استخدام تقنيات الجيوماتكس في رصد ومراقبة ظاهرة الهباء الجوي بفعل العواصف الغبارية وآثارها البيئية

(محافظة الانبار انموذجاً)

أ.د نجيب عبد الرحمن محمود الزيدي
جامعة تكريت/كلية الآداب -قسم الجغرافيا التطبيقية

أ.د. عبير يحيى احمد الساكني
الجامعة المستنصرية\كلية التربية\قسم الجغرافية

الملخص:

مصطلح الهباء الجوي يعني مجموعة المواد الصلبة والسائلة غير الدائمة الموجودة في الغلاف الجوي ، وتسمى الجزيئات الصلبة منها بالغبار، ولها تأثير مهم على مناخ الارض و الكائنات الحية و منها الانسان ، جاء الاهتمام بقياسات جسيمات الهباء الجوي في الآونة الاخيرة لكونه يتغير من مكان الى آخر و من فترة الى اخرى وهو معقد التركيب ويتفاعل مع محيطه في الغلاف الجوي، ففي هذه الدراسة تم استخدام مؤشر(AI) خلال خوارزمية خاصة ، و باستخدام بيانات القمر الصناعيSentinel-5 لقياس المساحة التي يغطيها الغبار ونصف قطر ذرات الغبار المترسبة لساعات زمنية مختلفة للعاصفة الغبارية ، و التي تعرضت لها (محافظة الانبار) للمدة من (١ – ٨ مايو) عام ٢٠٢٢، وقد أوضحت النتائج أن الهباء الجوي يتباين مكانياً وزمانياً بحسب شدة العاصفة الغبارية التي تعرضت لها المحافظة ، فنجد ان تركيز الهباء الجوي تصل اعلاها في يوم العاصفة الغبارية ، وقد احتل التركيز العالي جداً نسبة بلغت (٧٢%) ومن ثم التركيز العالي (١٠%) والمتوسط (٩%) في يوم ١ مايو ٢٠٢٢، وكذلك في يوم (٥ و ٦ مايو) ٢٠٢٢ م وقد بلغ نسبة التركيز العالي جداً (٧ % ، ٥%)على التوالي، أما التركيز المتوسط فكان (٣٧%، ٥٢%)على التوالي، كما اثبتت الدراسة بان هناك آثاراً بيئية و صحية على جميع الكائنات الحية ومنها الانسان جراء تلوث الهواء بالمواد العالقة مثل : الأمراض الجلدية وأمراض العيون واللوزتين وأمراض الجهاز التنفسي و غيرها .

كلمات مفتاحية : الهباء الجوي ، تقنيات الجيوماتكس ، العاصفة الغبارية ، الاثار البيئية.

المقدمة:

إن للإنسان دوراً مهماً في البيئة ، فهو يؤثر فيها ويتأثر بها على العكس من باقي الكائنات الحية (النبات و الحيوان) ، فالإنسان يبذل جهداً كبيراً لتطويع بيئته الطبيعية ، و يبذل المحاولات لإخضاعها تحت سيطرته للتحكم بها بما يحقق حاجاته و طموحاته ، فنجد محافظة الانبار تعاني من معوقات بيئية طبيعية لكونها تقع من ضمن المناطق الجافة و شبه الجافة (الصحراوية) و التي تعاني من قلة مياهها بالإضافة الى انتشار مظاهر الجفاف وحركة الكثبان الرملية و قلة الغطاء النباتي و التصحر التي تؤدي الى مواجهات للتقلبات المناخية من العواصف الغبارية و قلة تساقط الامطار وغيرها ، و قد ظهرت العديد من المظاهر المُناخية بفعل تكرار العواصف الغبارية و منها ظاهرة الهباء الجوي (Aerosols) والذي يتصف بتدهور جودة الهواء و تعليق الجسيمات الصلبة و السائلة المحمولة بالهواء بحجمها المعتاد و المقاس بالنانومترات الموجودة في الغلاف الجوي وآثاره السلبية على البيئة و الكائنات الحية ومنها الانسان ، لذلك نجد ان تركيز الهباء

الجوي يعمل على خفض كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض وبالتالي حدوث ظاهرة التعتيم الشمسي ، وتدعى هذه العملية بالعكورة الجوية ، لأنه يخلق اضطراباً في التوازن الإشعاعي للأرض بشكل مباشر و الذي يتعلق بتغيير التدفقات الاشعاعية بواسطة جزيئات الهباء الجوي الموجودة في الغلاف الجوي من خلال التركيب الفيزيائي و الكيميائي و الخصائص البصرية اللاحقة ، الذي يمتص الكاربون الاسود في الغالب كلاً من الاشعاع الشمسي الوارد و الاشعاع الارضي المنعكس مما ينتج عنه تأثير الاحترار داخل الغلاف الجوي ، أو التي تؤثر بها الهباء الجوي للتأثير الاشعاعي في الغلاف الجوي بشكل غير مباشر ، و يتعلق ذلك بدور الهباء الجوي باعتباره نوى للتكثيف السحابي (CCN) و تأثيرها على الخواص الفيزيائية السحابية ويوفر (CCN) أسطحاً يمكن ان تتكاثف عليه المياه ، مما يشجع على تكوين قطرات السحاب و زيادة عددها مما يزيد من بياض السحب .

مشكلة الدراسة:

يمكن تحديد مشكلة الدراسة بما يلي (تعاني محافظة الانبار من تباين في تركز الهباء الجوي وارتفاعاته نتيجة العواصف الغبارية التي واجهتها المحافظة للمدة من ١-٨ مايو ٢٠٢٢ والذي يترك آثاراً على البيئة و صحة الانسان) ، ومن خلال هذه المشكلة يمكن طرح التساؤلات الآتية :

١- هل تعاني محافظة الانبار تركز الهباء الجوي الناتج من العواصف الغبارية ؟
٢- ما هي الآثار البيئية والصحية التي يتركه الهباء الجوي و خاصةً على صحة الانسان المتمثلة بالعديد من الأمراض ؟

فرضية الدراسة: تحدد فرضية الدراسة بالنقاط الآتية :

١- هناك تباين في تركيز الهباء الجوي الناتج من العواصف الغبارية التي تتعرض لها منطقة الدراسة.
٢- إن للهباء الجوي تأثير على المُناخ والبيئة و صحة الانسان و الكائنات الحية الأخرى مكانياً وزمانياً.

أهداف الدراسة:

تسعى الدراسة لتحقيق الاهداف الأتية.

١- استخدام المؤشرات الطيفية والخوارزمية الخاصة لرصد الهباء الجوي الناتج من العواصف الغبارية في المحافظة .
٢- معرفة التباين المكاني لتركيز الهباء الجوي الناتج من العواصف الغبارية التي تعرضت لها المحافظة للمدة (١-٨ مايو) ٢٠٢٢ م .
٣- معرفة الآثار المترتبة للهواء الجوي على المُناخ وصحة الإنسان .

منهجية الدراسة:

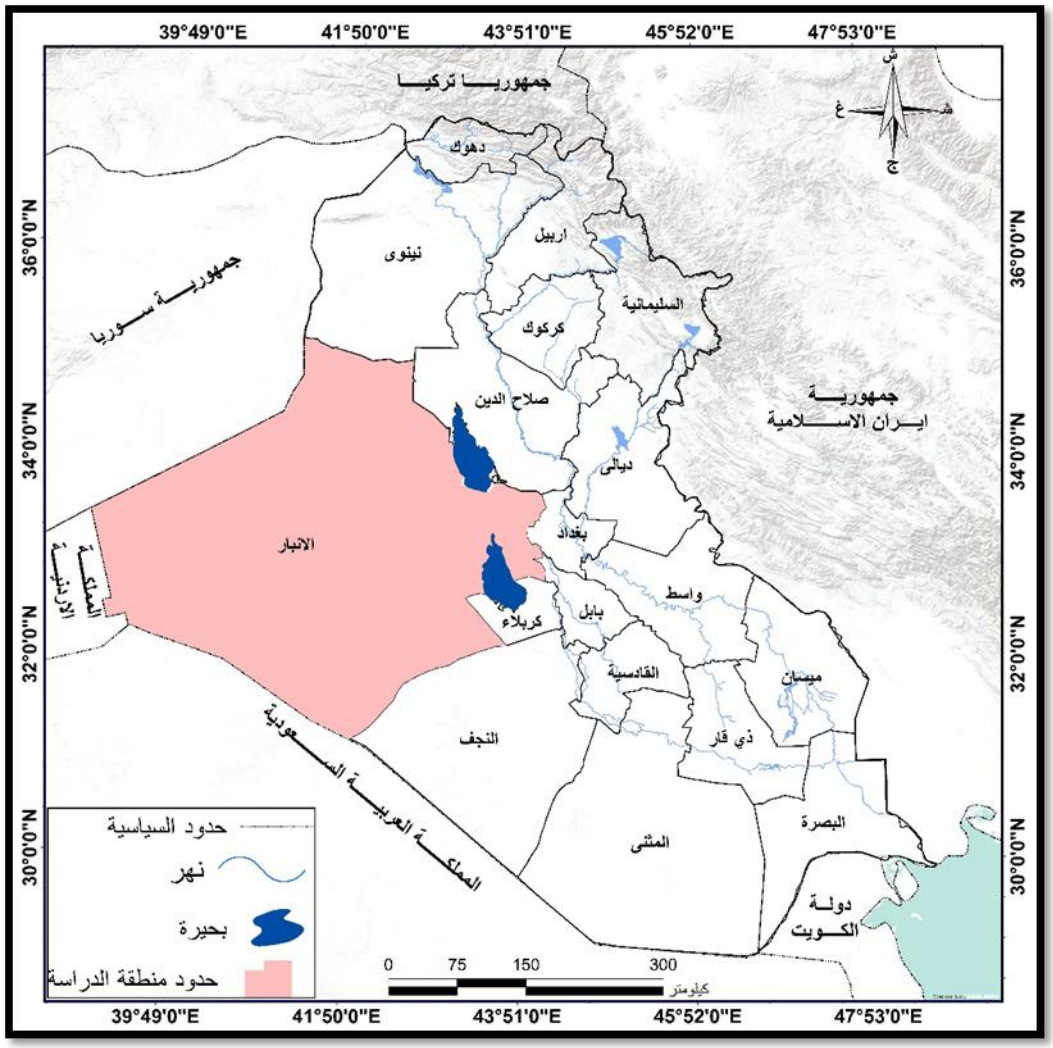
تعتمد الدراسة على المناهج الأتية:

١- المنهج التحليلي الذي يعتمد على تحليل وتفسير المرئيات .
٢- المنهج التقاني المعاصر الذي يعتمد على تقنيات الجيوماتكس وبياناته .

