



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة ماستر أكاديمي مجال : علوم المادة

التخصص: فيزياء أرصاد جوية

من إعداد الطالبة: صالح صفاء

بعنوان:

## كثرة الغبار المتطاير في الجو وتأثيره على بعض العناصر المناخية(دراسة حالة )

نوقشت يوم : 07/06/2022

أمام اللجنة المناقشة:

رئيسا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر "أ"	د\ فقيه عبد العالي
مناقشا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر "أ"	د\ هبال بلخير
مشرفا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر "أ"	د\ بالحاج محمد مصطفى

الموسم الجامعي: 2022/2021

# إهداء

قال تعالى: (وقل اعملوا فسير الله عملكم ورسوله والمؤمنون ) صدق الله العظيم ،الهي لا تطيب الدنيا إلا بذكرك

ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك ولا تطيب الجنة إلا برؤية وجهك جل جلاله

أهدي ثمرة جهدي المتواضع إلى من فتح الأبواب في وجهي ومهد لي سبل النجاح ووضع أقدامي في مسلك العلم

وازدهر مستقبلي بجوده وعطاءه إلى من كلله الله بالهيبة والوقار إلى من أحمل اسمه بكل افتخار إلى قرة عيني أبي

الغالي

إلى من سهرت الليالي دون عناء إلى من سقتني حنانها وآوتني بجناحها إلى من تحملت أوجاعي وفرحت لي أفراحي التي

من شجعتني لي أخطي بخطوة إلى الأمام دون تراجع إلى ملاكي في الحياة إلى رمز الحب والشفاء إلى القلب الناصع

بالبياض إلى من كان دعائها سر نجاحي أمي الحبيبة

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي إلى إخوتي

إلى اسم آخر للحب وقطعة من قلبي خالتي

إلى الذين أحببتهم وأحبوني إلى رفيق دربي

# شكر وتقدير

أشكر الله عز وجل الذي بتوفيق منه وبفضل منه تمكنت من إنجاز هذه المذكرة،  
ونتقدم بكافة الشكر والعرفان للأستاذ المناقش ورئيس اللجنة على قبولهم مناقشة  
مذكرتي المتواضعة.

أتقدم بالعرفان والشكر الجزيل إلى الأستاذ المشرف الدكتور

بالحاج محمد مصطفى

أتقدم بجزيل الشكر والامتنان العظيم والتقدير العميق إلى الدكتور

فقيه عبد العالي

كما أتوجه بخالص الشكر وأسمى العبارات وفائق الشكر والعرفان الدكتور

هبال بلخير

## الفهرس

ii.....	إهداء
iii.....	شكر وتقدير
iv.....	الفهرس
viii.....	قائمة الأشكال
xi.....	قائمة الجداول
xii.....	قائمة المختصرات
xiii.....	قائمة الرموز
1.....	مقدمة عامة:

### الفصل الأول : عموميات حول الغبار الجوي

3.....	1-1. المقدمة:
4.....	2-1. تعريف الهباء الجوي:
5.....	3-1. تعريف الغبار الجوي:
6.....	4-1. أنواع الغبار.
7.....	5-1. مصادر الغبار على مستوى العالمي وشمال أفريقيا:
7.....	1-5-1. على المستوى العالمي:
8.....	2-5-1. على مستوى شمال أفريقيا:
10.....	6-1. أهم المناطق الصحراوية التي قد تكون مصدرا للغبار:

- 11.....7-1.مصادر انبعاثات الغبار:
- 11.....1-7-1. مصادر الغبار الصناعية:
- 11.....2-7-1. مصادر الغبار الطبيعية:
- 11.....8-1. آثار الغبار على البيئة والإنسان:
- 12.....9-1. العوامل المساعدة في حدوث الغبار:
- 13.....10-1. طرق الرصد :
- 13.....1-10-1. الاستشعار عن بعد:
- 13.....2-10-1. الرصد المكاني بواسطة مصيدة الغبار:
- 13.....3-10-1. جهاز TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance)
- 14.....
- 15.....11-1. الرياح:
- 15.....12-1. الحركة العامة للرياح:
- 16.....13-1. أنواع الرياح:
- 16.....14-1. سرعة الرياح:
- 17.....15-1. مدى الرؤية الأفقية:
- 17.....1-15-1. العوامل التي تؤثر على مدى الرؤية الأفقية:

## الفصل الثاني: العمليات الفيزيائية المتعلقة بتطاير الغبار الجوي

- 19.....1-2. مقدمة:

- 2-2. حجم الجسيمات:.....19
- 2-3. مؤشرات الكشف عن الغبار:.....20
- 2-3-1. السمك الضوئي:.....20
- 2-3-2. مؤشر الهباء *AI*:.....21
- 2-3-3. مؤشر الهباء *IDDI*:.....21
- 2-4. أنواع حركة جسيمات الغبار:.....24
- 2-5. آلية رفع جزيئات الغبار :.....27
- 2-6. الشروط الديناميكية لرفع الغبار:.....29
- 2-7. الشروط الحرارية لرفع الغبار:.....31
- 2-8. آلية ترسيب الغبار:.....33
- 2-9. العلاقة بين خصائص الرياح السطحية وتكرار الظواهر الغبارية :.....34
- 2-10. العوامل المناخية المتحكمة في نمط توزيع العواصف الترابية :.....34
- الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية
- 3-1. مقدمة :.....38
- 3-2. عرض منطقة الدراسة:.....38
- 3-3. أهم الخصائص الجغرافية:.....39
- 3-4. مصادر المعلومات:.....39
- 3-5. منطقة ورقلة:.....39

3-5-1. البيانات المناخية بمنطقة ورقلة (2016-2020).....40

3-6. تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية بمنطقة ورقلة في الفترة

44.....: (2020/03/6-2020/02/28)

3-7. دراسة العلاقة بين تكرار حالات الغبار وكل من سرعة الرياح ومدى الرؤية الأفقية

49..... ودرجة الحرارة مع معامل الارتباط في الفترة 2016-2020 بمنطقة ورقلة.....

53..... الخاتمة.....

56..... المراجع.....

..... الملخص:.....

## قائمة الأشكال

الفصل الأول : عموميات حول الغبار الجوي		
الصفحة	العنوان	الشكل
4	صورة للهباء الجوي	الشكل 1-1
5	صورة للغبار الجوي	الشكل 2-1
6	صورة توضح أنواع ذرات الغبار المترسب	الشكل 3-1
8	صورة توضح مصادر الغبار على مستوى العالم	الشكل 4-1
9	صورة لمؤشر IDDI توضح المصادر الرئيسية للهباء في شمال إفريقيا	الشكل 5-1
10	أهم المناطق الصحراوية	الشكل 6-1
12	الصورة تمثل العوامل المساعدة لتصاعد الغبار	الشكل 7-1
14	صورة مصيدة الغبار	الشكل 8-1
15	فريق TEOM الواقع في واغادوغو (بوركينافاسو): (أ) منظر للمأوى (ب) PM10	الشكل 9-1
16	صورة توضح الحركة العامة للرياح	الشكل 10-1
الفصل الثاني: العمليات الفيزيائية المتعلقة بتطاير الغبار الجوي		
22	المخطط الانسيابي لمؤشر الغبار IDDI	الشكل 1-2
23	المبدأ الفيزيائي للكشف عن الغبار في IRT	الشكل 2-2
24	رسم تخطيطي للعمليات الثلاثة التي تساهم في نقل انبعاث الهباء الجوي الصحراوي	الشكل 3-2
25	رسم تخطيطي يوضح كيفية تدحرج الجسيمات	الشكل 4-2
26	رسم تخطيطي يوضح عملية القفز	الشكل 5-2



27	رسم تخطيطي يوضح عملية التعليق	الشكل 2-6
30	توازن القوى التي تتعرض لها حبة الرمل ذات القطر DP تحت إجهاد القص	الشكل 2-7
30	تمثيل تأثير التربة على تدفق الهواء وإجهاد القص ( $\tau$ ) الذي يمارسه التدفق على الأرض	الشكل 2-8
32	دورة غبار الصحراء	الشكل 2-9
الفصل الثالث دراسة تأثير تطاير الغبار الجوي على بعض المعاملات المناخية		
38	الخريطة الجغرافية لمنطقة الدراسة	الشكل 3-1
40	تغيرات درجة الحرارة بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة الممتدة (2016-2020)	الشكل 3-2
41	تغيرات الرطوبة النسبية بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة	الشكل 3-3
42	وردة الرياح بمنطقة ورقلة	الشكل 3-4
42	تغيرات السرعة القصوى للرياح بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة الممتدة (2016-2020)	الشكل 3-5
43	تغيرات كمية التساقط بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة الممتدة (2016-2020)	الشكل 3-6
44	تغيرات مدة الشمس بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة الممتدة (2016-2020)	الشكل 3-7
45	تغيرات درجة الحرارة في الفترة الممتدة (2020/02/28-2020/03/06)	الشكل 3-8
46	تغيرات سرعة الرياح في الفترة الممتدة (2020/02/28-2020/03/06)	الشكل 3-9
47	تغيرات نسبة الرطوبة في الفترة الممتدة (2020/02/28-2020/03/06) 2020	الشكل 3-10

48	تغيرات مدة الشمس في الفترة الممتدة 2020/02/28- 2020/03/06	الشكل 3-11
49	العلاقة بين تكرار حالات الغبار وسرعة الرياح مع معامل الارتباط في الفترة 2016-2020	الشكل 3-12
50	العلاقة بين تكرار حالات الغبار ومدى الرؤية الأفقية مع معامل الارتباط في الفترة 2016-2020	الشكل 3-13
51	العلاقة بين تكرار حالات الغبار ودرجة الحرارة مع معامل الارتباط في الفترة 2016-2020	الشكل 3-14

## قائمة الجداول

الفصل الثاني : العمليات الفيزيائية المتعلقة بتطاير الغبار الجوي		
الصفحة	العنوان	الجدول
19	أحجام مختلفة من جزيئات الغبار	الجدول 1-2
20	أحجام مختلفة من غبار الصحراء حسب قطر الجسيمات	الجدول 2-2
28	سرعة عتبة الرياح لرفع الغبار لمختلف البيئات الصحراوية	الجدول 3-2
الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية		
39	أهم الخصائص الجغرافية بمنطقة ورقلة	الجدول 1-3

