخص محطة بغداد نجد أن خلال مدة الدراسة بلغ عدد موجات الحر ١١ موجة وأن هنالك سنتان لم تسجل خلالها أي موجة حر ،وأن تكرار موجة حر واحدة سجل في سنتين أما موجتان فقد سجلت في اربع سنوات ،وظهرت ثلاث موجات في ثلاث سنوات ،ولم تسجل خلال أي سنة أربع أو خمس موجات حر

الجدول (٢٠) التوزيع التكراري السنوي لموجات الحر في محطة بغداد للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)

تكرار الموجات السنوية	سنوات التكرار	النسبة المئوية %
0	2	18,18
1	2	18,18
2	4	36,36
3	3	27,27
4	0	0
5	0	0
المجموع	11	100%

المصدر : بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣

أما جدول (٢١) فيوضح لنا موجات الحر وتوزيعها السنوي في محطة النجف والتي بلغت (١١) موجة أيضا خلال مدة الدراسة فيمكن أن نلاحظ من خلاله وجود سنتين لم تسجل خلالهما أي موجة حر على حين سجل تكرار موجة واحدة في أربع سنوات وتكرار موجتين في ثلاث سنوات أما تكرار ثلاث موجات فقد سجل في سنة واحدة وتكرار أربع موجات سجل أيضا خلال سنة واحدة ولا توجد أي سنة سجل خلالها خمسة تكرارات لموجات الحر

الجدول (٢١) التوزيع التكراري السنوي لموجات الحر في محطة النجف للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)

تكرار الموجات السنوية	سنوات التكرار	النسبة المئوية
0	2	18.18
1	4	36.36
2	3	27.27
3	1	9.09
4	1	9.09
5	0	0
المجموع	11	100%

المصدر :بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣

ومن متابعة الجدول (٢٢) الذي يوضح لنا توزيع موجات الحر سنوياً لمحطة البصرة نجد أن سنة واحدة لم يحدث فيها أي موجة حر على حين ظهر تكرار موجة واحدة خلال سنة واحدة وموجتين خلال ثلاث سنوات وتكرار ثلاث موجات ظهر خلال خمس سنوات وأربع تكرارات لموجات الحر ظهرت خلال سنة واحدة ولم تسجل خمس تكرارات خلال أي سنة من السنوات، ونجد أن مجموع موجات الحر خلال مدة الدراسة بلغت (١١) موجة .

الجدول (٢٢) التوزيع التكراري السنوي لمحطة البصرة للمدة(٢٠١٢-٢٠٢٢)

تكرار الموجات السنوية	سنوات التكرار	النسبة المئوية
0	1	9.09
1	1	9.09
2	3	27.27
3	5	45.45
4	1	9.09
5	0	0
المجموع	11	100%

المصدر : بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣

٢-موجة البرد (Cold wave):فهي تعني موجة من الهواء البارد الذي يغطي منطقة واسعة وما يرافقه من انخفاض في درجات الحرارة عن معدلات درجات الحرارة الصغرى (٥م°) ولمدة تستمر ثلاثة أيام متواصلة أو قد تكون أكثر من ذلك فالمعيار الذي حددت به موجات البرد يختلف بحسب الأقاليم والوقت من السنة [٣٦]،إذ أن المعيار الذي يعتمد في تحديد موجة البرد يختلف بحسب دوائر العرض فمثلاً إذا انخفضت درجات الحرارة في العروض العليا القطبية فلا يمثل ذلك موجة برد، ولكن الأمر يختلف في العروض الدنيا، إذ إن درجات الحرارة قد لا تصل الى الصفر المئوي، ولكن عند انخفاضها دون المعدل الطبيعي فإن ذلك يعد موجة برد ،ويتطلب حدوث موجات البرد شروط أساسية منها:

[٣٦] -عبد الكاظم علي جابر الحلو ،رائد لفتة عيسى الحسناوي ،مصدر سابق ،ص١٩٨

١-يجب أن تكون درجة الحرارة الصغرى لأيام الموجة أقل من المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى ب(٥م°) أو أكثر، لمدة لا تقل عن ثلاثة أيام أو أكثر .