موقع منطقة الدراسة:

تقع محافظة الانبار في القسم الغربي من العراق، بين دائرتي عرض(َ٣٠°٦٠ – َ١٥ ٣٥°) شمالاً ، وخطي طول (َ٣٨°٨٠ – َ٤٤°١٥) شرقاً، و تحدها من الشمال محافظتي نينوى و صلاح الدين ، ومن الجنوب محافظة النجف و المملكة العربية السعودية ، و من الشرق المحافظات (صلاح الدين ، بغداد، بابل ، كربلاء) ، ومن الغرب المملكة الاردنية الهاشمية والجمهورية العربية السورية ، كما في خريطة (١).

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على هيئة المساحة العامة خريطة العراق الطبوغرافية، وبمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠، ٢٠٠٧، وبيانات القمر Landsat ٢٠٢٢ .

المحور الأول : مفهوم الهباء الجوي ومصادره

يعرف الهباء الجوي (Aerosols) بأنه تعليق الجسيمات الصلبة أو السائلة المحمولة بالهواء بحجمها المعتاد بين بضعة نانومترات من (٥- ١٠) ميكرون الموجودة في الغلاف الجوي لعدة ساعات على الاقل (١) ، لأن الغلاف الجوي يحتوي على كميات ضخمة من ذرات الغبار الدقيقة جدا والتي تسمى بالجسيمات أو الذرات المادية (particulates Matter) مكونة من مواد صلبة غير غازية عضوية ولا عضوية ومن

العناصر المعدنية ومن قطيرات وخثرات حمضية وهيدروكربونية ودخان بأحجام ومواد واصناف مختلفة تقل أقطارها كثيرا عن ١٠٠ مايكرو متر "مكم" (μm). ويقدر تركيزها في الغلاف الجوي فوق اليابسة بحوالي ١٠ آلاف جسيمة/ سم٣ في المتوسط[١] .

و قد صنفت جسيمات الهباء الجوي وفقاً لمنشئها الى الأنواع الأتية[٢]:

١- الذرات الأولية: يشكل مباشرة في الغلاف الجوي عن طريق النشاطات الإنسانية والعمليات الطبيعية. يقدر ما يحقن في الغلاف الجوي من جسيمات أو الذرات الأولية وما يتشكل فيه من جسيمات ثانوية بمختلف أنواعها وأحجامها بحوالي ٢٥٢٣ مليون طن سنويا ، منها حوالي ٤٠٨ مليون طن ما يشكل (١٦%) ، والتي تنطلق من النشاطات البشرية الزراعية والعمليات الصناعية والتدفئة، ومن وسائل النقل و احتراق الوقود (الأحفوري)، من فحم والبترول ، ومن عمليات حرق الكتلة الحيوية ونشاطات متنوعة أخرى .

٢- الذرات الثانوية: يتشكل من التفاعلات الكيميائية والفيزيائية التي تجري بين الغازات الموجودة فيه أو بوساطة تخثر الجسيمات الصغيرة على بعضها البعض خاصة عند وجود رطوبة جوية عالية، أو تنتج عن ذرات الغبار الدقيقة التي تبقى عالقة في الهواء مدة طويلة، فتتعدل خصائصها الفيزيائية والكيميائية بسبب تعرضها لأشعة الشمس وبسبب تناوب عمليات التكاثف والتبخر الجارية عليها وتسمى بالجسيمات أو الذرات الثانوية ، يقدر ما يشكل في الغلاف الجوي من جسيمات نحو ٢١١٥ مليون طن (٨٤%)، تنطلق من العمليات الطبيعية من البراكين والحرائق الطبيعية العواصف الترابية والرملية ومن ذرات الملح البحرية الناتجة عن انتشار قطرات مياه الأمواج وتبخرها ومن بقايا احتراق النيازك .

تتباين مقادير مصادر الجسيمات الطبيعية والبشرية من مكان إلى آخر في العالم، ولكن إجمالا وعلى المقياس العالمي ان مقادير الجسيمات الناتجة عن المصادر الطبيعية أكبر من تلك الناتجة عن المصادر البشرية بحوالي (٤-٥) أضعاف .

اما اصناف الجسيمات وفقاً لأحجامها نجد انها تتباين أحجام هذه الجسيمات فتتراوح أطوال أقطارها بين ٠.٠٠٠١ وعدة عشرات من الميكرومترات ويناهز بعضها ١٠٠ مكم (٥). والحقيقة لا يبقى منها معلقا في الغلاف الجوي لمدة زمنية إلا ما اذا قلت أطوال أقطارها عن ٣٠ مكم (١٢). وعادة تصنف الجسيمات وفقا لأطوال أقطارها كما يلي[٣]:

١- ذرات (جسيمات) كبيرة : تزيد أطوال أقطارها كثيرا عن ١٠ مكم، ولا تتواجد بكميات كبيرة في الغلاف الجوي إلا حالة هبوب العواصف الغبارية أو عند انفجار البراكين أو قرب مصادر التلوث البشري في المدن والمواقع الصناعية ومواقع البناء وحراثة الأراضي الزراعية وأثناء حركة المركبات على الطرق المعبدة وغير المعبدة وغيرها من النشاطات الطبيعية والإنسانية، لكن سرعان ما تجد هذه الجسيمات الكبيرة طريقها إلى سطح الأرض تحت تأثير ثقلها والجاذبية الأرضية.

٢- ذرات (جسيمات) خشنة: تقل أطوال أقطارها عن ١٠ مكم، وتعرف باسم (PM10) اختصار لعبارة (Particulates Matter Of 10 micrometers in diameter). وتتشكل بالعمليات نفسها التي تتشكل بواسطتها ذرات الغبار الكبيرة. ويظل تركيزها قليل نسبيا في الهواء، فقد لوحظ وجود ما بين ٢٥-٣٠ جسيمة/ سم٣ منها تتراوح أطوال أقطارها بين (٠.٥-١٠) مكم في هواء المدن، وبين ١-٢

جسيمة/ سم٣ منها في هواء الأرياف . وقدر ما يحقن من هذه الجسيمات في الغلاف الجوي من المصادر الطبيعية بحوالي ١٢٥٠ مليون طن سنويا ومن المصادر البشرية بحوالي ٣٢٥ مليون طن سنويا.

٣- ذرات (جسيمات) ناعمة : وتقل أطوال أقطارها عن ٢.٥ مكم، وتعرف باسم (PM2.5) اختصارا لعبارة (Particulates Matter Of 2.5 micrometer in diameter). وهذه الذرات دقيقة جدا لا ترى إلا بواسطة المجهر الإلكتروني، وتنجم عادة عن عمليات الاحتراق المختلفة بما فيها الاحتراقات في محركات المركبات ومنشآت توليد الطاقة والتدفئة المنزلية واحتراقات الغابات والمخلفات الزراعية وعن بعض العمليات الصناعية[٤].

٤- نويات (جسيمات) إيتكن (Aitken Nuclei): تقل أطوال أقطار معظم هذه الجسيمات عن ١ مكم، وتعرف عادة باسم نويات إيتكن (Aitken Nuclei) نسبة إلى العالم الفيزيائي البريطاني الذي اكتشفها وبيَّن دورها في عمليات التكاثف وتشكل السحب والهطول في الغلاف الجوي. لذلك تعرف أيضا باسم نويات التكاثف (Condensation Nuclei). ومن هذه الجسيمات ما تزيد أطوال أقطارها عن ١ مكم وتعرف بنويات إيتكن أو نويات التكاثف العملاقة، ويتراوح تركيزها بين ١-١٠ جسيمة/ سم٣. ومنها ما تتراوح أطوال أقطارها بين ٠.٢-١ مكم، وتعرف بنويات إيتكن الكبيرة. ويتراوح تركيزها بين ١-١٠٠ جسيمة/سم٣.

المحور الثاني: الجانب التطبيقي للدراسة

أولاً : منصات وبيانات الاستشعار عن بعد المستخدمة :

١- القمر الصناعي (Sentinel-5) :

هو قمر صناعي لرصد الأرض طورته وكالة الفضاء الأوروبية كجزء من برنامج كوبرنيكوس لسد الفجوة في استمرارية عمليات الرصد بين إنفيسات وسنتينل -٥.

أن الهدف الرئيسي من مهمة Copernicus Sentinel-5P هو إجراء قياسات الغلاف الجوي بدقة مكانية وزمانية عالية ، لاستخدامها في جودة الهواء في طبقة الأوزون والأشعة فوق البنفسجية ، ومراقبة المناخ والتنبؤ به، تم إطلاق القمر الصناعي بنجاح في ١٣ أكتوبر ٢٠١٧ من قاعدة بلسيتسك الفضائية في روسيا، وقد تم اختيار التوقيت المحلي للقمر الصناعي لعبور العقدة الصاعد عند الساعة ١٣.٣٠ لتسهيل ما يسمى بعملية التشكيل الفضفاض مع مركبة الفضاء Suomi-NPP التابعة لوكالة ناسا ، اذ يسمح هذا المفهوم باستخدام بيانات القناع السحابي عالية الدقة والموجودة في مكان واحد والتي توفرها أداة (VIIRS) لمجموعة مقياس إشعاع التصوير بالأشعة تحت الحمراء المرئية على متن Suomi-NPP أثناء المعالجة الروتينية لمنتج الميثان TROPOMI.