## قائمة المختصرات

المختصرات	التسمية باللغة الأجنبية	التسمية باللغة العربية
<b>IDDI</b>	<b>Infrared Difference Dust Index</b>	مؤشر غبار الفرق بالأشعة تحت الحمراء
<b>NASA</b>	<b>National Aeronautics and Space Administration</b>	الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء
<b>METEOSAT</b>	/	قمر صناعي أوروبي (الجيل الأول)
<b>ONM</b>	<b>Office National de la Météorologique</b>	الديوان الوطني للأرصاد الجوية
<b>IRT</b>	<b>Infra-Rouge Thermique</b>	الأشعة تحت الحمراء الحرارية
<b>IR</b>	<b>Infra-Rouge</b>	الأشعة تحت الحمراء
<b>AAI</b>	<b>Absorbing Aerosol Index</b>	مؤشر امتصاص الهباء الجوي
<b>OMM</b>	<b>Organisation Météorologique Mondiale</b>	المنظمة العالمية للأرصاد الجوية
<b>CLS</b>	<b>Couche Limite de Surface</b>	الطبقة الحدودية للسطح
<b>TOMS</b>	<b>Total Ozone Mapping Spectrometer</b>	مطياف الأوزون الكلي

## قائمة الرموز

الوحدة	تسمية الرموز	الرمز
$w/m^2$	قيمة الإشعاع بعد اختراق الوسط	$I(\lambda)$
$w/m^2$	الإشعاع الضوئي لمصدر ضوئي قبل اختراق وسط معين	$I_0(\lambda)$
$pa$	الجزء الضائع عبر الوسط عن طريق الامتصاص والانتشار	$\tau(\lambda)$
$N$	قوة الاحتكاك على السطح	$\vec{\tau}$
$N$	الثقل	$\vec{P}$
$N$	قوة التماسك بين الجزيئات	$\vec{I}_P$
$N$	القوى الشعيرية	$\vec{F}_C$
$m$	قطر حبة الرمل	$\vec{D}_P$
$N$	القوة الناتجة عن الحركة الميكانيكية للرياح	$\vec{F}_u$
$N$	القوة الناتجة	$\vec{F}_r$
$S$	متوسط عتبة الرياح الأفقية (m/s) على ارتفاع (z)	$u(z)$
$Pa/s$	معامل اللزوجة الحركية للهواء	$\mu_a$
$Kg/m^3$	الكتلة الحجمية للهواء	$\rho_{air}$
$m$	خشونة السطح	$Z_0, Z$
/	ثابت فون كارمان $k = 0.38$	$k$
$m$	الطول الخاص ب ( Monin–Obukhov )	$L$

$m^2/s$	تسارع الجاذبية	$G$
بدون وحدة	معامل الاستقرار ب ( Monin–Obukhov )	$Z$
$W$	تدفق الحرارة المضطرب	$Q_0$
/	الإشعاع المسترجع على طول الموجة المقاسة	$I_{MEAS}$
/	الإشعاع المسترجع على طول الموجة المحسوبة	$I_{CAL}$

# مقدمة عامة

### مقدمة عامة:

تقع الصحاري على مستوى العالم في المنطقة المدارية مما أهلها ان تحظى بخصائص مناخية وجيومرفولوجية يمكن أن يكون لها تأثيرات مختلفة على المناخ يتميز المناخ الصحراوي بندرة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة وشدة الجفاف. وينتج عنها ما يطلق بالعواصف الترابية أو الرياح الرملية .تكتسي دراسة العواصف الغبارية أهمية بالغة من الناحية الاقتصادية والاجتماعية وذلك ما تسببه هذه الظواهر من تأثير على نوعية الهواء وظهور بعض الأمراض التنفسية كما تسبب في إعاقة عجلة التنمية في القطاعات الإستراتيجية كالنقل الجوي والبري والزراعة ،ويؤدي إلى تلوث وتعتيم الهواء السطحي والشعور بحالات الضيق وعدم الارتياح. حيث في السنوات الأخيرة زاد الاهتمام بظاهرة الغبار في الغلاف الجوي وبذل جهود كبيرة لفهم العمليات المتعلقة بسلوك الظواهر الغبارية بشكل أفضل، كانت هذه الدراسات محدودة في الزمان والمكان وتأثيراته على بعض العناصر الجوية (درجة الحرارة، الرياح، الرطوبة... الخ). وتعد ظاهرة الغبار من السمات البارزة المرافقة لمناخ الأقاليم الجافة وشبه الجافة التي ترتبط بخصائص رطوبة. ويقصد بظاهرة الغبار ارتفاع الدقائق الغبار والرمل وغيرها من العوالق عن سطح الأرض وانتشارها في الجو مسببة هبوطا في شفافية الهواء ومدى الرؤية. فماهو الغبار الجوي؟ وكيفية تأثيره على بعض العناصر المناخية؟ وللإجابة على هذا التساؤل المطروح قمنا بتقسيم عملنا إلى ثلاث فصول حيث تطرقنا في الفصل الأول حول عموميات على الغبار الجوي وشرح أنواع الظاهرة الغبارية فما هو الغبار الجوي؟ وما مصادر انبعاث الغبار؟ وماهي الأجهزة التي تمكننا من قياس ورصد تركيز الغبار؟ أما في الفصل الثاني قمنا بدراسة العمليات الفيزيائية المتعلقة بتطاير الغبار ومعرفة وسائل قياس الاستشعار عن بعد والتطرق إلى أنواع حركة جسيمات الغبار والية رفع الغبار وآليات ترسيبه العواصف الترابية، وخصصنا الفصل الأخير في دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية بمنطقة ورقلة .



# الفصل الأول

عموميات حول الغبار

الجوي

## 1-1. المقدمة:

إن الصحراء أكبر مناطق العالم حيث تقع أكبر الصحاري في إفريقيا في جزئها الشمالي بمساحة  $9065000\text{km}^2$  ابتداء من المحيط الأطلسي في الغرب إلى البحر الأحمر في الشرق بطول  $4380\text{km}$  وبين البحر الأبيض المتوسط من الشمال وجبال الأطلس إلى وادي نهر النيجر والسودان من الجنوب بعرض  $1930\text{km}$  [1]. حيث تنشط العمليات الريحية في هذه المناطق لندرة الغطاء النباتي وتحرك الرياح حبيبات الرمل والغرين والطين حسب التصنيف الحجمي من التربة السطحية لتكون رواسب أو تذريتها على هيئة عواصف رملية وإثارة الغبار لمسافات بعيدة. إن العاصفة الغبارية هي مجموعة حبيبات رملية غرينية وطينية معدنية المصدر، في الأغلب عالقة في الهواء بارتفاع قد يصل إلى عدة مئات من الأمتار وأحيانا مئات الكيلو مترات، وبدرجة تركيز تختلف وفقا: لجهة القدوم، سرعة الرياح وجفاف المصدر. [2]

يلعب هذا الأخير دورا مهما في المناخ العالمي. يؤثر بدوره عامل شدة الإشعاع الشمسي وفي الغلاف الجوي. إن الغبار له دورا فعالا في الكثير من العمليات البيوكيميائية في عالم البحار وغيرها، بالرغم من أن الدراسات التي تناولت أهمية الغبار وخواصه على مستوى الصحراء الجزائرية، دراسة السلوك الزماني والمكاني له. أحرزت تقدما ملحوظا، إلا إن هذه الدراسات تناولت مصادر على مستوى العالمي أو الإقليمي والعوامل البيئية التي تؤثر على تكون الغبار في هذه المصادر والظواهر المناخية المؤثرة على انتشاره وحركته [2]

## 1-2. تعريف الهباء الجوي :

هو عبارة عن جسيمات صلبة أو سائلة ممتلئة في جزيئات الغبار والرمل والدخان والرماد والمواد العضوية والأملاح

المعدنية العالقة في الهواء [2]

يحتوي الغلاف الجوي على كميات ضخمة من ذرات الغبار الدقيقة جدا والتي تسمى ضباب (ذرات مادية) مكونة

من مواد صلبة غير غازية ولا عضوية، ومن العناصر المعدنية ومن تخرتات حمضية وهيدرو كربونية ودخان من مختلف

الأصناف والأحجام تقل أقطارها كثيرا عن  $100\mu\text{m}$  ويقدر تركيزها في الغلاف الجوي فوق اليابسة بحوالي 10

ألاف جسيمة /  $\text{cm}^3$ . [4]



الشكل (1-1): صورة للهباء الجوي .

### 1-3. تعريف الغبار الجوي:

الغبار الجوي هو عبارة عن جزيئات صغيرة جافة صلبة منتشرة في الهواء بواسطة قوى طبيعية مثل الرياح وثوران البراكين أو من صنع الإنسان مثل الحفر والتكسير والهدم والنقل والفرز والتعبئة... الخ. يتراوح حجم هذه الجزيئات ما بين  $1\mu\text{m}$  إلى  $100\mu\text{m}$  وتستقر ببطء تحت تأثير الجاذبية [5].

كما يعرف بالهباء الصحراوي وهو نوع من الأنواع النادرة المتواجدة في غلاف الجوي في شكل جسيمات المعروف باسم صحاري الابتدائية مثل ملح البحر يتراوح قطرها بين بضعة أعشار وعشرات من ميكرومتر. [6]

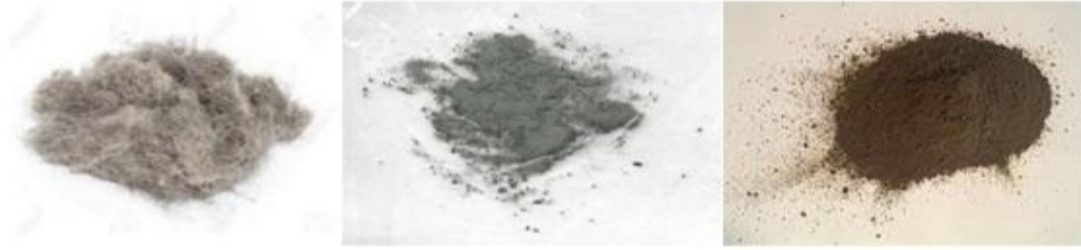


الشكل (1-2): صورة للغبار الجوي

الغبار ذو تراكيب مختلفة في الكثافة ومختلفة أشكال وأبعاد حسب طريقة تكوينها وتتميز بقطرها الديناميكي الهوائي تصنف بنوعين من الجزيئات مختلفة التكوين:

❖ جزيئات كبيرة من أصل طبيعي تنبعث من العمليات الميكانيكية والبيولوجية.

❖ جزيئات دقيقة منبعثة من الاحتراق أو مخلفات صناعية. [7]



الشكل (1-3): صورة توضح أنواع ذرات الغبار المترسب [8].

والغبار المترسب يتكون من جزيئات كبيرة الحجم يتراوح قطرها  $0.1 \mu$  إلى  $250 \mu$  الأكثر تأثيرا بظاهرة الترسب [8]

#### 1-4. أنواع الغبار

##### ✓ الغبار المتصاعد

تحدث هذه الظاهرة بسبب حالات عدم الاستقرار الناتجة عن التسخين الشديد لسطح الأرض وحصول تغيرات في قوى الضغط الجوي، مما يعمل على تكوين دوامات هوائية تعمل على رفع الدقائق الغبارية إلى ارتفاع يصل إلى 15m. [9]

عندما تتراوح سرعة الرياح ما بين  $25-75 \text{ km/h}$  قد يصل ارتفاع الغبار في هذه الحالة إلى  $75 \text{ m}$  فوق سطح الأرض وأحيانا إلى ارتفاع  $7 \text{ km}$  حسب سرعة الرياح. [2]

##### ✓ الغبار العالق

حببيات صغيرة جدا تقل أقطارها عن  $63 \mu\text{m}$  وجافة تؤدي إلى خفض مدى الرؤية الأفقية إلى حدود قد تصل إلى  $4 \text{ km}$  وتبقى عالقة في الجو لفترة زمنية طويلة لينة وزنها. [2]

### ✓ العاصفة الغبارية:

يحدث هذا النوع من الغبار نتيجة الرياح شديدة السرعة (37-60) km/h ويرتفع الغبار إلى عدة كيلومترات فوق سطح الأرض وعندها يصل مدى الرؤية الأفقية إلى أقل من 1.1km [2].