٢-يكفي أن تنخفض درجة الحرارة الصغرى (٤م°) لأيام الموجة عن معدلها لذلك الشهر من السنة نفسها إذا انخفضت درجة الحرارة أقل من الصفر المئوي .

٣-أن لا يزداد متوسط درجة الحرارة اليومي لأي يوم من أيام الموجة عن (١٨م) ولجميع الأشهر ولمحطات الدراسة جميعها [٣٧].

تتعرض منطقة الدراسة إلى التغيرات التي تحدث في الدورة العامة للرياح ،والكتل الهوائية الجافة الباردة ذات المنشأ القطبي الذي يرتبط بامتداد المرتفع الجوي السيبيري ويتأثر العراق نتيجة ذلك بالكتل الباردة ،إذ تتحرك الكتل من محور التيار النفاث القطبي نحو الجنوب فتصل للعراق ومنها منطقة الدراسة مما يؤدي إلى انخفاض درجات الحرارة ولاسيّما خلال شهر كانون الثاني ، وإن لخصائص الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الدراسة دور في تعرضها لموجات البرد إذ يبدأ نطاق الضغط الجوي المنخفض بالتراجع باتجاه خط الاستواء ثم تصل كتل هوائية قطبية (p) سواء كانت قطبية قارية (cp) ، أو قطبية بحرية (MP) ،ونتيجة انتقال الشمس الظاهري باتجاه الجنوب تتعرض الى موجات البرد وذلك بتأثير كتل قطبية قارية (CP) ،فتعمل على خفض درجات الحرارة خلال أيام معدودة أكثر من معدلها العام [٣٨]

أ-التكرار الشهري لموجات البرد:

من متابعة الجدول(٢٣) والشكل (٣١) نلاحظ أن المجموع السنوي لتكرار موجات البرد بلغ (١٨) موجة و سجل أعلى تكراراً لموجات البرد خلال شهر شباط والذي بلغ (٧) موجة يليه شهر كانون الأول والذي سجل تكرارا بلغ (٦) موجة ،أما في شهر كانون الثاني فقد سجل تكرارا لموجات البرد بلغ (٥) موجة .

[٣٧] -جمال أسماعيل حسن اسود المحمدي ،مصدر سابق ،ص١٣

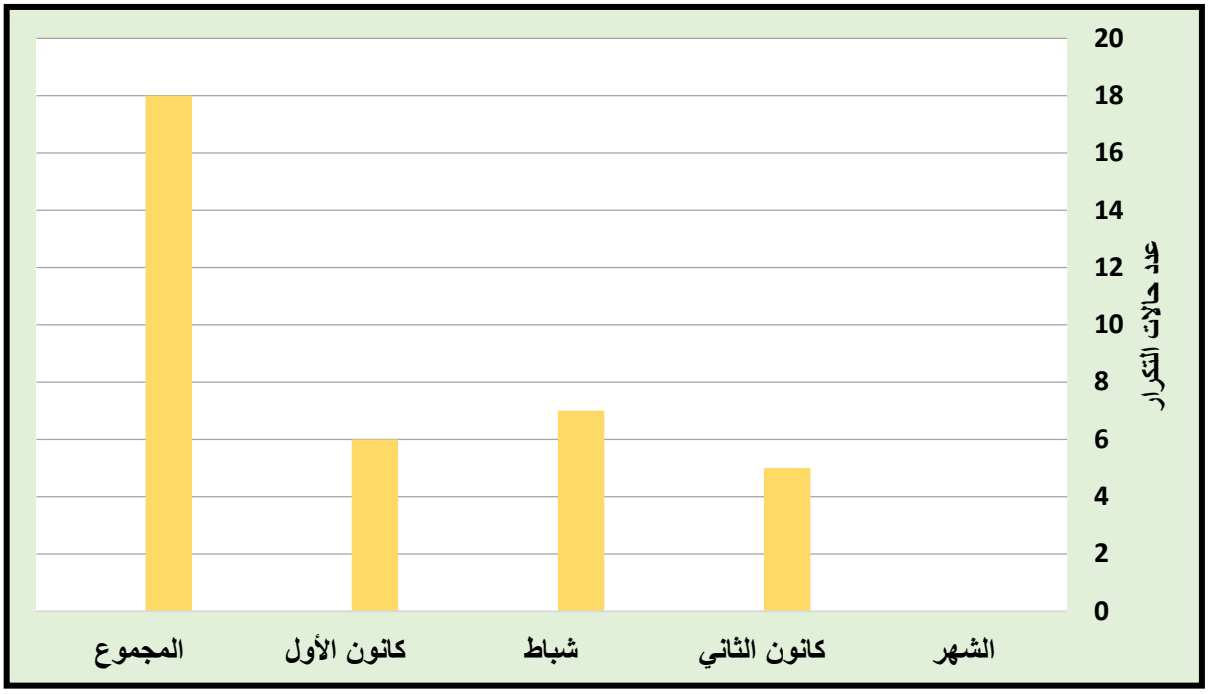
[٣٨] - عبد الكاظم علي جابر الحلو ،رائد لفتة عيسى الحسناوي ،مصدر سابق ،ص ١٩٧-١٩٩