وقد أظهرت أداة Tropomi الموجودة على القمر الصناعي انخفاضًا كبيرًا في كميات ثاني أكسيد النيتروجين فوق المدن الصينية بين أواخر يناير وفبراير ٢٠٢٠. وقد ارتبط ذلك باستجابة الصين لوباء فيروس كورونا الذي قلل بشكل كبير من الأنشطة الصناعية وغيرها من الأنشطة الملوثة. ساعدت بيانات التلوث Sentinel-5P أيضًا على تأكيد الارتباط بين ارتفاع معدل الإصابة بـ COVID-19 والتعرض المزمن لملوثات الهواء[٥].

٢- مؤشر الهباء الجوي Aerosol Index :

تم استخدام مؤشر الهباء الجوي (AI) الذي يشير إلى وجود طبقات مرتفعة من الهباء الجوي في الغلاف الجوي، يمكن استخدامه للكشف عن وجود الأيروسولات الماصة للأشعة فوق البنفسجية مثل الغبار الصحراوي وأعمدة الرماد البركاني ، وقد تشير القيم الموجبة (من الأزرق الفاتح إلى الأحمر) إلى وجود رذاذ ماص للأشعة فوق البنفسجية ، والذي تم حساب هذا المؤشر للأطوال الموجية: ٣٤٠/٣٨٠ نانومتر و ٣٥٤/٣٨٨ نانومتر.

يعتمد مؤشر (AI)على التغيرات المعتمدة على الطول الموجي في تشتت رايلي في النطاق الطيفي للأشعة فوق البنفسجية لأطوال موجية معينة، إذ أن الفرق بين نتائج الاشعة المرصودة والنمذجة في مؤشر (AI) عندما يكون مؤشر AI موجباً فإنه يشير إلى وجود أيروسولات ماصة للأشعة فوق البنفسجية مثل الغبار والدخان، و يستخدم هذا في متابعة تطور أعمدة الهباء الجوي العرضية من تفشي الغبار ، والرماد البركاني ، وحرق الكتلة الحيوية(٦).

٣- الخوارزمية المستخدمة في رصد الهباء الجوي(٧):

يعتمد الحساب البسيط نسبيًا للذكاء الاصطناعي على التغيرات المعتمدة على طول الموجة في تشتت رايلي في النطاق الطيفي للأشعة فوق البنفسجية ، حيث يكون امتصاص الأوزون قليل جدًا. بالنسبة لزوج معين من الطول الموجي ، و قد تُحسب النسبة من انعكاس الجزء العلوي من الغلاف الجوي (TOA) المُقاس ويُحسب الانعكاس النظري للجو Rayleigh المتبعثر فقط وينتج عنه قيمة متبقية. تشير القيم الإيجابية لهذه البقايا إلى وجود رذاذ ماص للأشعة فوق البنفسجية.

على افتراض أن البياض السطحي ثابت للطول الموجي المستخدم ، يتم إعطاء الذكاء الاصطناعي من خلال المعادلة الاتية:

$$AI = 100.\log_{10}[R_{meas}(?_2)/R_{meas}(?_1)] - 100.\log_{10}[R_{calc}(?_2, A_{LER}(?_2))/\ R_{calc}(?_1, A_{LER}(?_2))]$$

حيث أن :

(؟ ١):هي الانعكاسات المقاسة عند طولين موجيين(؟ ٢>؟ ١).Rmeas (؟٢) وRmeas Rcalc (؟ ٢، ALER (؟ ٢)) و Rcalc (؟ ١، ALER (؟ ٢)) : هي الانعكاسات المحسوبة المقابلة من الجو مع انتشار رايلي .

ALER (؟ ٢) : هو انعكاس لامبرت المكافئ (LER) مجهز للانعكاس Rmeas (؟ ٢).

ثانياً: مراقبة وقياس الهباء الجوي في منطقة الدراسة :

يتضح من الجدول (١) أن هناك تبايناً في تراكيز الهباء الجوي بين الايام التي حدثت بها العاصفة الغبارية ،إذ بلغ معدل تركز الهباء الجوي في يوم ٣٠ من شهر نيسان قبل تعرض المنطقة الى العاصفة الغبارية حوالي(٢.٧٥) مايكرون وبمساحة بلغت (١١٩٤٥٥.٥)كم^2 وبنسبة (٨٩%)، في حين بلغ التركز المنخفض (١.٢٥) مايكرون وبمساحة (١٤٥٣٢.٩٤) كم^2 من مساحة منطقة الدراسة وبنسبة (١١%) ،الشكل (١)، أما في يوم ١ مايو ٢٠٢٢ ، فقد قسم المنطقة الى اربع اصناف للهباء الجوي ،إذ أحتل التركز العالي جداً والبالغ (٥) مايكرون أعلى مساحة بلغت (٩٧٠٨٢.٤٦)كم^2 وبنسبة بلغت (٧٢%)، تليها التركز العالي البالغ (٤.٢٥) مايكرون وبمساحة بلغت (١٢٨٣٢.٤٠)كم^2 بنسبة (١٠%)، ومن ثم التركز المتوسط والمنخفض وبنسبة بلغت (٩%)على التوالي،

ويرجع سبب تركز الهباء الجوي خلال هذا اليوم إلى العاصفة الغبارية التي تعرضت لها المحافظة ، والتي تتزامن مع قدوم المنخفض الجوي المرتبط بالمنظومة الخماسية التي تصل العراق ما بين شهر نيسان و نهاية شهر آيار و مما يساعد الرياح في زيادة عناصر الهباء الجوي و ارتفاع درجات الحرارة الذي يسبب انخفاض قيم الضغط الجوي فضلاً عن انخفاض الرطوبة النسبية و قلة الامطار الساقطة مما يجعل الأرض مهيأة للتعرية من قبل الرياح، شكل (٢) ، وفي يوم ٢ /٢٠٢٢/٥ ، فقد انخفضت نسبة الهباء الجوي فوق منطقة الدراسة ، وقد بلغ مساحة التركز المتوسط حوالي (٥٨٥٠٩.٥٦)كم٢ وبنسبة (٤٤%)، تليها التركز المنخفض بمساخة بلغت (٤٢٤١٨.٩٣)كم٢ وبنسبة(٣٢%)، ومن ثم التركز المنخفض جداً والبالغ (٣٣٠٥٧.١٦)كم٢ وبنسبة(٢٥%)، كما في الاشكل (١،٢،٣) والخريطة (١) والصورة(١).

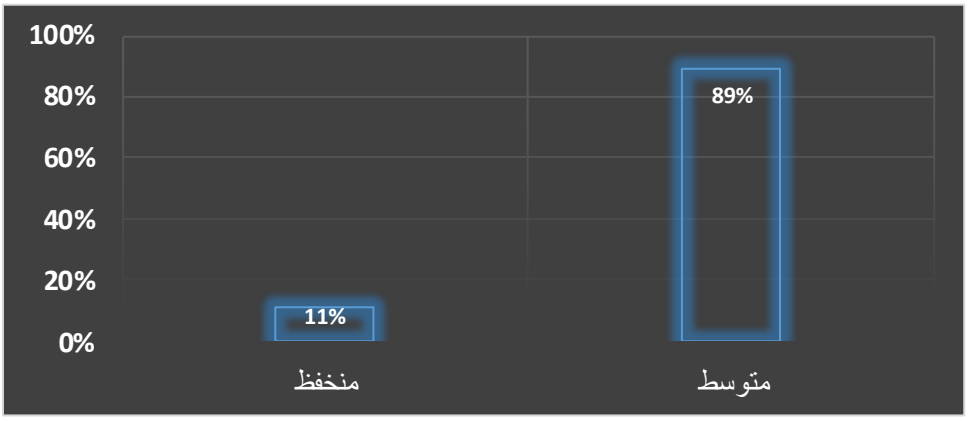
جدول(١) تراكيز ومساحة الهباء الجوي(مايكرون) فوق محافظة الانبار للفترة٠٤/٣٠ – ٢٠٢٢/٥/٨

اليوم	التراكيز الهباء الجوي					
يوم ٢٠٢٢/٠٤/٣٠	التراكيز	منخفض	متوسط	المجموع		
	المساحة كم٢	14532.94	119455.5	133988.42		
	%	11%	89%	100%		
يوم ٢٠٢٢/٠٥/١	التراكيز	منخفض	متوسط	عالي	عالي جدا	المجموع
	المساحة كم٢	12053.42	12156.91	12832.40	97082.46	134125.19
	%	9%	9%	10%	72%	100%
يوم ٢٠٢٢/٠٥/٢	التراكيز	منخفض جدا	منخفض	متوسط	المجموع	
	المساحة كم٢	33057.16	42418.93	58509.56	133985.65	
	%	25%	32%	44%	100%	
يوم ٢٠٢٢/٠٥/٣	التراكيز	منخفض جداً	منخفض	متوسط	المجموع	
	المساحة كم٢	64950.03	33629.81	35436.54	134016.38	
	%	48%	25%	26%	100%	
يوم ٢٠٢٢/٠٥/٤	التراكيز	منخفض جدا	منخفض	متوسط	المجموع	
	المساحة	64973.16	23092.60	45918.52	133984.28	
	%	48%	17%	34%	100%	
يوم ٢٠٢٢/٠٥/٥	التراكيز	منخفض جدا	تركز منخفض	تركز متوسط	تركز عالي	المجموع
	المساحة	60977.02	15055.36	49284.13	8798.75	134115.26
	%	45%	11%	37%	7%	100%
يوم ٢٠٢٢/٠٥/٦	التراكيز	منخفض جدا	منخفض	متوسط	عالي	المجموع
	المساحة	48060.60	9680.78	69697.35	6680.10	134118.83
	%	36%	7%	52%	5%	100%
يوم ٢٠٢٢/٠٥/٧	التراكيز	منخفض جداً	منخفض	متوسط	المجموع	
	المساحة	73203.20	12047.54	48842.30	134093.04	
	%	55%	9%	36%	100%	
يوم ٢٠٢٢/٠٥/٨	التراكيز	متوسط	منخفض	منخفض جداً	المجموع	
	المساحة	15336.17	7781.28	110948.58	134066.03	
	%	11%	6%	83%	100%	

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الخرائط (١ ، ٢ ، ٣).