### ✓ الغبش:

هو عبارة عن سحابة من الغبار تتكون نتيجة ظروف مناخية معينة غالبيتها من وجود عوالق غبارية تعيق الرؤية حيث ينخفض مدى الرؤية الأفقية إلى حدود قد تصل إلى 4km ويبقى الغبار والعوالق الترابية في الجو لفترة زمنية طويلة لخفة وزنهما [2].

## 1-5. مصادر الغبار على مستوى العالمي وشمال افريقيا:

### 1-5-1. على المستوى العالمي:

ينشأ الهباء الجوي في العالم من 10 مصادر رئيسية

1. بحر سالتون (في جنوب كاليفورنيا )

2. باتاغونيا ( الأرجنتين تشيلي )

3. منطقة الساحل (غرب أفريقيا)

4. صحراء الكبرى (شمال أفريقيا)

5. صحراء ناميبيا (جنوب إفريقيا )

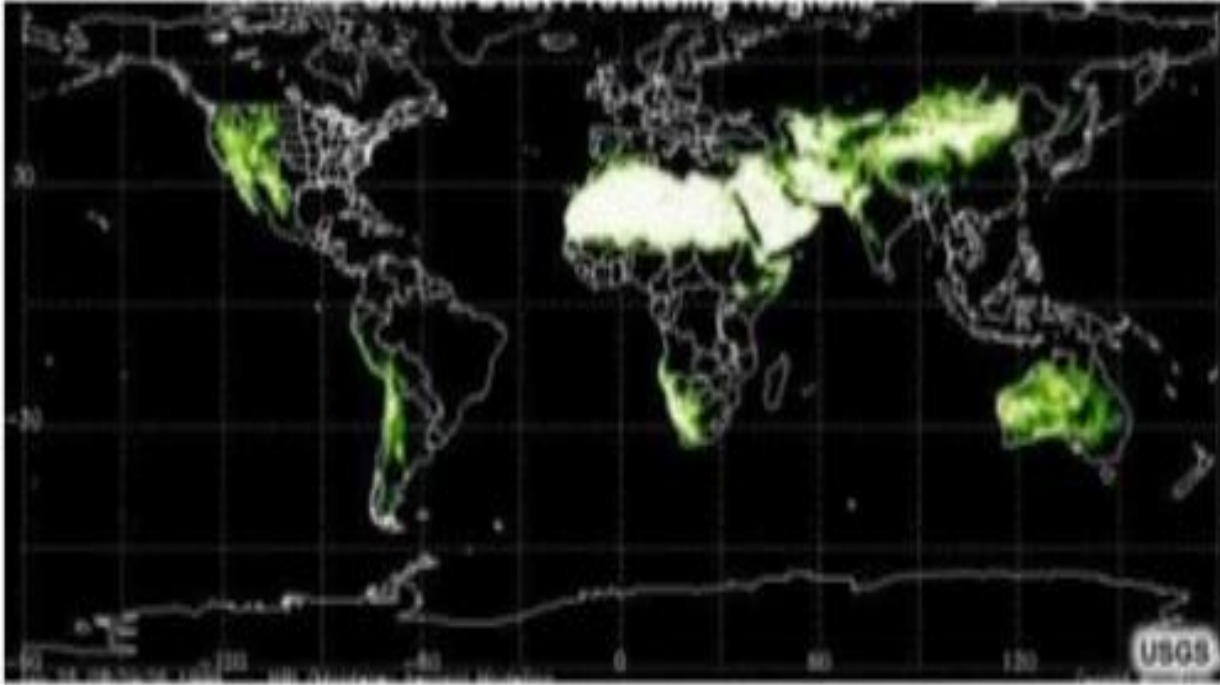
6. واد السند (باكستان)

7. صحراء تاكلاماكان (الصين)

8. صحراء جوبي (منغوليا)

9. حوض لاك إير (أستراليا)

10. ألتيلانو أنديس ( كورديليرا ) [10].



الشكل (1-4) : صورة توضح مصادر الغبار على مستوى العالم. [1].

### 1-5-2. على مستوى شمال أفريقيا:

تعتبر منطقة الصحراء في شمال إفريقيا المصدر الرئيسي للغبار الصحراوي في العالم حيث تنتج سنويا من الهباء الجوي ما بين 400 و700 مليون طن ، حيث أن الصحراء الكبرى أكبر صحراء في العالم بمساحة 8.5 مليون كيلومتر مربع . يجدها من الغرب المحيط الأطلسي ومن الشرق البحر الأحمر ومن الشمال البحر الأبيض المتوسط، ومن الجنوب منطقة الساحل الشبه القاحلة التي تمتاز بظهور بعض الغطاء النباتي. [11]

تقع مناطق المصدر الرئيسية لصحراء الساحل بالقرب من المناطق الجبلية وخاصة عند سفوح الجبال ناتج عن عاملين هما:

❖ الوجود الوفير للرواسب في هذه المناطق بسبب التآكل والانجراف.

❖ وجود الرياح السطحية القوية التي يتم تعزيز ترددها وشدتها من خلال التضاريس الجبلية. [11]

حدد أربعة مناطق مصدر رئيسية في شمال إفريقيا من مؤشر غبار *IDDI* المصور

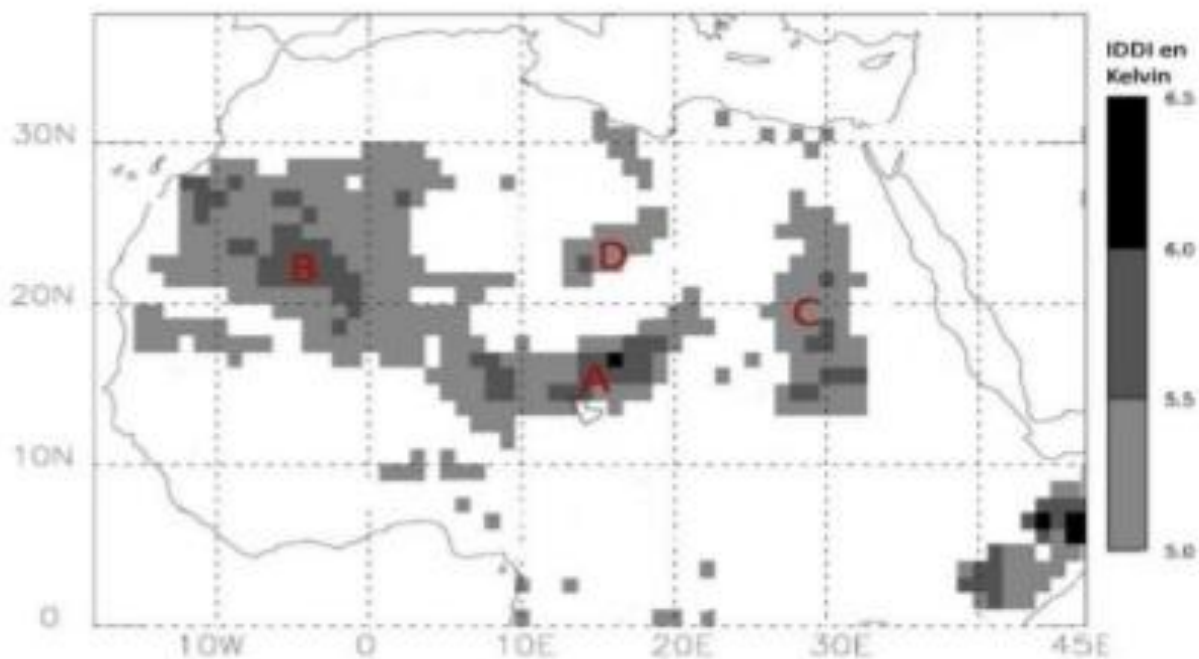
(METEOSAT) كما هو موضح في الشكل (1-4) وهي :

A. بيئة BILMA الممتدة من شمال شرق النيجر إلى غرب التشاد

B. عرق أكيدى وعرق شاش تقع في شمال موريتانيا ومالي وجنوب الجزائر

C. الصحراء الواقعة شمال السودان وجنوب مصر

D. الصحراء الواقعة في شمال النيجر وجنوب ليبيا. [12].



الشكل (1-5): صورة لمؤشر *IDDI* توضح المصادر الرئيسية للهباء في شمال افريقيا. [3]

(2000, Brooks et Legrand)



## 1-6. أهم المناطق الصحراوية التي قد تكون مصدرا للغبار:

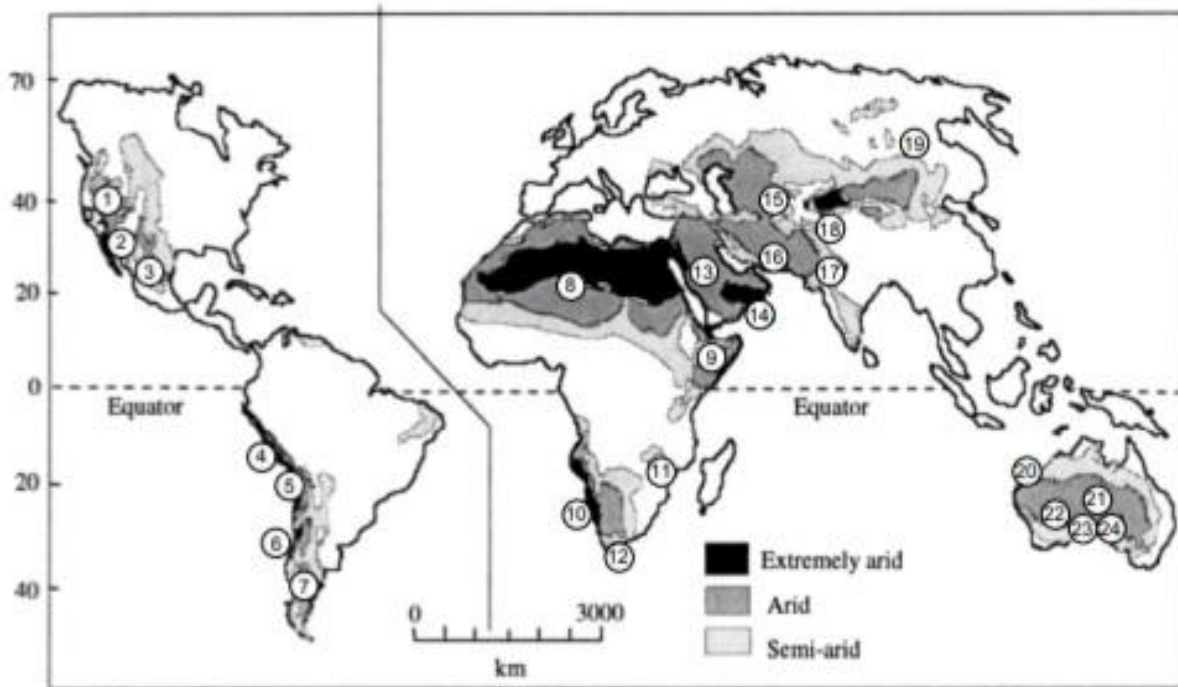
تمثل الأرقام الموضحة في الشكل ما يلي:

1- حوض العظيم، 2-سونورا، 3-الشيواوية، 4- بيرو، 5- أتاكاما، 6-مونتي، 7-باتاغونيا، 8- الصحراء الكبرى

9-الصومالية شبلي، 10- ناميب، 11- كلاهاري، 12-كارو، 13- العربية، 14-الربع الخالي الكبرى،

15-تركستان، 16- إيران، 17-ثار، 18- تكلمكان، 19- جوبي، 20-صحراء الرمل الكبرى،

21-سيمبسون، 22-جيسون، 23-صحراء فكتوريا الكبرى، 24- ستورت ستوني. [13]



الشكل (1-6): أهم المناطق الصحراوية. [13]

## 1-7-7. مصادر انبعاثات الغبار:

### 1-7-1. مصادر الغبار الصناعية:

أبعاد الغبار التي أنتجت في صناعة التي تسقط كلها تحت ظروف جوية عادية على مسافات صغيرة نسبياً من نقاط انبعاثها ومن أنواع الغبار المتواجد في بيئة العمل هي :

- ✓ الغبار المعدني مثل الرصاص والنيكل وغبار البريليوم.
- ✓ الأتربة الكيميائية الأخرى مثل المواد الكيميائية السائلة.
- ✓ الأتربة العضوية مثل الدقيق والخشب وغبار القطن.
- ✓ الأحياء البيولوجية مثل الجسيمات الحيوية. [5]

### 1-7-2. مصادر الغبار الطبيعية:

إن الغبار لا ينشأ فقط من عمليات العمل لكن قد يحدث طبيعياً مثل حبوب اللقاح والرماد البركاني والعواصف الرملية. [5]

## 1-8. أثار الغبار على البيئة والإنسان:

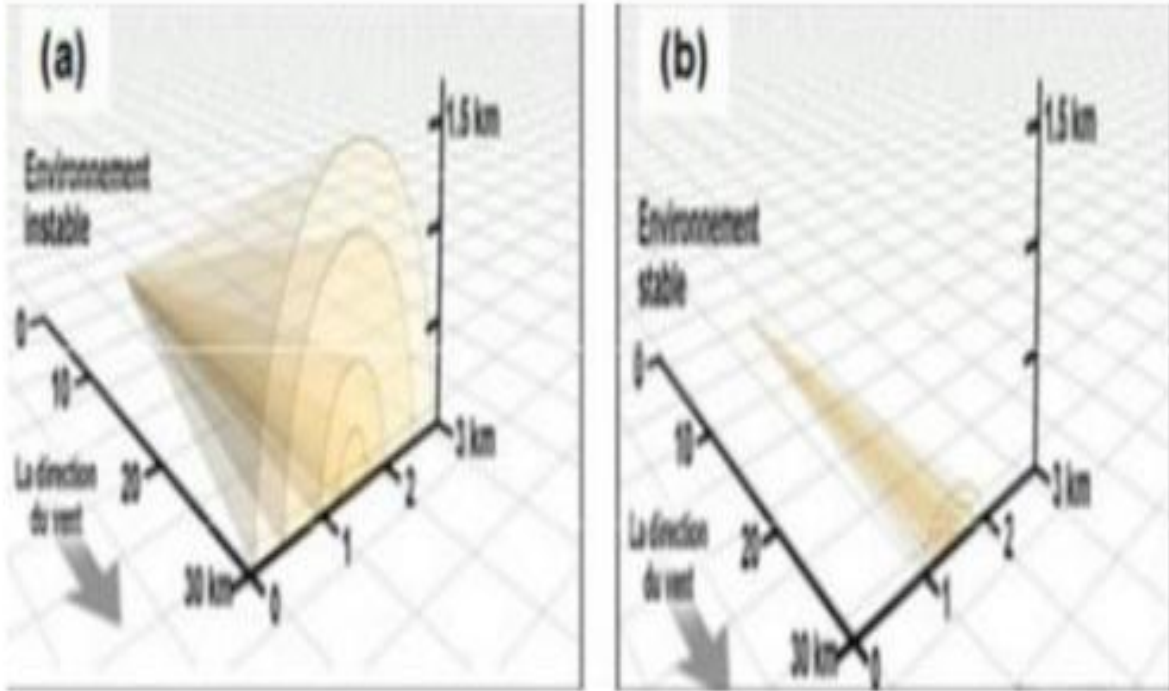
إن ظاهرة الغبار لها نتائج سلبية كثيرة على البيئة و من ضمنها الإنسان وأنشطته المختلفة ومنها:

- تغير عامل الشفافية الجوية والنتائج المترتبة على ذلك، إذ يتناقص مدى الرؤية إلى حد كبير أحيانا وربما تصل إلى درجة انعدامها، فضلا عن أثرها في تقليل كمية الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض .
- عرقلة عمليات النقل البري، البحري والجوي. فضلا عن التأثير السلبي على الخطوط الحديدية، وطريق السيارات، وارتفاع نسبة الحوادث المرورية، وعلى النقل الجوي سواء في عمليات هبوط وإقلاع الطائرات أو التأثير على مسار الطائرات تفاقم ظاهرة التصحر وزيادة حدته، والتأثير السلبي في الغطاء النباتي والثروة الحيوانية.

- تؤدي إلى إصابة السكان بالأمراض النفسية والعصبية فضلا عن الأمراض الجسدية كأعراض الجهاز التنفسي.
- تتسبب في تلوث الملابس والمنازل والشوارع والأسواق والسيارات وغيرها.
- تكرر هذه الظاهرة يؤدي إلى هجرة السكان إلى مناطق أخرى، وما يترتب على ذلك من نتائج سلبية متعددة. [14]

### 9-1. العوامل المساعدة في حدوث الغبار:

لحدوث الغبار لا بد من توفير عوامل وهي زيادة سرعة الرياح السطحية وتوفير السطوح الجافة المغطاة بالرمال فضلا من عدم استقرار الجو وهي خاصية تساعد على نشاطات التيارات الهوائية الصاعدة والهابطة وتؤدي بذلك إلى انتشار الأتربة والرمال في الغلاف الجوي. [15]



الشكل (1-7): الصورة تمثل العوامل المساعدة لتصاعد الغبار. [28]

## 1-10 طرق الرصد :

### 1-10-1 الاستشعار عن بعد:

يتم استخدام بيانات الأرصاد الجوية في المطار وصور الأقمار الاصطناعية منخفضة الدقة مثل METEOSAT (الصور المرئية والأشعة تحت الحمراء). من أجل تحديد العواصف الترابية ومساراتها ومصادرها الإقليمية والمحلية الكبرى والمتوسطة. وقد تم جمع صور العواصف الترابية من هذه الأقمار عبر مواقع معتمدة من الشبكة العنكبوتية مثل موقع NASA. وعليه تم الاستناد إلى هذه البيانات لإنتاج خارطة تحدد المسارات الرئيسية للعواصف

الترابية وتبين اتجاهاتها ومساراتها ومصادرها الإقليمية والمحلية الكبرى والمتوسطة وأوقاتها. وصنفت المسارات إلى نوعين وفقا لمساحة العاصفة الترابية التي يتم الكشف عنها باستخدام بالوسائل المشار إليها هذان النوعان هما : المسارات الرئيسية حيث تغطي العاصفة مساحة أكبر من أو يساوي  $3000\text{km}^2$ ، والمتوسطة تغطي مساحة أقل من  $3000\text{km}^2$ . [2]

### 1-10-2 الرصد المكاني بواسطة مصيدة الغبار:

يتم رصد معدلات الغبار المتساقط باستعمال مصيدة للغبار قطرها  $20\text{cm}$ . يتم وضعها على ارتفاع قدره  $240\text{cm}$  من مستوى الأرض تحتوي في داخلها على طبقتين من كرات الرخام لمنع خروج الغبار المتساقط بفعل الرياح. ولتخفيف اضطراب التربة الناجمة عن تركيب مصيدة الغبار عبر تسوية الأرض ورشها بالماء. يوضع قوس معدني حول المصيدة بهدف تجنب تساقط نفايات الطيور داخل المصيدة. لتوزيع مصائد الغبار يجب مراعاة معايير التالية:

- ❖ الابتعاد عن الطرق الصحراوية والرئيسية والمنشآت مثل الحواف الطبوغرافية والمساحات المزروعة لا يقل عن  $100\text{m}$  لتجنب الغبار الذي يثار عند عبور المركبات.
- ❖ التوزيع الجغرافي الذي يناسب تغطية هذه المصائد والأشكال المورفولوجية
- ❖ سهولة الوصول إلى الموقع. [6]



الشكل (1-8): صورة مصيدة الغبار. [6]

### 3-10-1. جهاز TEOM (Tapered Element Oscillating)

#### Microbalance

TEOM هو جهاز قياس التراكيز الكتلية للغبار على سطح الأرض يقوم بمعاينة ومقارنة معطيات الأقمار الصناعية ومخرجات النماذج العددية. تتم عملية القياس بالشكل الأتي : يقوم الجهاز بجذب عوالق الغبار ويحتوي على مرشح لاقط للغبار وتتم المعالجة لحساب لقياس تركيز الغبار. [16]