جدول (٢٣) تكرار موجات البرد حسب الأشهر لمحطة بغداد للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)

الشهر	عدد حالات التكرار
كانون الثاني	5
شباط	7
كانون الأول	6
المجموع	18

المصدر : بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣

الشكل (٣١) تكرار موجات البرد حسب الأشهر لمحطة بغداد للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)



المصدر : بالاعتماد على جدول (٢٣)

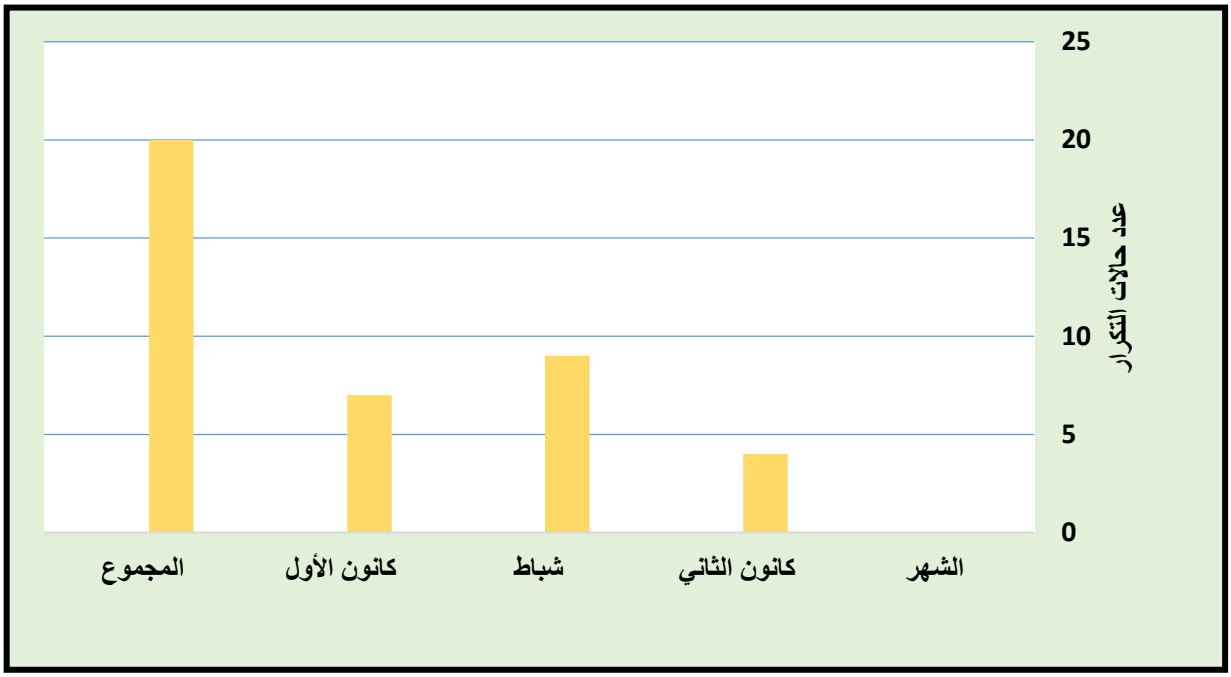
ومن الجدول (٢٤) والشكل (٣٢)نلاحظ أن المجموع السنوي لتكرار موجات البرد في محطة النجف بلغ (٢٠)موجة و سجل أعلى تكرار لموجات البرد خلال شهر شباط إذ بلغ (٩) موجة ، يليه شهر كانون الأول والذي بلغ (٧) موجة ،أما في شهر كانون الثاني فقد سجل تكرار بلغ (٤) موجة