الشكل (١)

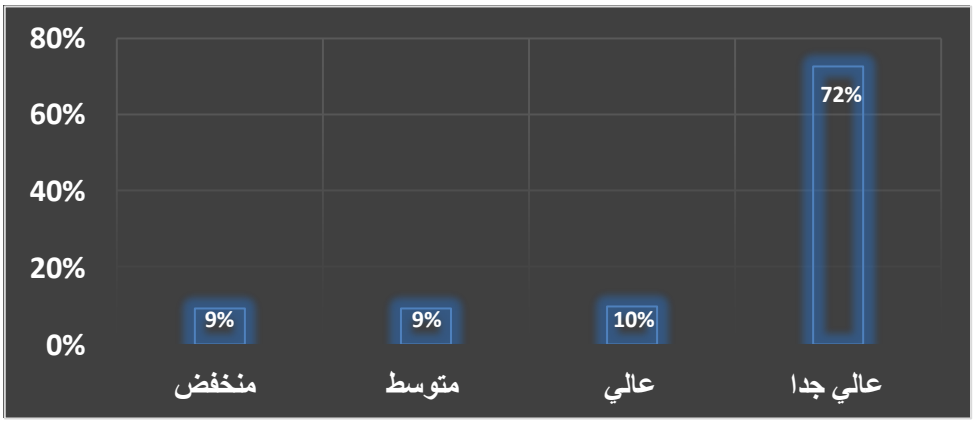
النسبة المئوية للتراكيز الهباء الجوي (مايكرون) فوق منطقة الدراسة في يوم٣٠ /٤/ ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (١)

الشكل (٢)

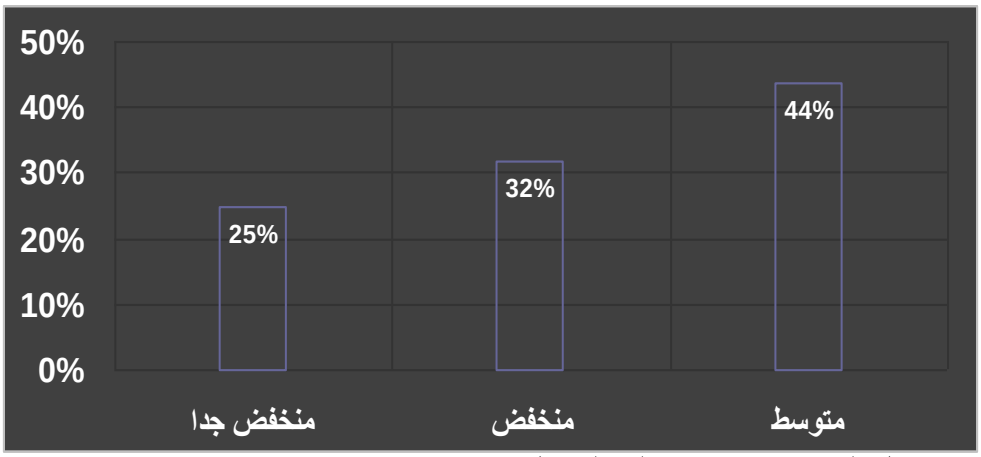
النسبة المئوية للتراكيز الهباء الجوي (مايكرون) فوق منطقة الدراسة في يوم ١ /٥/ ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (١).

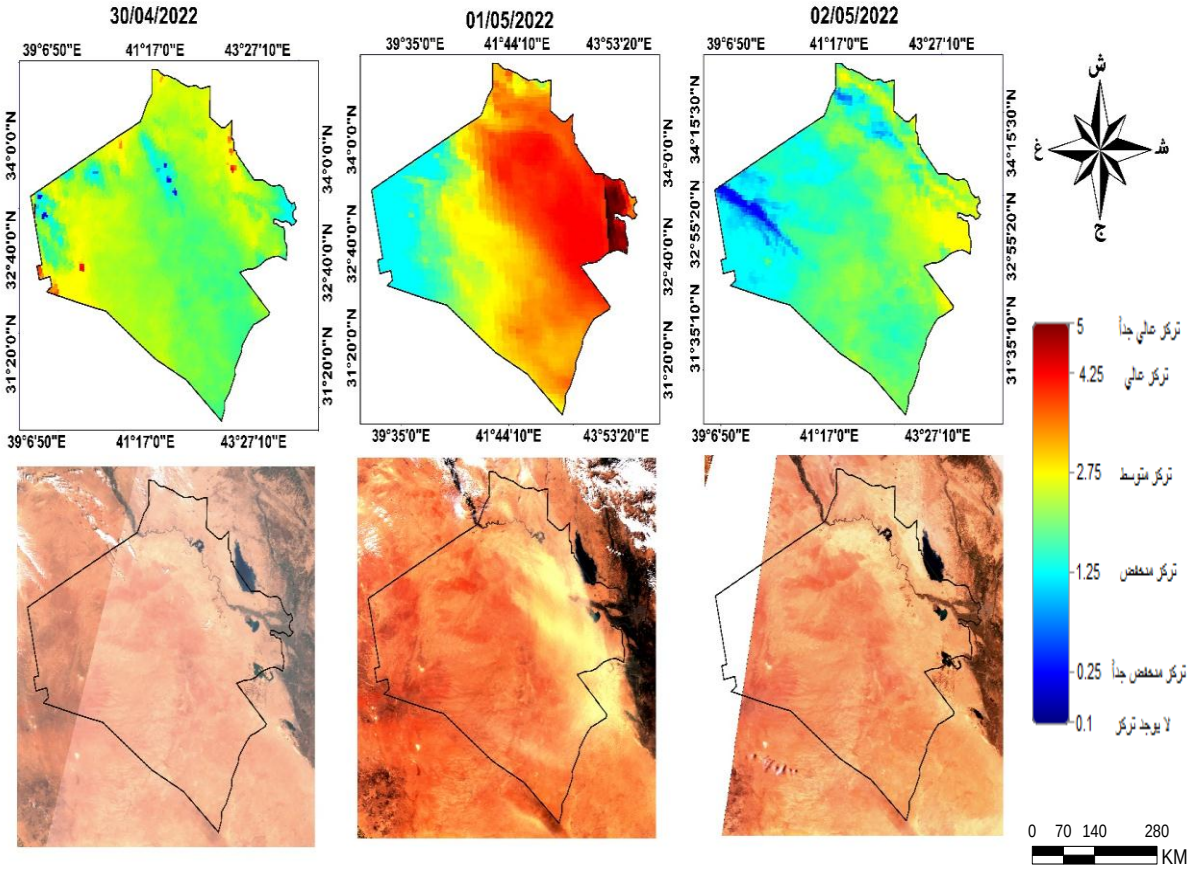
الشكل (٣)

النسبة المئوية للتراكيز الهباء الجوي (مايكرون) فوق منطقة الدراسة في يوم ٢ /٥/ ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (١).

خريطة (١)
تراكيز الهباء الجوي المرافق للعاصفة الغبارية بتاريخ ٠٤/٣٠ ــ ٢/٥/ ٢٠٢٢



المصدر:من عمل الباحثة بالاعتماد على مؤشر(AI) ومرئيات فضائية للقمر الاصطناعي Sentinel-3.

صور (١)
توضح العاصفة الغبارية التي تعرضت لها محافظة الانبار بتاريخ ١ /٥/ ٢٠٢٢

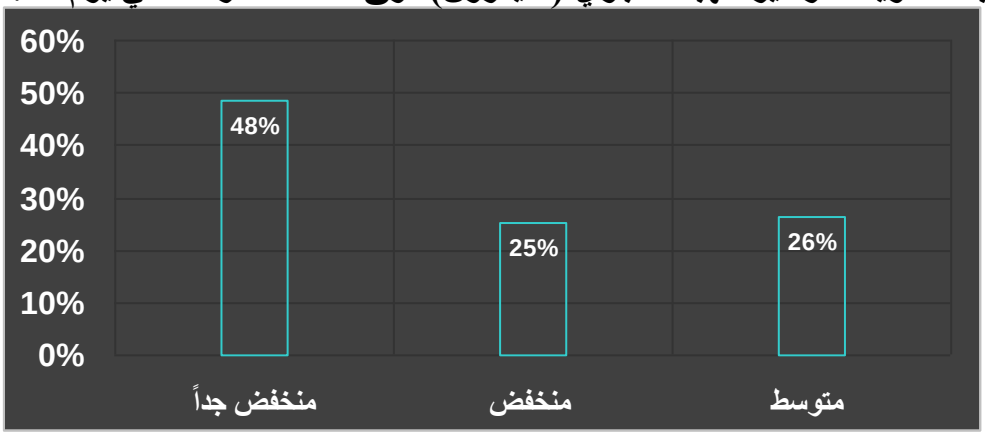
صور التقطت بتاريخ ١-٢ مايو ٢٠٢٢.