أ

ب

الشكل (1-9): فريق TEOM الواقع في دودوغو (بوركينافاسو): أ) منظر للمأوى ب) PM10

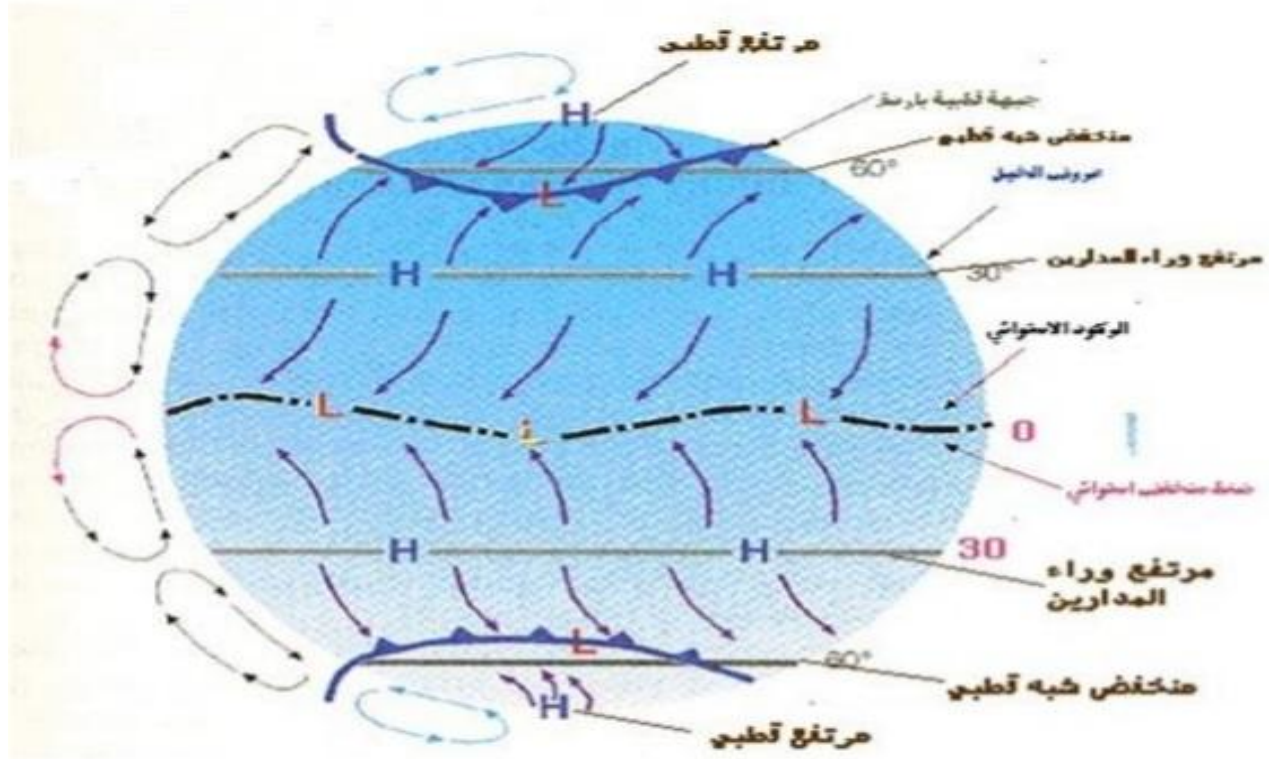
## 11-1. الرياح:

هو الحركة الطبيعية للهواء سواء كانت بطيئة أو سريعة والعامل الرئيسي لهبوب الرياح هو اختلاف الضغط من مكان إلى آخر.

تهب الرياح من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض القريبة منها تتبع نظاما ثابتا حيث تنحرف دائما إلى اليمين من هدفها في نصف الكرة الشمالي وإلى اليسار في نصف الكرة الجنوبي على حسب قانون نيفيري. [17]

## 12-1. الحركة العامة للرياح:

الرياح هي عبارة عن حركة الهواء الأفقية سواء كانت قرب سطح الأرض أو في طبقات الجو العليا ، لها دور كبير في حياة الإنسان، فهي تؤثر عليه بشكل مباشر وغير مباشر من خلال تأثيره على البيئة المحيطة به . يعتمد تأثير الرياح على الإنسان في ثلاثة عناصر أساسية هي: سرعة الرياح، واتجاهها، وما تجلبه الرياح من مؤثرات طقسية أخرى مثل السحب والرطوبة والحرارة وغيرها. [18]



الشكل (1-10) : صورة توضح الحركة العامة للرياح [1]

### 13-1. أنواع الرياح:

- ✓ الرياح الدائمة: تنقسم إلى الرياح التجارية ذات سرعة معتدلة تتراوح بين (16-24) km/h والرياح العكسية والرياح القطبية.
- ✓ الرياح الموسمية: تكون على نوعين هما: الرياح الموسمية الصيفية والرياح الموسمية الشتوية.
- ✓ الرياح المحلية: تتشكل بفعل اختلاف الضغط الجوي في مساحة صغيرة لوقت قصير. [19]

### 14-1. سرعة الرياح:

هي المسافة التي تقطعها جزيئات الهواء المتحركة أفقياً في وحدة الزمن. يعد الاختلاف في الضغط الجوي القوة المحركة للرياح من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض، وتزداد سرعة الرياح بزيادة شدة الاختلاف

هناك قوة ثانية تؤثر في سرعة الرياح، ألا وهي قوة الاحتكاك، وهي القوة التي تؤدي إلى التقليل من سرعة الرياح. ويبرز أقوى تأثير لسطح الأرض إلى ارتفاع يصل 1500m (واحد ميل) فوق سطح الأرض. أما القوة الثالثة المتمثلة بقوة كوريولس فهي لا تؤثر في سرعة الرياح ولكن تؤثر في انحراف اتجاهها. [20]

تقاس سرعة الرياح عند ارتفاع 10m عن سطح الأرض، كي لا تتأثر سرعة الرياح بالاحتكاك المباشر الناتج عن التلامس مع سطح الأرض، ويمكن قياس سرعة الرياح بواسطة أجهزة تعرف باسم الأنيموميتر. [20]

### 1-15. مدى الرؤية الأفقية:

في عالم الأرصاد الجوية يشير مدى الرؤية إلى شفافية الغلاف الجوي بالنسبة لرؤية الإنسان. ويعبر عنها أنها مسافة معينة تشير إلى قيمة معينة لمدى الرؤية إلى نفس ظروف الغلاف الجوي سواء بالليل أو بالنهار. ويعرف كذلك على أنها أكبر مسافة يمكن عندها رؤية وتمييز جسم أسود ذو أبعاد مناسبة وذلك بالنسبة لأفق السماء كخلفية للجسم ويجب أن يصنع الجسم زاوية عند عين الراصد قدرها نصف درجة على الأقل أفقياً ورأسياً في نفس الوقت، ويجب ألا يكون الجسم كبيراً في الاتجاه الأفقي إلى حد أنه يصنع زاوية أكبر من 5 درجات.

### 1-15-1. العوامل التي تؤثر على مدى الرؤية الأفقية:

الهطول، المطر، الرذاذ، الثلج، الضباب، العواصف الرملية والترابية، العجاج، الدخان، أملاح البحر، هبوب الرياح الشديدة... الخ. [21]



## الفصل الثاني

العمليات الفيزيائية المتعلقة

بتطايير الغبار الجوي

## 2-1. مقدمة:

أصبح الغبار الجوي في الغلاف الجوي خط المواجهة لبحوث بالنسبة لأوساط العلمية التي تتعامل مع تغير المناخ، حيث تعتبر الصحراء الكبرى هي المصدر الرئيسي للغبار، ويتم نقل كميات هائلة من الغبار كل عام من الصحراء الكبرى إلى القارة الأمريكية والقارة الأوروبية.

ويصدر الغبار من مناطق محددة والتي تنشط في أشهر الصيف. كمية الغبار في الغلاف الجوي تعتمد على كمية الشمس غير أنه توجد اختلافات كبيرة بين السنوات في كمية الغبار، والآلية الرئيسية هي التدفئة القوية للصحراء خلال الجزء الدافئ من السنة، مما ينتج اضطرابا يصل من 5 إلى 7 كيلومترات ويرفع كميات كبيرة من الغبار إلى الغلاف الجوي. [22]

## 2-2. حجم الجسيمات:

تصنيف تيغن (Tegn) وفانغ (Fang)، (1994) حسب حجم الجسيمات.

الجدول (2-1) : أحجام مختلفة من جزيئات الغبار [23]

الطين	الطمي		الرمل
	دقيق	خشنة	
0.001mm إلى	0.01mm إلى	0.025mm إلى	1mm إلى
0.0001mm	0.001mm	0.01mm	0.025mm

✓ تصنيف (Tegn) و (Fang)، (1994) حسب قطر الجسيمات:

الجدول (2-2): أحجام مختلفة من غبار الصحراء حسب قطر الجسيمات [23]

الطين	الطمي الصغير	الطمي الكبير	الرمل
0.00073mm	0.0061mm	0.018mm	0.038mm

### 2-3. مؤشرات الكشف عن الغبار:

#### 2-3-1. السمك الضوئي:

يقيس السمك الضوئي لطبقة الغلاف الجوي مدى درجة شفافية هذه الطبقة وهو اللوغاريتم الطبيعي للكسر الذي يمثل الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي امتصته مركبات هذه الطبقة (الطبقة التي اخترقها) على الإشعاع الضوئي لمصدر ضوئي قبل اختراق وسط معين

إذا كان لدينا  $I_0(\lambda)$  هو الإشعاع الضوئي لمصدر ضوئي قبل اختراق وسط معين، و  $I_\lambda$  قيمة الإشعاع بعد اختراق الوسط فان السمك الضوئي  $\tau(\lambda)$  والذي يمثل الجزء الضائع عبر الوسط عن طريق الامتصاص والانتشار، الذي يعطى بالعلاقة التالية:

$$(1-2) \quad \frac{I(\lambda)}{I_0(\lambda)} = e^{-\tau(\lambda)}$$

بعد التبسيط و بدون ذكر علاقته بالطول الموجي ، فنستطيع كتابة هذه العلاقة بالشكل التالي :

$$(2-2) \quad \tau = -\ln\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

ملاحظة:

بالنسبة للسمك الضوئي للغبار نأخذ قيمة 550 nm طول الموجة لرسم خرائط السمك الضوئي لحالات انتشار

الضوء [3]

### 2-3-2. مؤشر الهباء $AI$ :

هو مقياس لتقدير العوالق الترابية والغبارية في الغلاف الجوي . ويعتمد هذا المؤشر على الصور الرقمية المأخوذة من الأقمار الاصطناعية لمؤشر الغبار

(TOMAS NIMBUS) في المجال الأشعة فوق البنفسجية والتي لها القدرة في رصد العوالق الترابية والغبارية على اليابسة والمحيطات .

لحساب مؤشر الغبار نستخدم الأشعة فوق البنفسجية المسترجعة المقاسة في الأمواج الطويلة 340 nm و 380nm حيث درجة امتصاص الغازات ضعيفة (  $H_2O, O_3$  ) كالاتي : (2-3)

$$AI(Cal) = -100 \log \left[ \left( \frac{I_{340}}{I_{380}} \right) \right] MEAS - \left( \frac{I_{340}}{I_{380}} \right)$$

$I_{MEAS}$  : الاشعاع المسترجع على طول الموجة المقاسة

$I_{CAL}$  : الاشعاع المسترجع على طول الموجة المحسوبة وذلك باستخدام نموذج الجوي ( Modèle d'air ) [24].