الجدول (٢٤) تكرار موجات البرد حسب الأشهر لمحطة النجف للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)

الشهر	عدد حالات التكرار
كانون الثاني	4
شباط	9
كانون الأول	7
المجموع	20

المصدر : على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣.

الشكل (٣٢) تكرار موجات البرد حسب الأشهر لمحطة النجف للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)



المصدر : بالاعتماد على جدول (٢٤)

أما جدول (٢٥) والشكل (٣٣) واللذان يوضحان لنا التكرار الشهري لموجات البرد في محطة البصرة فيمكن أن نلاحظ من خلاله أن المجموع السنوي لتكرار موجات البرد بلغ (١٣) وان أعلى تكراراً لموجات

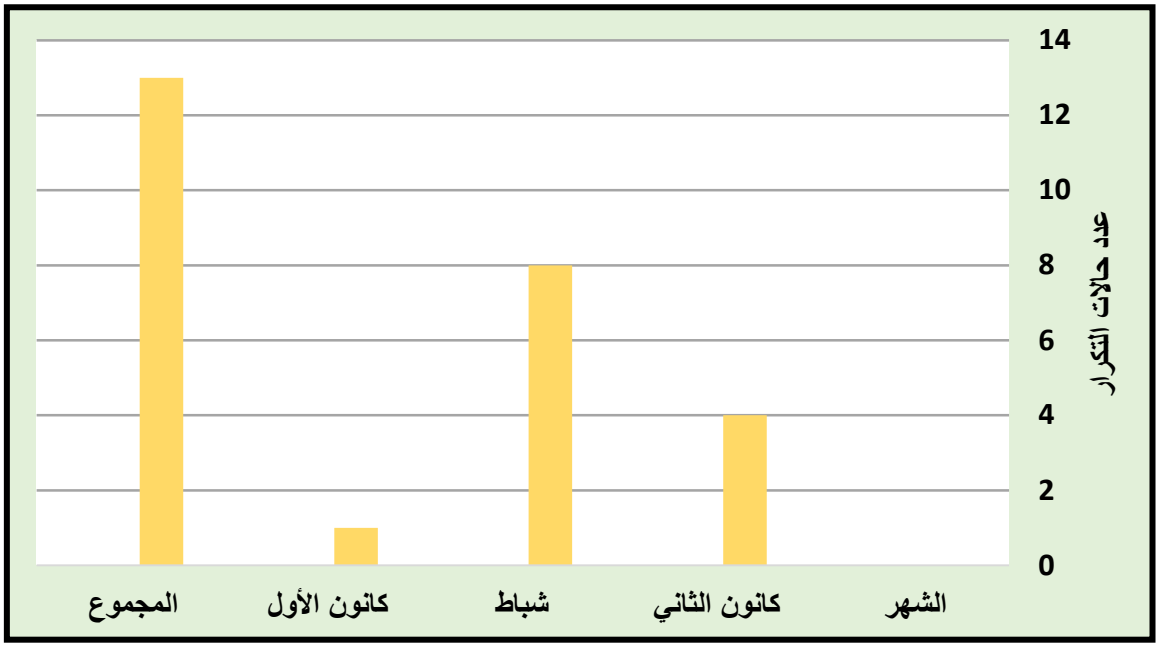
البرد سجل خلال شهر شباط والذي بلغ (٨) موجة ،أما في كانون الثاني فقد سجل تكراراً بلغ (٤) موجة ، وأقل تكرار سجل خلال شهر كانون الأول والذي بلغ (١) موجة .

الجدول (٢٥) تكرار موجات البرد حسب الأشهر لمحطة البصرة للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)

الشهر	عدد حالات التكرار
كانون الثاني	4
شباط	8
كانون الأول	1
المجموع	13

المصدر : بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣.