أما في يوم ٣ و ٤ /٥/ ٢٠٢٢ فقد انخفض نسبة تركز الهباء الجوي فوق منطقة الدراسة، فقد احتل التركز المنخفض جداً اعلى مساحة فوق المنطقة والبالغ (٦٤٩٥٠.٠٣، ٦٤٩٧٣.١٦)كم^{٢} وبنسبة (٤٨%) على التوالي، يليه التركز المتوسط بمساحة تقدر (٤٥٩١٨.٥٢، ٣٥٤٣٦.٥٤)كم^{٢} بنسبة(٢٦% ، ٣٤%)على التوالي،وجاء التركز المنخفض في المرتبة الأخيرة من حيث المساحة نحو(٣٣٦٢٩.٨١ ، ٢٣٠٩٢.٦٠)كم^{٢} بنسبة (٣٧% ، ١٧%)على التوالي،كما في الشكل(٤ ، ٥، ٦)،والخريطة(٢) والصورة(٢)

اما في يوم ٥ /٥/ ٢٠٢٢ فقد أزداد تركز الهباء الجوي فوق المحافظة نتيجة العاصفة الغبارية التي اجتاحت العراق بصورة عامة ومحافظة الانبار بصورة خاصة ، يتبين من الجدول (١)،و الاشكال (٤،٦،٥) جاء ان التركز المنخفض جداً بأعلى مساحة بلغت (٦٠٩٧٧.٠٢)كم^{٢} وبنسبة (٤٥%)، يليه التركز المتوسط بمساحة بلغت (٤٩٢٨٤.١٣)كم^{٢} وبنسبة (٣٧%) ، ومن ثم التركز المنخفض (١٥٠٥٥.٣٦)كم^{٢} وبنسبة (١١%) ، وأدنى مساحة جاءت للتركز العالي نحو (٨٧٩٨.٧٥)كم^{٢} وبنسبة (٧%)، خريطة (٢)، وصورة(٢)، ويرجع سبب تعرض المحافظة للعواصف الغبارية إلى استمرار ظاهرة التصحر و زيادة الأراضي المتصحرة والجفاف وارتفاع درجات الحرارة، وقلة الغطاء النباتي مع عدم وجود الحزام الأخضر أو المسطحات المائية التي تقلل من هذه الظاهرة ، والتي هي من أهم الأسباب التي تؤدي لحدوث العواصف الرملية في المحافظة .

الشكل (٤)

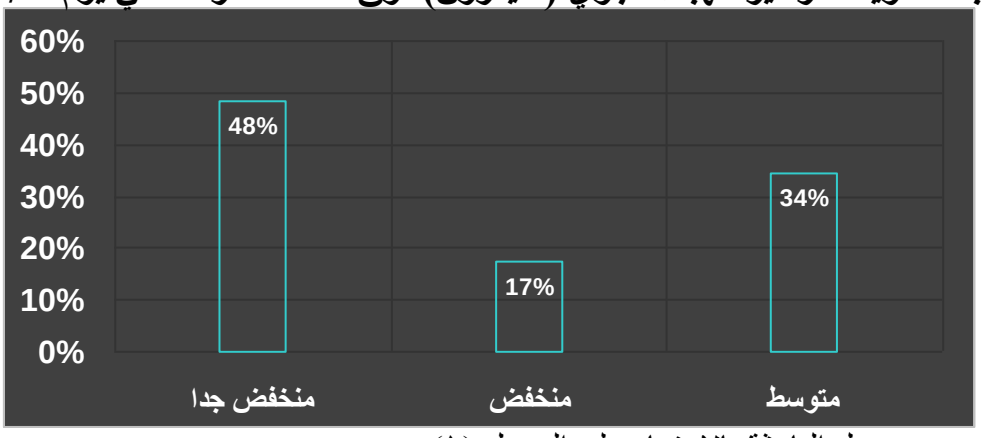
لنسبة المئوية للتراكيز الهباء الجوي (مايكرون) فوق منطقة الدراسة في يوم ٣ /٥/ ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (١).

الشكل (٥)

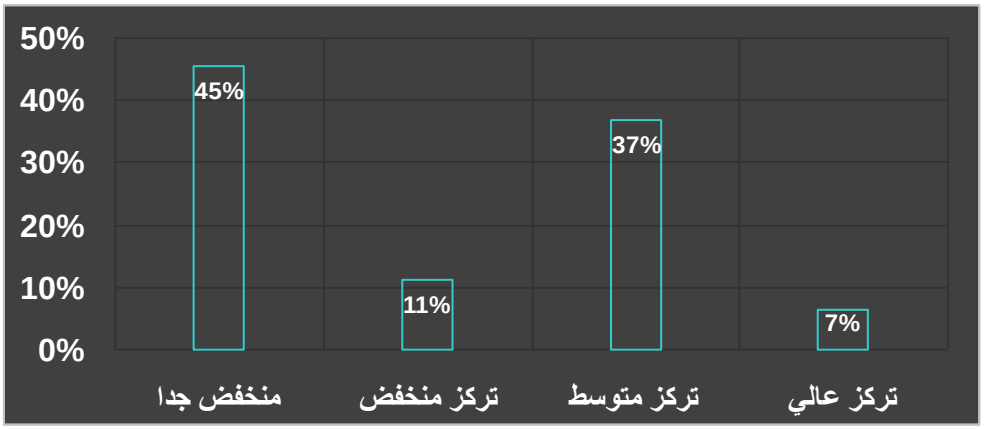
النسبة المئوية للتراكيز الهباء الجوي (مايكرون) فوق منطقة الدراسة في يوم ٤ /٥/ ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (١).

الشكل (٦)

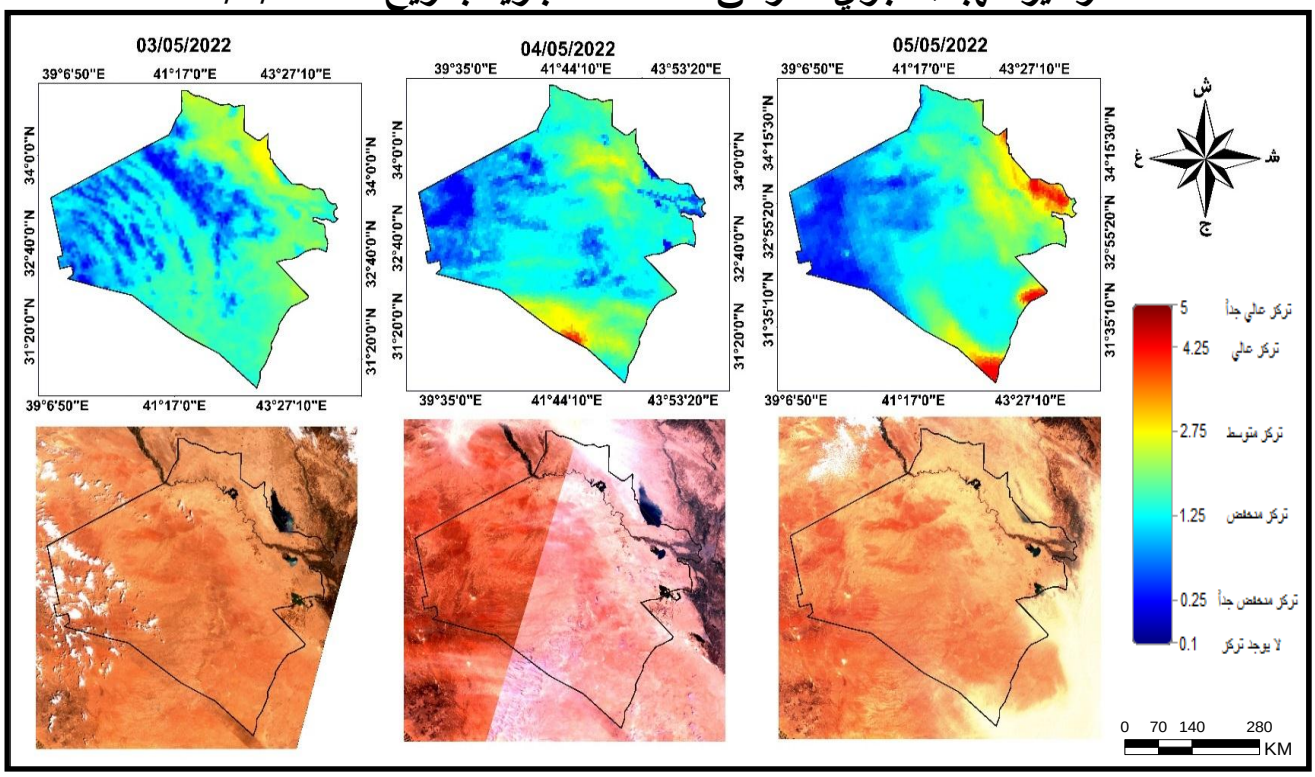
النسبة المئوية للتراكيز الهباء الجوي (مايكرون) فوق منطقة الدراسة في يوم ٥ /٥ /٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (١).

خريطة (٢)

تراكيز الهباء الجوي المرافق للعاصفة الغبارية بتاريخ ٣ – ٥ /٥/ ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على مؤشر (AI) ومرئيات فضائية للقمر الاصطناعي Sentinel-3.

صورة (٢)

توضح العاصفة الغبارية التي تعرضت لها محافظة الانبار بتاريخ ٥ /٥/ ٢٠٢٢

الصورة التقطت بتاريخ ٥ /٥/ ٢٠٢٢.