### 2-3-3. مؤشر الهباء $IDI$ :

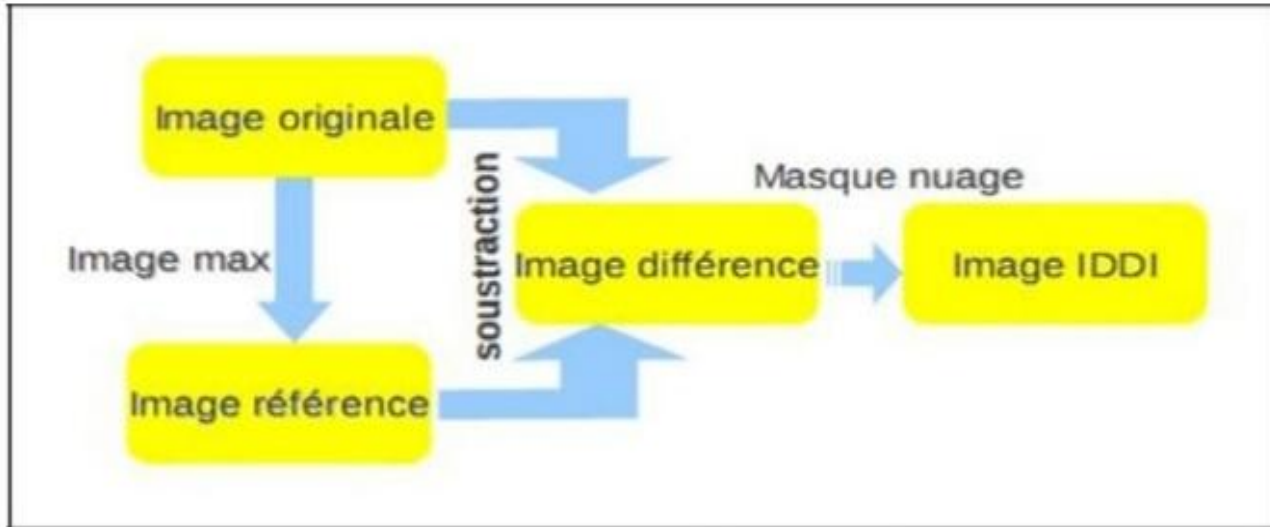
مكنت قناة (METEOSAT IRT) من تطوير مؤشر للكشف عن الغبار من على سطح الأرض وهو مؤشر  $IDI$ ، ينتج عن التأثير الإشعاعي للغبار في النافذة  $[10.5 - 12.5] \mu$  من قناة ( METEOSAT IRT).

يتم التحصل عليها باختلاف لمعان الأشعة تحت الحمراء  $IR$  بين درجة حرارة السطوع القصوى ( الإضاءة) التي لوحظت على مدار 15 يوم في تمام الساعة 12:00 ظهرا (صورة مرجعية ) ، ودرجة حرارة السطوع ( الإضاءة ) في اليوم وفي نفس الوقت (الصورة اليومية).

تتكون الصورة المرجعية من الناحية المثالية بلمعان واضحة (بدون سحب) ونظيفة (بدون غبار) ، كما يعتبر السحاب والغبار المتغيرات الجوية الوحيدة التي تؤثر على الإضاءة أو السطوع في الغلاف الجوي.

يتم دمج اللوغاريتم من أجل اكتشاف وإخفاء السحب في اللوغاريتم *IDDI*

حيث يوضح الشكل المخطط الانسيابي لمبدأ عمل مؤشر *IDDI* :

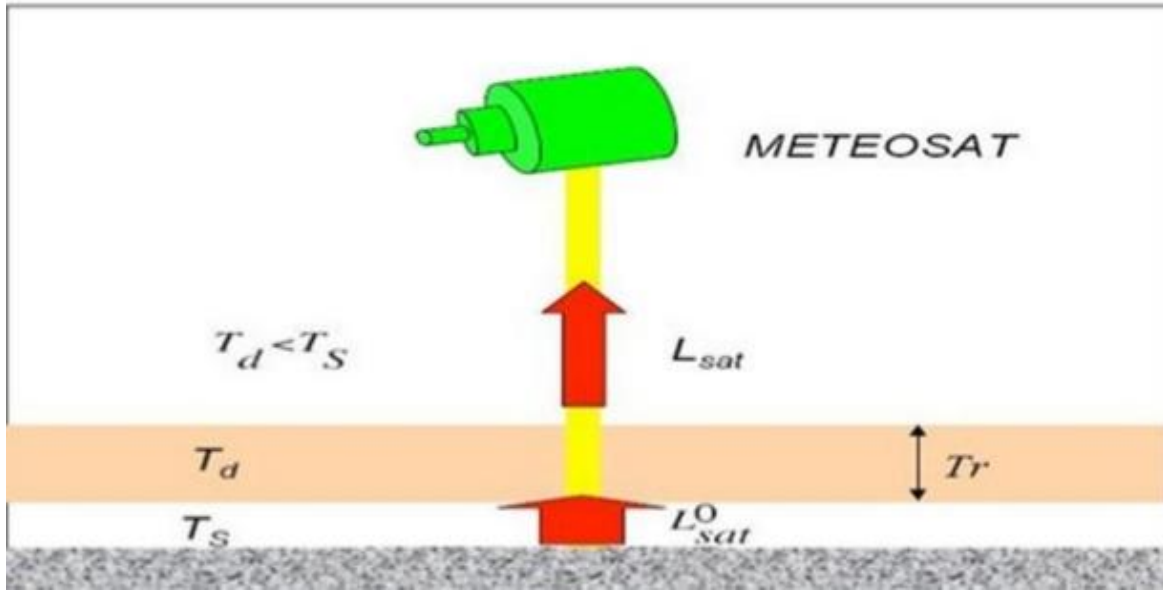


الشكل (1-2) : المخطط الانسيابي لمؤشر الغبار *IDDI*. [1]

يمتص سطح الأرض الإشعاع الشمسي بحيث يكون أكثر دفئا من الغلاف الجوي المتراكم، وإذا كان الجو به غبار أو تراب، فيمكن اكتشافه لأنه أكثر برودة من السطح.

المصدر الرئيسي في IRT هو إشعاع السطح الساخن الذي ينبعث من الإشعاع إلى الفضاء، في وجود الغبار يؤدي هذا إلى تغير في نصوص الأشعة تحت الحمراء المنبعثة إلى الفضاء . يكون الغبار في درجة الحرارة (Td) أكثر برودة من درجة حرارة السطح (Ts)، والإضاءة المنبعثة إلى الفضاء أقل من الإضاءة المنبعثة من السطح

$$(L_{SAT}^0 > L_{SAT})$$



الشكل (2-2) : المبدأ الفيزيائي للكشف عن الغبار في IRT. [1]

إذا قمنا بتبسيط الافتراضات التالية :

ف1: وجود غازات ممتصة في الغلاف الجوي (بخار الماء....)

ف2: نعتبر السطح الأسود الانبعاثية ( $\epsilon = 1$ ) و درجة حرارة السطح ( $T_s$ ).

ف3: من المفترض أن يكون الغبار غير منتشر ومتساوي الحرارة ( $T_d$ ) ونفاذية TR في IRT.

ف4: نتجاهل تأثير الغبار على درجة حرارة السطح (الاحتباس الحراري والغازات الدفيئة).

❖ نصوغ السطح ( الأسود المفترض) المنبعث نحو الفضاء في جو صاف (بدون سحب) :

$$4-2 \quad L_{SAT}^0 = B(T_s) \quad \text{❖ في غياب الغبار:}$$

❖ في وجود الغبار:

$$5-2 \quad L_{SAT} = T_r \cdot B(T_s) + (1 - T_r) \cdot B(T_d)$$

التأثير الإشعاعي لطبقة الغبار في الأشعة تحت الحمراء الحرارية أو التباين الحراري هو في وجود الغبار.

$$6-2 \quad \Delta L_{sat} = L_{sat}^0 - L_{sat} = (1 - T_r) \cdot [B(T_d) - B(T_s)]$$

يتم التعبير عن النفاذية بواسطة  $T_r$ :

7-2

$$T_r = e^{(-\delta_d)}$$

عندما تكون ( $T_r=0$ ) نصل إلى الحد الأقصى للتأثير (طبقة شديدة الكثافة) وتكون معادلة التباين الحراري بالشكل التالي:

8-2

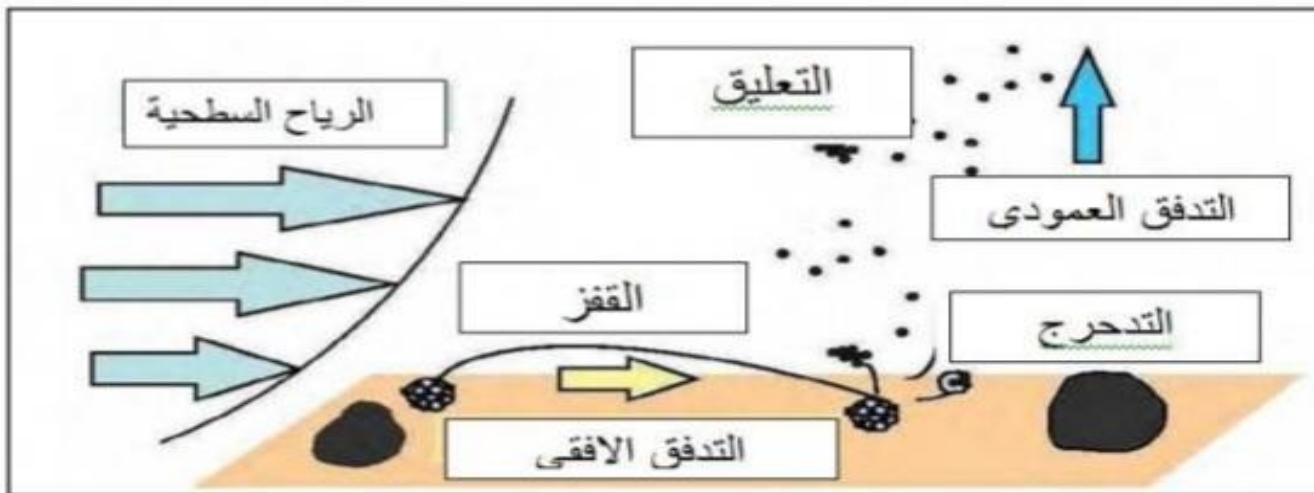
$$\Delta L_{sat}^{max} = B(T_d) - B(T_s)$$

التأثير الإشعاعي  $\Delta L_{sat}$  هو مؤشر الغبار *IDDI* في درجة حرارة اللمعان أو السطوع. [3] [25]

## 2-4. أنواع حركة جسيمات الغبار:

تعتمد عملية رفع جزيئات الرمل والغبار على ديناميكيات القربية من السطح والتي يتم التحكم فيها من خلال شدة الرياح و رطوبة التربة، فنجد أن نسيج التربة والغطاء الأرضي يزداد مع حجم الجسيمات لأنها أثقل وبالتالي يصعب التقاطها بسبب الجاذبية. أما إذا كانت الجسيمات صغيرة بما يكفي فإن قيمة عتبة الرياح تكون عالية لكسر قوة التماسك تربط الظاهرة

التي تحكم تعبئة الجسيمات بالتدفق الأفقي والتدفق الرأسى للرياح [26].