الشكل (٣٣) تكرار موجات البرد حسب الأشهر لمحطة البصرة للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)



المصدر : بالاعتماد على جدول (٢٥).

ب-التكرار السنوي لموجات البرد

يمكن أن نلاحظ من الجدول (٢٦) أن هنالك سنتين لم تحدث فيها أي موجة برد وإن موجة برد واحدة حدثت في ٤ سنوات ،وإن موجتان سجلت في سنتين وثلاث موجات سجلت في سنتين أيضاً وأربع موجات سجلت في سنة واحدة ،ولم تظهر أي سنة سجلت فيها ٥ موجات برد .

الجدول (٢٦) التوزيع التكراري السنوي لموجات البرد لمحطة بغداد للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)

تكرار الموجات السنوية	سنوات التكرار	النسبة المئوية %
0	2	18.18
1	4	36.36
2	2	18.18
3	2	18.18
4	1	9.09
5	0	0
المجموع	11	100%

المصدر : بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣

أما جدول (٢٧) والذي يبين لنا التوزيع التكراري السنوي لموجات البرد في محطة النجف فنلاحظ من خلاله أنه توجد سنة واحدة لم تحدث فيها موجة برد وأن موجة واحدة ظهرت خلال ثلاث سنوات ، وموجتين سجلت في أربع سنوات وإن ثلاث موجات سجلت في ثلاث سنوات ولم تسجل أربع أو خمس موجات خلال أي سنة .

الجدول (٢٧) التوزيع التكراري السنوي لموجات البرد لمحطة النجف للمدة (٢٠١٢-٢٠٢٢)

تكرار الموجات السنوية	سنوات التكرار	النسبة المئوية%
0	1	9.09
1	3	27.27
2	4	36.36
3	3	27.27
4	0	0
5	0	0
المجموع	11	100%

المصدر : بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣

أما الجدول (٢٨) والذي يوضح التكرار السنوي لموجات البرد لمحطة البصرة فيبين لنا أن هنالك سنتين لم يحدث فيها أي موجة برد وأن موجة برد واحدة ظهرت في خمس سنوات وموجتين ظهرت في أربع سنوات وأن ثلاث موجات وأربع موجات وكذلك خمس موجات لم تظهر في أي سنة .

الجدول (٢٨) التوزيع التكراري السنوي لموجات البرد لمحطة البصرة للمدة (٢٠١٢ -٢٠٢٢)

تكرار الموجات السنوية	سنوات التكرار	النسبة المئوية %
0	**2**	**18.18**
1	**5**	**45.45**
2	**4**	**36.36**
3	**0**	**0**
4	**0**	**0**
5	**0**	**0**
المجموع	**11**	**%100**

المصدر :بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ،قسم المناخ ،بيانات غير منشورة ،٢٠٢٣

*استخدام الذكاء الاصطناعي لمواجهة الظواهر المناخية في النقل الجوي

يشهد النقل الجوي تحديًا متزايدًا بسبب الظواهر المناخية المتطرفة مثل العواصف الرعدية، والضباب، والاضطرابات الجوية، والتي تؤدي إلى تأخير الرحلات وإلغاؤها، مما يكبد الشركات خسائر مالية كبيرة. يُعد الذكاء الاصطناعي أحد الحلول الواعدة لتحسين كفاءة وسلامة النقل الجوي من خلال تحليل البيانات المناخية الضخمة، والتنبؤ بالتغيرات الجوية، واتخاذ قرارات ذكية في الوقت الفعلي.

١- تحسين التنبؤ بالطقس باستخدام الذكاء الاصطناعي
يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل كميات هائلة من البيانات المناخية من الأقمار الصناعية وأجهزة الاستشعار الأرضية والطائرات للتنبؤ بدقة بالظواهر الجوية الخطيرة.