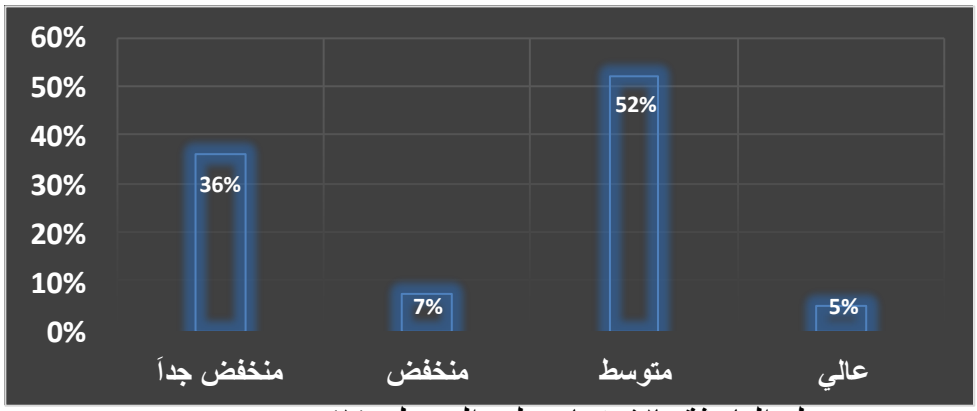
ويتضح من الجدول (١) والاشكال (٧،٨،٩) انخفاض التركز العالي للهباء الجوي في يوم ٦ /٥/ ٢٠٢٢ نحو (٥%) مما كان علية في اليوم الذي سبقه، وأزداد مساحة التركز المتوسط نحو (٥٢%)، تليها التركز المنخفض جداً (٣٦%)، ومن ثم التركز المنخفض نحو (٧%)، وهذا يشير إلى أن العاصفة التي تعرضت لها المنطقة بتاريخ ٥ /٥/٢٠٢٢ أثرت على تركز الهباء الجوي في الطبقات الجو العليا فوق المنطقة لليوم الذي سبقة، الصورة (٢).

أما في يوم ٧ /٥/ ٢٠٢٢، فقد انخفضت نسبة تركز الهباء الجوي فوق المنطقة ، إذ احتل التركز المنخفض جداً أعلى مساحة والبالغة (٧٣٢٠٣.٢٠) كم^{٢} وبنسبة (٥٥%)، يليه التركز المتوسط نحو (٤٨٨٤٢.٣٠) كم^{٢}، وأدنى تركز للفئة المنخفضة والبلغة (١٢٠٤٧.٥٤) كم^{٢} وبنسبة (٩%).

وانخفض تركز الهباء الجوي بشكل كبير فوق المنطقة في يوم ٨ /٢٠٢٢/٥، كما يتبين من الجدول (١) والشكل (٩) و الخريطة (٣) ، وقد أحتل التركز المنخفض جداً أعلى مساحة والبالغة (١١٠٩٤٨.٥٨) كم^{٢} وبنسبة (٨٨%)، يليه التركز المتوسط نحو (١٥٣٣٦.١٧) كم^{٢} وبنسبة (١١%)، وأدنى تركز كان للفئة المنخفضة بحو (٧٧٨١.٢٨) كم^{٢} وبنسبة (٦%).

الشكل (٧)

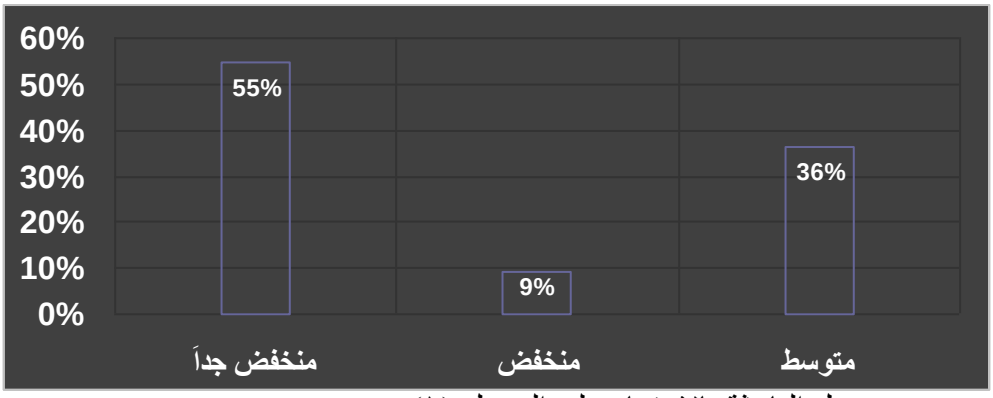
النسبة المئوية للتراكيز الهباء الجوي (مايكرون) فوق منطقة الدراسة في يوم ٦ /٥/ ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (١).

الشكل (٨)

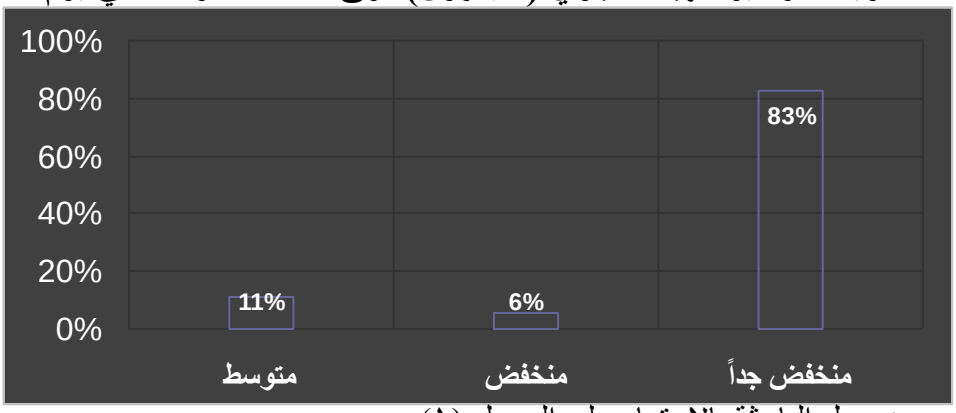
النسبة المئوية للتراكيز الهباء الجوي (مايكرون) فوق منطقة الدراسة في يوم ٧ /٥/ ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (١).

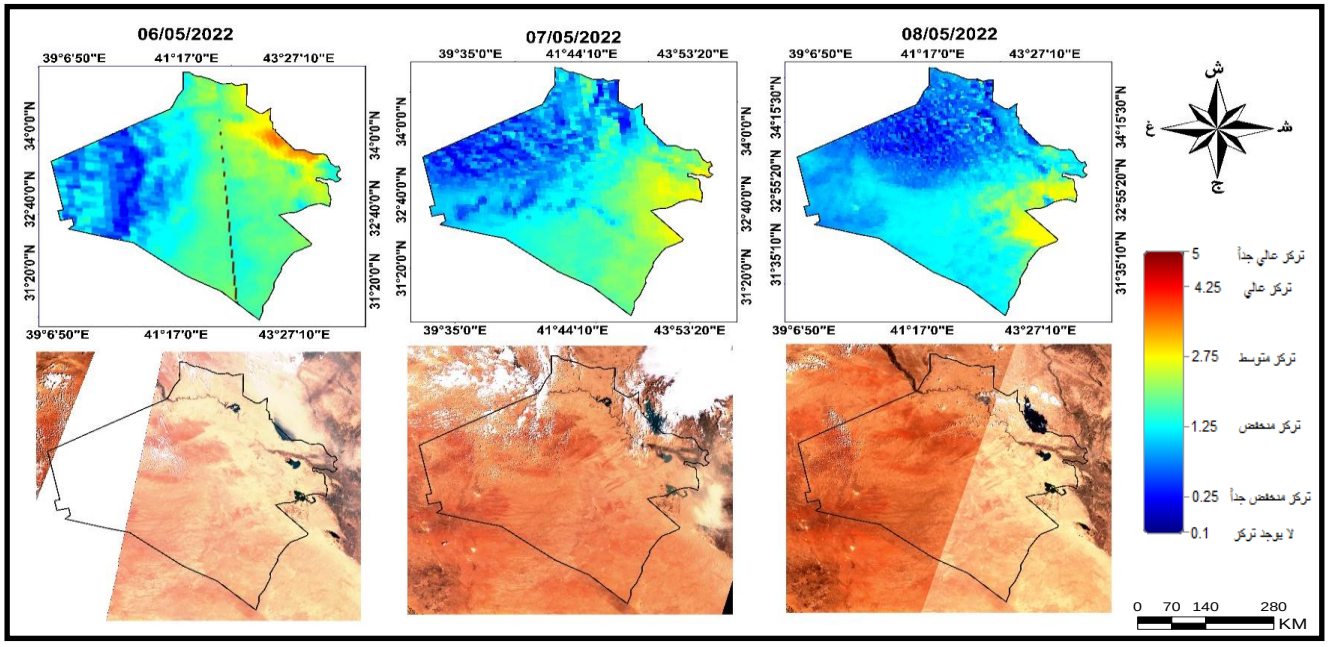
الشكل (٩)

النسبة المئوية للتراكيز الهباء الجوي (مايكرون) فوق منطقة الدراسة في يوم ٨ /٥/ ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (١).

خريطة (٣) تراكيز الهباء الجوي المرافق للعاصفة الغبارية بتاريخ ٦ – ٨ /٥/٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على مؤشر (AI) ومرئيات فضائية للقمر الاصطناعي Sentinel-3.