الشكل (2-3): رسم تخطيطي للعمليات الثلاث التي تساهم في نقل انبعاث الهباء الجوي الصحراوي. [3]

يتطلب انبعاث الجسيمات أو رفعها من مناطق المصدر ثلاثة شروط وهي :

أولاً: يجب أن تكون الجزيئات التي يحتمل تعبئتها بواسطة الرياح متوفرة بكميات كبيرة من التربة.

ثانياً: لا يحتاج إلى الكثير من العواقل على السطح (مثل الغطاء النباتي) لأنها تساهم في الحد من تعبئة الجزيئات .

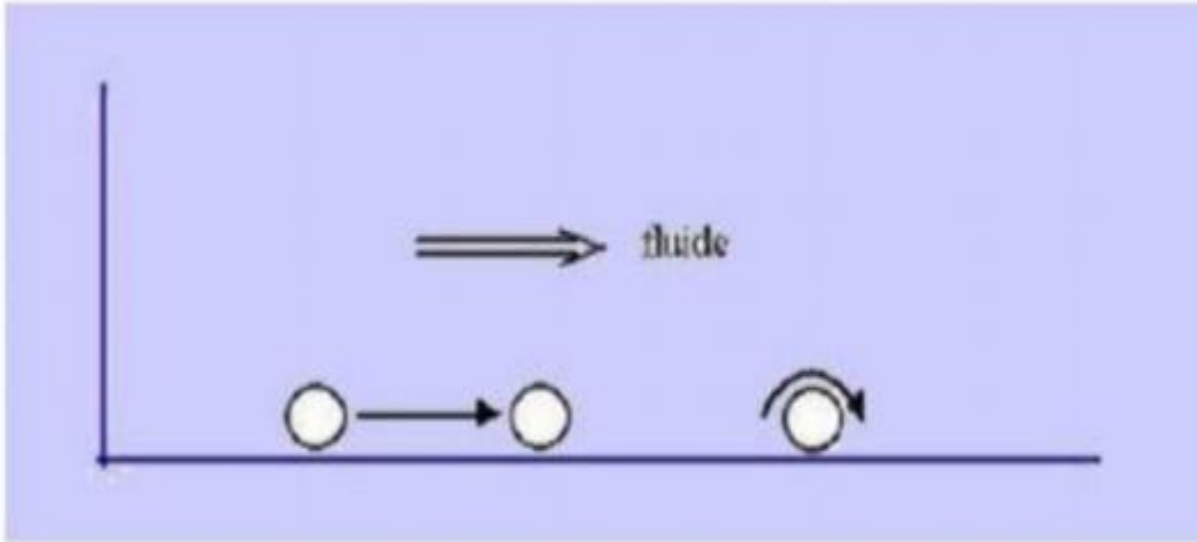
ثالثاً: ينبغي أن تكون مساهمة طاقة الرياح على سطح كافية للتغلب على القوى المتماسكة بين الجزيئات. [26]

في حالة عدم توفر هذه الشروط يمكن أن تحدث أنواع مختلفة من حركة الجسيمات وهي :

✓ **التدحرج:** ينطبق على الجسيمات التي تكون قطرها أكبر من 2 mm تكون ضخمة حيث لا يمكن

رفعها، لكن حركة القص في الرياح على سطح الأرض تمكن من تحريكها أفقياً ، والجزيئات الكبيرة تفضل

الانزلاق [3]

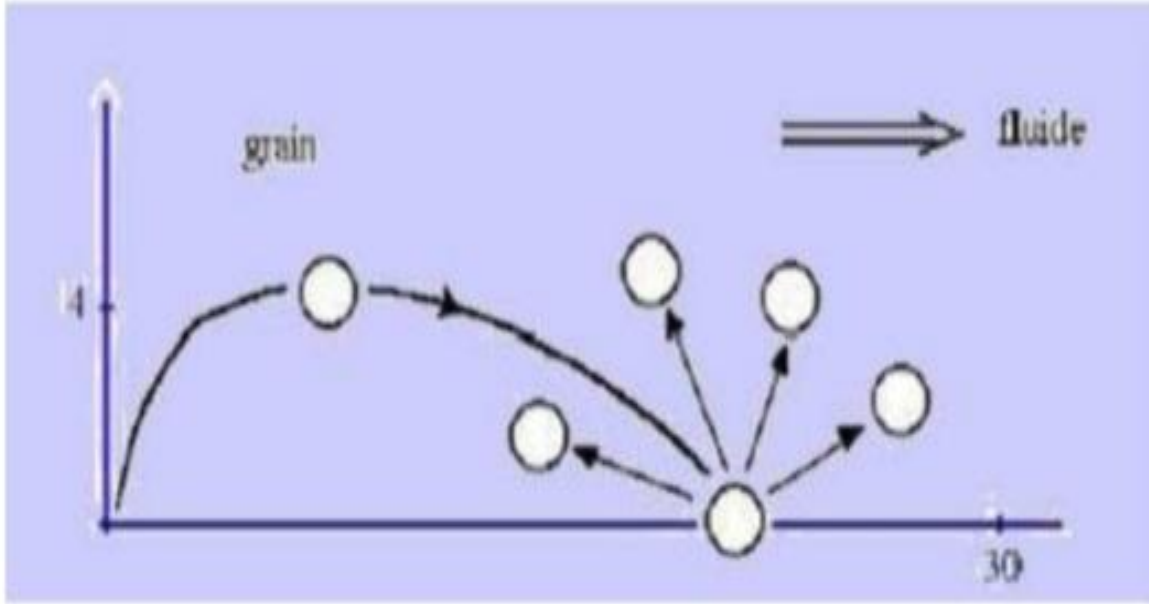


الشكل (2-4) رسم تخطيطي يوضح كيفية تدحرج الجسيمات ( www.ma.auf.org )



✓ القفز (الوثب):

يؤثر على الجزيئات التي يصل قطرها إلى  $100\mu\text{m}$  حيث يتم نقل الجسيمات على سطح الأرض إلى بضع سنتيمترات أو حتى أمتار فعل قوى الرياح وهذا للبقاء في الهواء ثم تسقط على الأرض وهذا يحدث في حالة توازن قوى الجاذبية مع قوى رفع الهواء. [3]

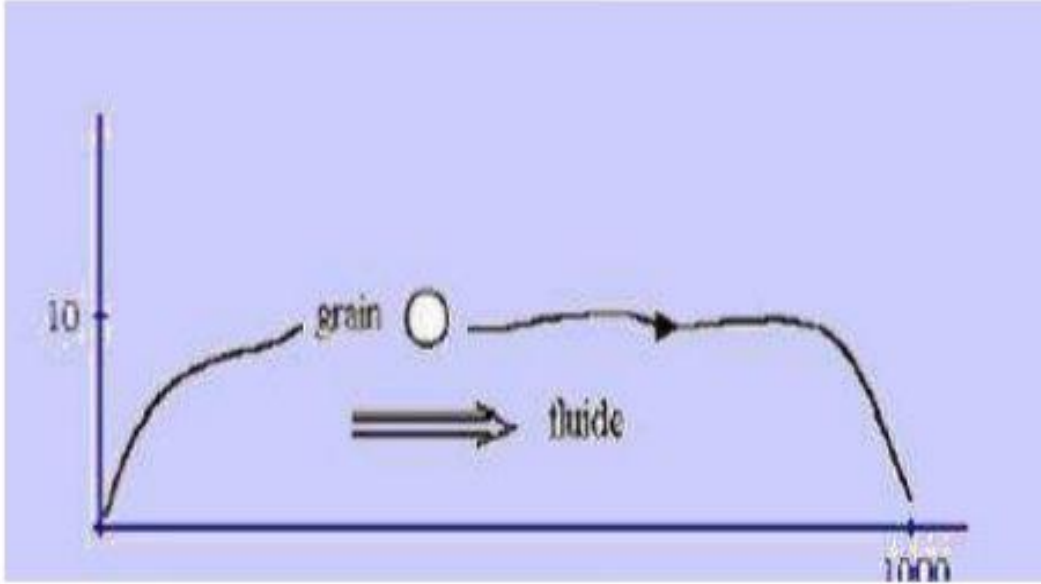


الشكل (2-5): رسم تخطيطي يوضح عملية القفز (www.ma.auf.org)

✓ **التعليق:** يتم رفع المواد الرسوبية عن طريق الهواء ويتم تعليقها بواسطة الرياح. إذا كانت الجسيمات صغيرة بما يكفي (قطرها اقل من عشرة ميكرومتر) تبقى معلقة لمدة طويلة بفعل التيارات الصاعدة القوية والقادرة على حمل أوزانها.

بمجرد انتقالها في الجو يمكن أن تظل لمدة قصيرة يتراوح حجمها ما بين ( $20\mu\text{m}$  و  $70\mu\text{m}$ ) وطويلة المدى (جسيماتها أكبر من  $20\mu\text{m}$ ) وتبقى في الطبقات العليا للغلاف الجوي ويتم نقلها بواسطة التيارات الهوائية عبر مسافات طويلة بعيدا عن مصادرها وهذا بفضل ديناميكية الغلاف الجوي على نطاق واسع.

إن الرياح القوية تمكن من رفع جزيئات الغبار العالق حتى آلاف الكيلومترات فوق سطح الأرض باتجاه مجرى من الدوامات المضطربة للحفاظ عليها معلقة، لذلك تعتمد كمية الجزيئات المنقولة على حجمها وتكوينها المعدني وبالتالي يجب تقدير هذه العملية لكل نوع من أنواع التربة. [27]



الشكل (2-6): رسم تخطيطي يوضح عملية التعليق (www.ma.auf.org)

## 2-5. آلية رفع جزيئات الغبار :

إن تعبئة الغبار عن طريق الرياح هي ظاهرة مقيدة بشكل طبيعي بخصائص السطح (الغطاء النباتي و خشونة التربة والرطوبة...) وسرعة الرياح بالقرب من السطح يجب أن تكون الرياح قوية بما يكفي لتحريك العاصفة الترايية على سمك الطبقة الحدودية لسطح CLS (أن سمك CLS لا يتجاوز العشر من تلك الطبقة الحدية) أي بضع عشرات من الأمتار لرفع جزيئات الغبار حيث أظهرت الملاحظات والتجارب في أنه توجد علاقة غير خطية بين حجم الجسيمات المرفوعة وسرعة الرياح علاوة على ذلك، فأن الجسيمات ترتفع فقط من سرعة العتبة.