*نماذج التعلم الآلي :(Machine Learning)
تُستخدم خوارزميات مثل الشبكات العصبية (Neural Networksو Random Forest) للتنبؤ بتشكل العواصف والاضطرابات الجوية قبل ساعات من حدوثها، مما يسمح بإعادة توجيه الطائرات بشكل استباقي.([٣٩])

*الذكاء الاصطناعي في تحليل الصور الجوية:
تُستخدم تقنيات معالجة الصور (Computer Vision)لتحليل صور السحب والرادار للكشف عن العواصف الرعدية والرياح القوية.([٤٠])

٢- تحسين مسارات الطيران وتجنب الاضطرابات الجوية
تعتمد شركات الطيران على أنظمة الذكاء الاصطناعي لتحسين المسارات الجوية وتقليل تأثير الاضطرابات المناخية.

*خوارزميات التحسين :(Optimization Algorithms)
تُستخدم تقنيات مثل خوارزميات الجينات (Genetic Algorithms) لتحديد المسارات الأكثر أمانًا وتوفيرًا للوقود، مع تجنب المناطق الخطرة .([٤١])
*التحكم الذكي في الحركة الجوية :(AI-Based ATC)
تساعد أنظمة الذكاء الاصطناعي مراقبي الحركة الجوية في إدارة ازدحام المطارات أثناء الظروف الجوية الصعبة، مثل الضباب الكثيف .([٤٢])

39- World Meteorological Organization (WMO) ' AI in Weather Forecasting'2022.
40- NASA ' Machine Learning for Storm Prediction'2021.
41- International Civil Aviation Organization (ICAO)' AI in Air Traffic Management'2023.

٣- الصيانة الوقائية للطائرات باستخدام الذكاء الاصطناعي
تتأثر الطائرات بالعوامل الجوية مثل البرد والصواعق، مما يتطلب صيانة مستمرة.

*الإنذار المبكر عن الأعطال :(Predictive Maintenance)
تُستخدم أجهزة إنترنت الأشياء (IoT)مع الذكاء الاصطناعي لرصد تآكل أجزاء الطائرة بسبب الظروف الجوية القاسية.([٤٣])
*تحليل بيانات الرحلات السابقة:
يُحلل الذكاء الاصطناعي سجلات الرحلات المتأثرة بالطقس لتحسين تصميم الطائرات وتحسين مقاومتها للعوامل المناخية.([٤٤])

٤- التحديات والمستقبل
رغم فوائد الذكاء الاصطناعي، تظل هناك تحديات مثل:
*جودة البيانات/ تحتاج النماذج إلى بيانات دقيقة ومحدثة.
*التكلفة العالية/ تتطلب البنية التحتية استثمارات كبيرة.
*الأمان السيبراني/ يجب حماية أنظمة الذكاء الاصطناعي من الاختراق.

في المستقبل، يمكن دمج الذكاء الاصطناعي مع الطائرات ذاتية القيادة والبلوك تشين لتعزيز الشفافية في إدارة الأزمات الجوية .
الاستنتاجات :
١-إن اعلى معدل للعواصف الغبارية سجل في بغداد فضلاً عن الغبار العالق والمتصاعد ويعود السبب الى عدة عوامل منها هبوب الرياح الشمالية الغربية على مدينة بغداد والتي تنشط وبشكل ملحوظ خلال وقت الظهيرة ويعود السبب إلى عامل عدم الاستقرار للهواء الذي يلامس سطح الأرض .
٢-أن تكرار حدوث العواصف الغبارية في منطقة الدراسة يؤدي إلى غلق الأجواء وتأجيل الرحلات ويتعرض مطار النجف بحكم موقعه في المنطقة الصحراوية الى تكرار العواصف الغبارية مما أدى الى تأجيل الرحلات من ساعة الى 4 ساعات .
٣-يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل كميات هائلة من البيانات المناخية من الأقمار الصناعية وأجهزة الاستشعار الأرضية والطائرات للتنبؤ بدقة بالظواهر الجوية الخطيرة .
٤-تستخدم خوارزميات مثل الشبكات العصبية (Neural Networks) ، (Random Forest) للتنبؤ بتشكل العواصف والاضطرابات الجوية قبل ساعات من حدوثها مما يسمح بإعادة توجيه الطائرات بشكل استباقي .
٥-يمكن استخدام تقنيات معالجة الصور (Computer Vision) لتحليل صور السحب و الرادار للكشف عن العواصف الرعدية والرياح القوية .
٦-نستخدم تقنيات مثل خوارزميات الجينات (Genetic Algorithms) لتحديد المسارات الأكثر اماناً وتوفيراً للوقود مع تجنب المناطق الخطرة .
٧-تساعد أنظمة الذكاء الاصطناعي مراقبي الحركة الجوية في إدارة ازدحام المطارات اثناء الظروف الجوية الصعبة مثل الضباب الكثيف .