المحور الثالث: الأثار البيئية الناجمة عن الهباء الجوي في منطقة الدراسة

أولاً: تأثير الهباء الجوي على المناخ:

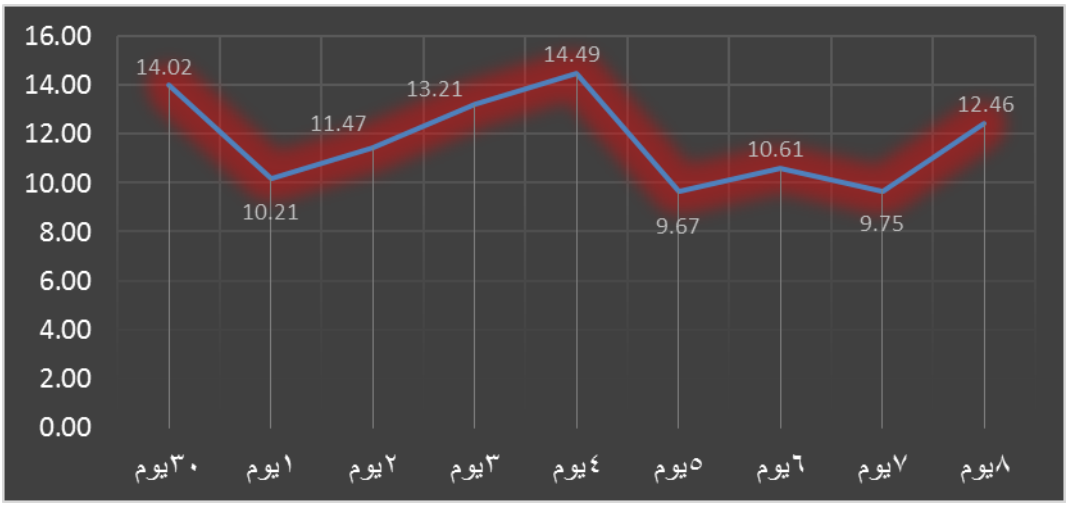
إن للخصائص المناخية دوراً بارزاً في التأثير على توزيع الملوثات ومستويات تراكيزها. فالحالة الجوية السائدة تحدد كثافة الملوثات في الهواء، وتعد الحرارة، واتجاه الرياح وسرعتها من أهم العناصر المؤثرة على شدة تركيز الملوثات في الهواء.

وتؤثر العواصف الغبارية والغيوم في تقليل كمية الإشعاع الفعلي الواصل الى الأرض، إذ أن الإشعاع الشمسي يشترك في عملية تكوين (الضبخان) ، حيث تتكون الكيمياء الضوئية بين الضباب والدخان.

كما توجد علاقة وثيقة بين درجات الحرارة وزاوية سقوط الإشعاع الشمسي ، فكلما زادت زاوية سقوط الإشعاع الشمسي ارتفعت درجات الحرارة، أي هناك علاقة طردية ، ويتضح من الشكل (١٠) أن معدل العام لدرجات الحرارة خلال مدة الدراسة (١١.٧٦)مْ ، تنخفض معدل درجات الحرارة خلال فترة العواصف التي واجهتها المحافظة ليوم ١ و ٥ و ٧مايو نحو (١٠.٢١ ، ٩.٦٧ ، ٩.٧٥)مْ على التوالي ، ومن ثم بدأت ترتفع درجات الحرارة بعد زوال العواصف الترابية كما في يوم ٨ /٢٠٢٢/٥ (١٢.٤٦)مْ، ويرجع سبب انخفاض درجات الحرارة خلال فترة العواصف وجود ذرات الغبار العالقة في الجو التي تعمل على حجب الاشعاع الشمسي الفعلي الذي يصل الى الأرض وبالتالي يؤدي الى ارتفاع درجات الحرارة.

الشكل(١٠)

المعدلات اليومية لدرجات الحرارة لمحطات منطقة الدراسة للمدة ٣٠ /٤ــ ٨ /٥/ ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على وكالة ناسا:

https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer./

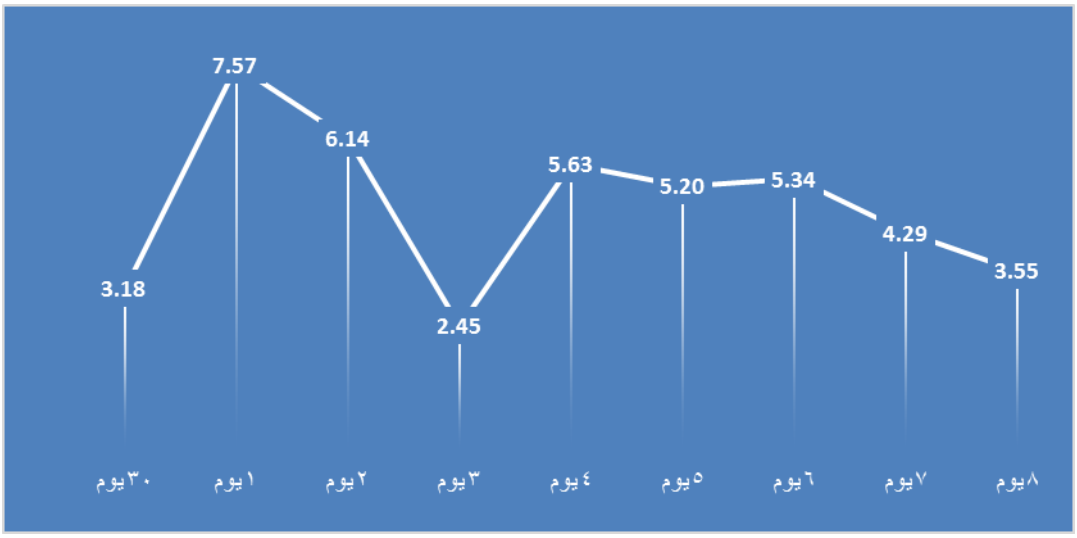
أما سرعة الرياح فلها علاقة عكسية ، أي كلما زادت سرعة الرياح في المناطق الملوثة قل تركيز ملوثات الهواء فيها، وذلك بسبب تشتيت الملوثات وانتشارها، ولكن في نفس الوقت ، كلما زادت سرعة الرياح تعمل على إثارة الغبار.

ومن خلال الشكل (١١) نلاحظ ان معدل سرعة الرياح خلال فترة الدراسة (٥.٤٨) م/ثا، وترتفع سرعة الرياح إلى أعلاها خلال فترة العاصفة الغبارية في يوم ٢/٥/ ٢٠٢٢

نحو (٧.٥٧)م/ثا، وكذلك في اليوم الذي يليه نحو (٦.١٤)م/ثا ، وبعد ذلك بدأت سرعة الرياح بالانخفاض كما هو في يوم ٣ مايو نحو (٢.٥٤)م/ثا، وفي يوم (٤، ٥ ، ٦) بدأت سرعة الرياح بالارتفاع نتيجة العواصف الغبارية التي اجتاحت العراق وبالأخص منطقة الدراسة نحو (٥.٦٣ ، ٥.٢٠ ، ٥.٣٤)م/ثا على التوالي ، وبعد ذلك انخفضت سرعتها في الايام التي تلت حدوث العواصف الغبارية ، نتيجة تجاوز سرعة الرياح (٤.٥ متر/ثانية) ويتدهور مدى الرؤية خلالها إلى أقل من كيلو متر واحد ، مما يعني أن كمية الدقائق التي يحملها الهواء تصل إلى أكثر من 56000 مايكروغرام[*] المتر .

الشكل(١١)

سرعة الرياح لمحطات منطقة الدراسة للمدة ٣٠ نيسان– ٨ /٥/ ٢٠٢٢



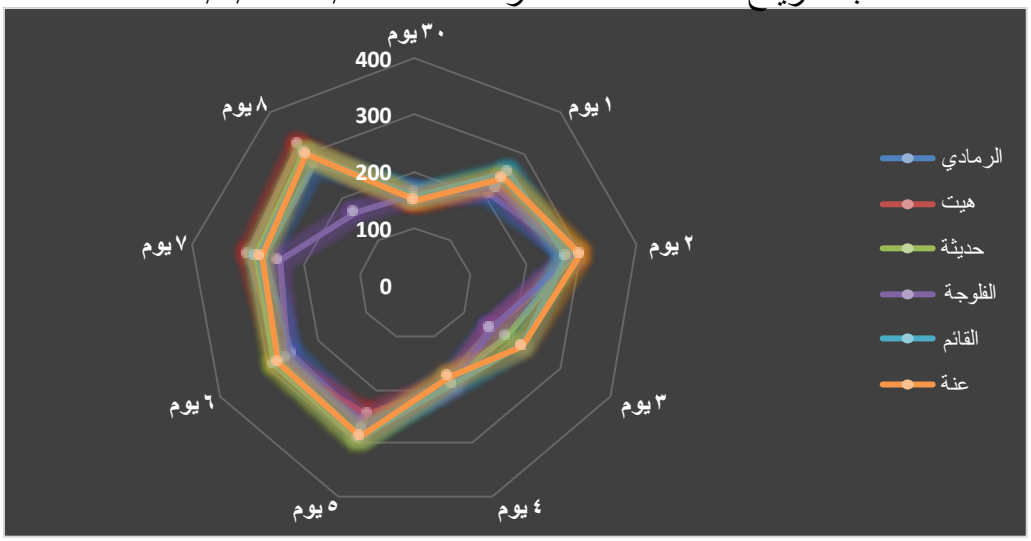
المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على وكالة ناسا:

https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer./

أما اتجاه الرياح فإن لها أهمية كبيرة في نشر وتوزيع ملوثات الهواء ، حيث نجد أن المناطق التي تقع في مهب الرياح تتأثر بالملوثات، كما إن الملوثات تنتقل مع اتجاه الرياح السائدة في المنطقة التي تنبعث منها الملوثات، ونلاحظ من الشكل (١٢) أن اتجاه السائد للرياح في يوم العواصف الغبارية هو الغربية والجنوبية الغربية ، وتعرف الرياح الجنوبية الغربية والغربية بأنها الرياح التي تهب بين (١٨٠ – ٢٧٠مْ) وأن تكرارها يكون مرتبطاً بمرور الهواء الدافئ للمنخفض الجبهوي ، لذلك تكون مدة بقاء هذا النوع من الرياح قليلة في الأغلب، وقد يصاحبه سكون للهواء، وتتأثر هذه الرياح بالمنخفض السوداني ، الكتلة المدارية القارية(CT) من الاتجاه الجنوبي الغربي .