42- Eurocontrol' Artificial Intelligence in Aviation'2022.
43- Boeing 'Predictive Maintenance Using AI in Traffic Management'2023.
44- Airbus' Climate Resilience in Aircraft Design'2022.

٨-يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي للإنذار المبكر عن الأعطال اذ تستخدم أجهزة انترنت الأشياء (Lot) مع الذكاء الاصطناعي لرصد تآكل أجزاء الطائرة بسبب الظروف الجوية القاسية .
٩-يستخدم الذكاء الاصطناعي في تحليل سجلات الرحلات المتأثرة بالطقس لتحسين تصاميم الطائرات وتحسين مقاومتها للعوامل المناخية .
١٠-بالرغم من فوائد الذكاء الاصطناعي الا ان هناك تحديات تواجه استخدامه مثل جودة البيانات والتكلفة المالية والأمان السيبراني إذ يجب حماية أنظمة الذكاء الاصطناعي من الاختراق .
١١- في المستقبل يمكن دمج الذكاء الاصطناعي مع الطائرات ذاتية القيادة والبوك تشين(سلسلة الكتل وهي تقنية تقوم بتسجيل المعاملات في كتل متصلة ببعضها في سلسلة عبر شبكة من أجهزة الكمبيوتر) لتعزيز الشفافية في إدارة الازمات الجوية .

المصادر:

١. عبد الغني جميل سلطان ،الجو عناصره وتقلباته ،دار الحرية للطباعة والنشر ،بغداد ،١٩٨٥.
٢. إيميلي محمد حلمي ،ظواهر الجو الترابية وصحة الانسان في شمال مصر (دراسة في المناخ التطبيقي)المجلة الجغرافية العربية ،العدد ٥١ ،٢٠٠٨
٣. جودت هدايت محمد أحمد ،العواصف الغبارية وعلاقتها مع بعض المتغيرات الانوائية والانماط الساينوبتيكية في محطات مختارة من العراق ،اطروحة دكتوراه ،غير منشورة ،كلية العلوم ،الجامعة المستنصرية ،٢٠١٠
٤. بشائر عبد الرحمان محمد الدليمي ،دراسة العواصف الغبارية في العراق ،رسالة ماجستير ،غير منشورة ،كلية العلوم ،الجامعة المستنصرية ،١٩٨٩
٥. رافد عبد النبي الصائغ ،العواصف الغبارية وتأثيرها على الملاحة الجوية في مطار النجف الأشرف الدولي للمدة من (٢٠٠٩-٢٠١٨)،كلية التربية للعلوم الإنسانية ،جامعة المثنى
٦. مقابلة شخصية مع نبيل سلطان الطائي ،رئيس قسم مركز سيطرة العمليات OCC في مطار النجف الاشرف الدولي بتاريخ ١٧/١/ ٢٠٢٤
٧. علي حسين الشلش ،ماجد السيد ولي ،عبد الاله رزوقي كربل ،مناخ العراق ،مطبعة جامعة البصرة ،البصرة ،١٩٨٨
٨. ماجد السيد ولي محمد، العواصف الترابية في العراق واحوالها ،مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ،مجلد ١٣ ،بغداد ،١٩٨٢
٩. تغريد احمد عمران القاضي ،اثر المنظومات الضغطية السطحية والعليا في تكوين الزوابع الرعدية في العراق ،رسالة ماجستير ،غير منشورة ،كلية الاداب ،جامعة بغداد ،٢٠٠١
١٠. كاظم عبد الوهاب الأسدي واخرون ،أثر التغيرات المناخية العالمية في اتجاهات مناخ محافظة ذي قار وانعكاساته الزراعية ،مجلة اداب البصرة ،عدد ٥١، ٢٠١٠
١١. زهراء صلاح مهدي الخفاجي ،تقدير تراكيز (pm 10) للعواصف الغبارية في العراق رسالة ماجستير غ .م ،كلية العلوم ،الجامعة المستنصرية ،٢٠٠٧

12. مصطفى فلاح الحساني ،مناخ العراق اسس وتطبيقات ،ط١،دار مسامير للطباعة والنشر ،السماوة ،العراق ،٢٠٢٠

13.علي صاحب الموسوي ،عبد الحسن مدفون ابو رحيل ،علم المناخ التطبيقي ،ط١،كلية التربية للبنات ،جامعة الكوفة ،مطبعة دار الضياء ،٢٠١١

14 .سليمان عبد الله اسماعيل ،العواصف الغبارية والترابية في العراق (تصنيفها وتحليلها)،مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ،العدد ٣٩، ١٩٩٩

15.شذى خليل الجوراني ،الظاهرة الغبارية في العراق ،رسالة ماجستير (غير منشورة)،كلية العلوم ،الجامعة المستنصرية ،١٩٩٠

16 .عبد الملك علي الكليب ،مناخ الكويت ،ط٢ ،مطبعة المقهوي ،الكويت ،١٩٨١

17.مقابلة شخصية مع عدي فارس خيون معاون رئيس رصاد جويين مسؤول رصد بغداد والراديوسوند التابع للهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزالزالي في مطار بغداد الدولي بتاريخ ٢٠٢٤/٣/٨

18. يونس كامل علي الركابي ، اثر بعض عناصر المناخ في حدوث العواصف الغبارية في محافظة بغداد للمدة (١٩٧٩-٢٠٠٩)،رسالة ماجستير غير منشورة ،كلية التربية (ابن رشد) جامعة بغداد،٢٠١٠

19 . علي حسن موسى ،العواصف الرعدية برق ،صاعقة ،رعد ،الطبعة الاولى ،دار نينوى للدراسات والنشر والتوزيع ،دمشق،٢٠٠٩

20.مطيرة خويتم المطيري ،العواصف الرعدية وأحوال الطقس المصاحبة في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية (دراسة مناخية)،مجلة العلوم العربية و الإنسانية ،المجلد (١١)،العدد(٢)،جامعة القصيم ،٢٠١٧

21.رافد عبد النبي إبراهيم الصائغ ،العناصر المناخية والظواهر المرافقة وتأثيرها على واقع ومستقبل النقل الجوي في العراق ،مصدر سابق

22.عبد الإله رزوقي كربل ،تكرار حدوث الزوابع الرعدية في العراق ،مجلة كلية الآداب ،جامعة البصرة ،العدد ٢١ ،١٩٨٩

23 .علي احمد غانم ،المناخ التطبيقي ،ط١،دار الميسرة ،الاردن ،٢٠١٠

24.بحث منشور على الانترنت بعنوان ماذا يحدث عندما يضرب البرق طائرة محلقة في الاجواء- https://arabic.rt.com/technology/937351

25.جمال إسماعيل حسن أسود المحمدي ،موجات الحر والبرد وأثرها في الكلف الاقتصادية للإنتاج الزراعي في محافظة الانبار ،اطروحة دكتوراه ،غ م ،كلية التربية للعلوم الإنسانية ،جامعة الأنبار ،٢٠٢٢

26.عبد الكاظم علي جابر الحلو ،رائد لفتة عيسى الحسناوي ،مظاهر التطرف المناخي في محافظة النجف الأشرف ،مجلة آداب الكوفة ،العدد٥١-ج١،جامعة الكوفة ،كلية الآداب ،٢٠٢٢

World Meteorological Organization (WMO). (2022). AI in Weather.27 Forecasting.
NASA. (2021). Machine Learning for Storm Prediction.28
International Civil Aviation Organization (ICAO). (2023). AI in Air Traffic.29 Management.
Eurocontrol. (2022). Artificial Intelligence in Aviation. 30
Boeing. (2023). Predictive Maintenance Using AI.31
Airbus. (2022). Climate Resilience in Aircraft Design.32
33.Abdul- Mutalib H. Al-Marsoumi and Maher M.M. Al-Asadi , Dust Storms And Their Environmental Impacts at The Northwest Part of Arabian Gulf (Arevlew) , Journal of Iraqi Desert Studies ,no2, 2010.