[*] **مايكروغرام = جزء بالمليون من الغرام.**

الشكل(١٢)
اتجاه الرياح لمحطات منطقة الدراسة للمدة ٣٠ /٤ – ٨ /٥/ ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على وكالة ناسا:
https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer./

ثانياً : تأثير الهباء الجوي على صحة الإنسان :

يتعرض سكان محافظة الأنبار للإصابة ببعض الأمراض التي تساهم فيها ملوثات الهواء (الهباء الجوي)، الناتجة عن الغبار و الدقائق العالقة الى الأمراض الآتية :

أ- **أمراض الجهاز التنفسي:** يعد الجهاز التنفسي من أكثر أجهزة جسم الإنسان تعرضا إلى الإصابة بالأمراض، بسبب تلوث الهواء، من خلال التأثير المباشر للهواء الملوث الداخل إلى الرئتين إذ يسبب أمراضا عدة منها ، الربو ، ذات الرئة ، التهاب القصبات، والشعب الرئوية الحاد ، التهاب الجيوب الأنفية المزمن ، الانتفاخ الرئوي، وأمراض رئوية انسداديه مزمنة أخرى مثل:

- **الربو (Asthma):** وهو حالة تنفسية شائعة يشعر المصاب بها بالصعوبة في التنفس، بسبب ضيق المسالك التنفسية الناتج عن احتقانها واحتوائها للمزيد من الإفرازات المخاطية الكثيفة بسبب الالتهاب، وكذلك بسبب حساسيتها المفرطة لبعض الأشياء كالغبار، وملوثات الهواء الأخرى، حيث تؤدي هذه الحساسية إلى تقلص العضلات الملساء المحيطة بالقصبات الهوائية و التهاب المسالك الهوائية، وتقلص العضلات المحيطة بها يتسببان في ضيقها ، ويعيقان حرية حركة الهواء خلالها، وفي اغلب مرضى الربو تحصل هذه الحالة على شكل نوبات وفي فترات متعاقبة ويعاني المرضى خلالها من السعال والعطاس والشعور بضيق في الصدر والصعوبة في استنشاق الهواء أو أخراجه من الرئتين ، وقد تستغرق نوبة الربو ساعات عدة[١٤] ، ترتبط الأسباب البيئية المحدثة للربو بالظروف المحيطة كالعواصف الغبارية التي تتعرض لها المحافظة.
- **ذات الرئة(Pneumonia) :** هي التسمية التي تطلق على مجموعة الالتهابات التي تصيب الرئة وهي على نوعين رئوية مباشرة ، كتلك التي تسببها أنواع من البكتريا،

والفطريات، أو ثانوية كتلك التي تنتقل من أجزاء أخرى من الجهاز التنفسي إلى الرئة لخلل ما كالتهاب الجيوب الأنفية ، والتهاب القصبات[١٥].

وقد ذكرت وكالة الأنباء العراقية عن مدير إعلام المحافظة (أنس قيس) سجلت المحافظة نحو ٧٠٠ حالة اختناق في يوم ٥ /٥/ ٢٠٢٢، وأشار إلى أنّ أكثر الحالات المصابة تعاني من أمراض مزمنة كالربو، فضلاً عن كبار السن الذين لديهم مشاكل صحية مؤكداً، عدم وجود أي مشكلة في توفير العلاج المطلوب، مثل الأوكسجين الطبي، وأن المؤسسات الصحية مازالت مستمرة في استقبال المصابين بحالات اختناق، وقد دعا "الذين يعانون من أمراض الربو إلى تجنب الخروج من المنازل، وارتداء الكمامة أو قطعة قماش مبللة ووضعها على الأنف والفم[١٦] ، كما في الصورة (٣) .

صور (٣)

توضح حالات الاختناقات إثر العاصفة الغبارية في محافظة الأنبار بتاريخ ٥ /٥/ ٢٠٢٢

المصدر: ايرث نيوز ، https://earthiq.news/archives/76423 .

ب-**أمراض العيون:** تعد ملوثات الهواء من المؤثرات المباشرة على العين، لتعرضها بصورة مباشرة إلى الغبار والدخان والأجسام الغريبة التي تؤدي إلى التهابات في الأجفان والملتحمة، إن بعض المواد الملوثة تؤدي إلى التهاب بحدقة العين والقزحية مثل الأحماض والقواعد والأمونيا وثنائي أوكسيد الكبريت، وكذلك يؤثر ثنائي أوكسيد الكبريت على شبكية العين مما يؤدي إلى تلفها ، ومن ثم الإصابة بالعمى[١٧] ، إن العوامل البيئية وأساليب الحياة وأنماطها والسلوك والممارسات اليومية للفرد قد تسبب أضرارا للعين ، ولكن الخطر الأعظم هو الالتهاب. ومن الأمراض التي تصيب العين التهاب الملتحمة، إذ تتعرض الملتحمة للعديد من المواد الضارة بها، مثل الدخان والهواء الملوث ، المواد الحمضية أو القلوية المستخدمة في الحياة اليومية أو المهنية، وخاصة تلوث الهواء في المدن المزدحمة،

إذ تتراوح الإصابات من احتقان خفيف بالملتحمة لتصل إلى التنخر بسبب حرق كيمياوي شديد وتتموضع بخاصة في الفرجة الجفنية إذا كان سائلا ، ويشكو المريض من تخريش مع شعور بحرقة، ومن إفرازات مائية بشكل دمع قد يكون غزيرا وذلك بحسب شدة الإصابة ، بالإضافة الى حالات الإصابة المرافقة في القرنية . وفي حالة التعرض لمخرش سائل كحمض أو مادة قلوية فإنه يتوجب غسل العين فورا بمصل فيزيولوجي أو بماء نظيف لفترة طويلة.

ومن أمراض العيون المرتبطة بالتلوث الرمد الربيعي (spring catarrh) هو حساسية تصيب ملتحمة العين، وتزداد أعراضه بشكل واضح في فصلي الربيع والصيف، ولاسيما في المناطق الحارة كمنطقة الدراسة، وقد يكون للأشعة فوق البنفسجية ووهج الشمس دور كبير في ذلك، فضلاً عن الغبار والأتربة وحبوب اللقاح[١٨].

الاستنتاجات:

١- اثبتت الدراسة ان تراكيز الهباء الجوي تصل اعلاها في يوم العواصف الغبارية ، إذ احتل التركيز العالي جداً نسبة بلغت (٧٢%) ومن ثم التركيز العالي (١٠%) والمتوسط (٩%) في يوم ١ مايو ٢٠٢٢ ، وكذلك في يوم ٥ و ٦ /٥/ ٢٠٢٢ م بلغ نسبة التركيز العالي (٧ % ، ٥%)على التوالي، أما التركيز المتوسط (٣٧%، ٥٢%)على التوالي.

٢- تعتمد جزيئات الهباء الجوي على نوعين من الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض ، وهي عملية تسمى التعكر الجوي الذي يؤدي إلى حجب الاشعاع الشمسي ، مما يؤدي الى خفض درجات الحرارة في منطقة الدراسة ، أو التأثير غير المباشر ويتعلق ذلك بدور الهباء الجوي باعتباره نوى للتكثيف السحابي (CCN) والذي يوفر اسطحاً تتكاثف عليها المياه مما يشجع على تكوين قطرات السحب .

٣- ان لسرعة الرياح علاقة عكسية ، أي كلما زادت سرعة الرياح في المناطق الملوثة قل تركيز ملوثات الهواء فيها، وذلك بسبب تشتيت الملوثات وانتشارها، ولكن في نفس الوقت كلما زادت سرعة الرياح تعمل على إثارة الغبار، علماً إن اتجاه الرياح السائدة شمالية غربية و غربية في منطقة الدراسة .

٤- اثبتت الدراسة إن هناك العديد من الأمراض التي لحقت بالإنسان جراء تلوث الهواء بالمواد العالقة في المحافظة مثل: الأمراض الجلدية وأمراض العيون واللوزتين وأمراض الجهاز التنفسي ، وبعض التأثير على الزراعة و المياه واستخدامات الأراضي .

التوصيات:

١- ضرورة اجراء دراسات مستفيضة عن الهباء الجوي بوصفه ظاهرة مهمة، وتطبيقها على عناصر المناخ المختلفة لتقدير أثر الهباء الجوي على عناصر المُناخ

٢- محاولة الاستفادة من معلومات و بيانات الأقمار الصناعية في تقدير كمية الهباء الجوي لمساعدة الباحثين في الحصول على البيانات المناخية بصورة أدق.

٣- ضرورة اجراء دراسات تفصيلية عن أثر الهباء الجوي على الكائنات الحية والمياه و استخدامات الأرض .

الهوامش:

(1) 5_ Lockwood, J.G., 1979 "Cause of climate" Winston and sons, Edward Arnold, London.

(2) Mather, J.R., 1974 "Climatology: Fundamentals And Applications" McGraw-Hill book Com. New York, London, Toronto.

(3) Sellers, H.N., and Robinson, P.J., 1986, "Contemporary Climatology" Longman Scientific

(4) Mather, J.R., 1974 "Climatology: Fundamentals And Applications" McGraw-Hill book Com.

(5) https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-5p.

(6) https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-5p/level-2/aerosol-index.

(7) https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-5p/level-2/aerosol-index.

(14) برهان جبر حسون، اعراض وامراض ، سلسلة ثقافية العامة، الموسوعة الثقافية، دار الشؤون الثقافية العامة، عدد ٦٨ ، بغداد، ٢٠٠٩ ، ص١٢-١٣.

(15) هاريسون، اضطرابات الجهاز التنفسي، ترجمة محمد عبدالرحمن العينية الطبعة العربية الأولى، دار القدس للعلوم،٢٠٠٩ ،ص٣٣.

(16) وكالة الانباء العراقية(إيرث نيوز).

https://earthiq.news/archives/76423

(17) عبد العظيم سمور سلهب، وآخرون، علم السموم الحديث، دار المستقبل للنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، عمان ، ١٩٩٠،ص٦٠.

(18) أسامة محمد أبو خالد، أمراض العين، مكتبة المجامع العربي للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠١٠،ص٧٠.