الحد الأدنى لسرعة الرياح اللازمة لتعبئة الجسيمات في المناطق القاحلة وشبه القاحلة تقدر سرعة العتبة هذه  $6\text{m/s}$  يوضح الجدول (2-3) سرعة الرياح المطلوبة لرفع الجزيئات في بيئات من مصادر مختلفة أول جزيئات الغبار و الرمل والتربة المحمولة هي التي يتراوح قطرها ما بين  $1-0.08\text{ mm}$  وهذا يتطلب سرعة الرياح بين  $5\text{m/s}$  و  $13\text{m/s}$ . [28]

الجدول (2-3) : سرعة عتبة الرياح لرفع الغبار لمختلف البيئات الصحراوية

المحيط	عتبة سرعة الرياح (m/s)
كثبان رملية تقترب إلى المتوسط	5 إلى 8
المناطق الرملية والمناطق الحجرية الصغيرة	10
مصادر الملح الصحراوي مواد منتهية	9 إلى 11
صحراء الحصى	20

يتطلب رفع الغبار بشكل أساسي حدوث اضطراب كبير في طبقة الحدود السطحية تؤدي عملية قص الرياح عادة إلى حدوث اضطرابات ودوامات أفقية ترفع الغبار. وفقا إلى الملاحظات التجريبية التي تشير إلى أن الرياح الأرضية تمب بسرعة يجب أن تكون سرعتها على ارتفاع  $305\text{m}$  فوق سطح الأرض حوالي  $15\text{ m/s}$  للحفاظ على جزيئات الغبار المعلقة.

يجب أن تكون الرياح مضطربة بما يكفي لرفع الغبار وتطايرها في محيط غير مستقر أأن يكون من المناسب أن يكون لديك مؤشر واحد لتفسير في إن واحد كل من : السرعة، الرياح، الاضطراب ، الاستقرار؟

يدعى هذا المؤشر بسرعة الاحتكاك (تركيز اللزوجة) أو بعبارة تقنية أكثر تحرك الغبار يتناسب مع ديناميكا التدفق أو جهد التربة (الأرض) سرعة الاحتكاك اللازمة لرفع التربة هي  $60\text{m/s}$ . [28]

## 6-2. الشروط الديناميكية لرفع الغبار:

إن عملية رفع الجزيئات المعدنية هي ظاهرة عتبية تعتمد أساسا على طبيعة التربة (خشونة، حجم، كتلة، ورطوبة التربة) والرياح (السرعة والاتجاه) الريح في حركتها تمارس ضغط ايروديناميكي على السطح وفقا لخصائص هذا الأخير.

قوة الاحتكاك على السطح  $\vec{\tau}$  يميل إلى سحب الرمل من الأرض، بينما الثقل  $\vec{P}$ ، قوة التماسك بين الجزيئات  $\vec{I_p}$  القوى الشعرية (عكس الجاذبية)  $\vec{F_c}$ ، والتي يمكن أن تكون مهمة عندما تحتوي التربة على نسبة كبيرة من الماء السائل تميل إلى الاحتفاظ بها على الأرض. [29]

$$\vec{\tau} = \vec{p} + \vec{I_p} + \vec{F_c}$$

9-2

بالقرب من السطح، تمثل الرياح تدرجا عموديا تعتمد قوته على قدرة التربة على إبطاء تدفق الهواء، إن قوة الاحتكاك للرياح تمارس على الحبيبات الشديدة الحساسية للتغيرات في خصائص السطح المتعلق بوجود الغطاء النباتي أو الصخري .

$\vec{D_p}$  قطر حبة الرمل

( $\tau$ ) إجهاد القص

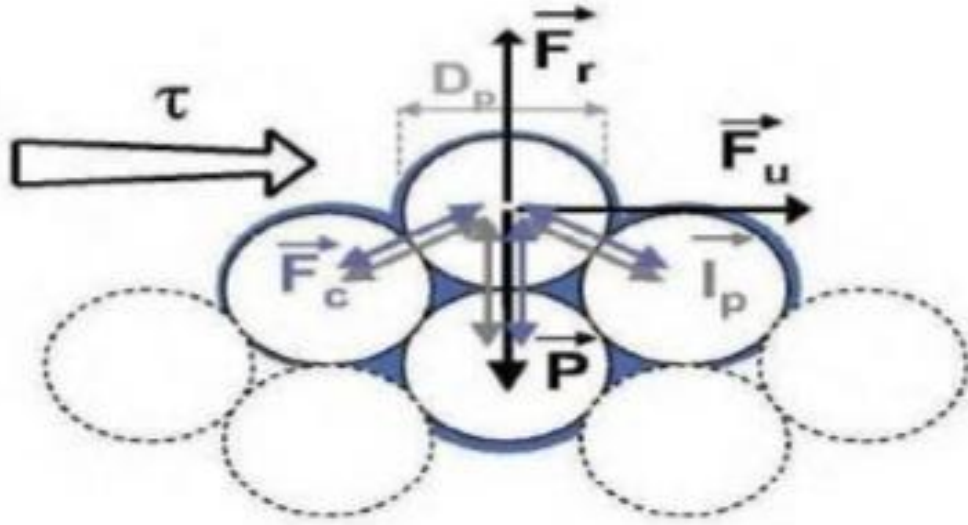
( $\vec{Fu}$ ) القوة الناتجة عن الحركة الديناميكية للرياح

( $\vec{P}$ ) ثقل الجسيم

( $\vec{I_p}$ ) قوى الجسيمات

( $\vec{F_c}$ ) القوى الشعرية

( $\vec{Fr}$ ) القوة الناتجة



الشكل (2-7) : يمثل توازن القوى التي تتعرض لها حبة الرمل ذات القطري  $D_p$  تحت أجهاد القص. [3]

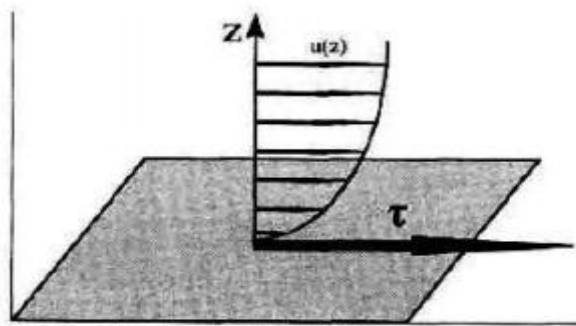
(Laurent, 2005)

يتطلب حساب هذه القوة وجود علاقة بين الريح فوق الأرض ، والطبيعة الفيزيائية لهذه التربة وتأثير الرياح السطحية السينوبتكية على حبيبات التربة في الطبقة الحدودية من أجل تدفق رقائقي على السطح الأفقي يرتبط بإجهاد القص ( $\tau$ ) والذي تمارسه الرياح على السطح بالتدرج العمودي لسرعة الرياح ( $\mu$ ) بعلاقة :

10-2

$$\tau = \mu \left( \frac{du}{dz} \right) = \rho_a u_*^2$$

اعتمادا على طبيعة التربة ، فان متوسط عتبة الرياح السطح  $\mu z$  المطلوبة لرفع الجزيئات ليس هو نفسه. [1]



الشكل (2-8) ) تمثيل تأثير التربة على تدفق الهواء وإجهاد القص ( $\tau$ ) الذي يمارسه التدفق على الأرض. [3]

يتم شرح قوة الاحتكاك كدالة لسرعة الاحتكاك  $u_*$  المعادلة وهي بعد فيزيائي يستخدم لقياس قوى الاحتكاك التي تسببها الرياح على السطح ، سرعة الاحتكاك هي معدل الزيادة في سرعة الرياح كدالة لوغاريتم الارتفاع بالقرب من السطح في الطبقة السطحية [30].

يتم تحديدها في وضع محايد من متوسط سرعة الرياح المقاسة على ارتفاع  $Z$  أرض تتميز بالخشونة  $z_0$  [31]

11-2

$$u_* = k \frac{u(z)}{\ln \frac{z}{z_0}}$$

$(u(z))$  متوسط الرياح الأفقية على ارتفاع  $(Z)$  في CLS

$(u_*)$  سرعة الاحتكاك (m/s) وعادة ماتعطى ب (cm/s)

$(\mu_a)$  معامل اللزوجة الحركية للهواء

$(p_a)$  الكتلة الحجمية للهواء

$K=0.38$  ثابت فون كارمان  $Z$  و  $Z_0$  خشونة السطح.

## 2-7. الشروط الحرارية لرفع الغبار:

الاضطرابات المتواجدة في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي أي ما بين 1500m إلى 2000m ناتجة عن عدم الاستقرار الحراري مما يسمح للغبار الصحراوي بالارتفاع ، حيث تشرح لنا هذه العملية كيف أن العواصف الرملية تكون بسهولة أكبر وبشكل متكرر خلال فصل الصيف بحلول منتصف النهار خاصة وفي نهاية اليوم القاعدة هي نفسها كما هو الحال في الظروف الديناميكية الهوائية ، فارتفاع الرمال يسير مع عتبة سرعة الرياح ، لكن من الضروري أن يكون الجو مضطرب بدرجة كافية [28].

يولد الجو الغير مستقر حراريا اضطرابا ، ويعزز عملية رفع الغبار بشكل كبير من خلال زيادة سرعة الاحتكاك على الأرض في ظل الظروف المستقرة.

ولفهم هذا من المهم العودة إلى العلاقة المحددة سابقا ل  $u_*$  في الظروف المحايدة حيث :

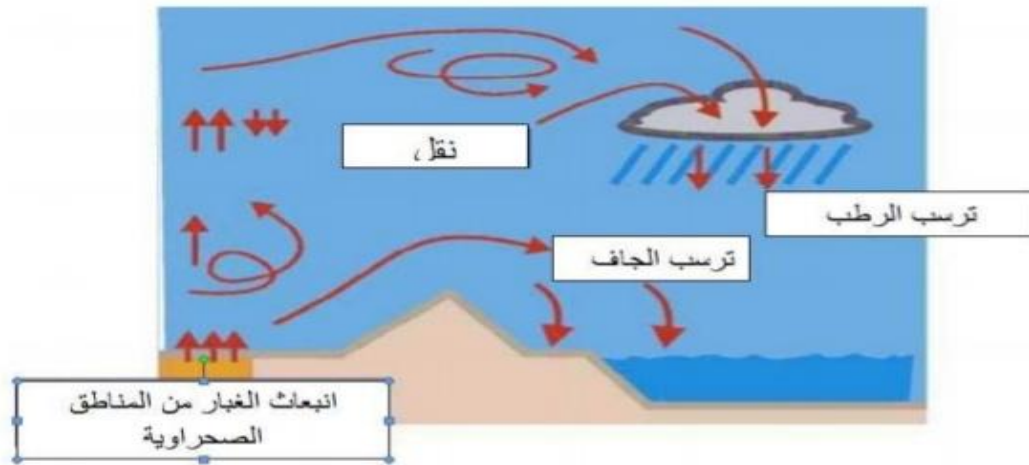
$$\beta = \frac{g}{T_0}, L = \frac{-\mu_*^3}{K\beta Q_0} \quad \text{ويحسب } L \text{ الطول الخاص ب(Monin-Obuhkov)}$$

$$\xi = \frac{Z}{L} \quad \text{معامل الاستقرار (Monin-Obuhkov)}$$

$G$  تسارع الجاذبية ،  $Q_0$  تدفق الحرارة المضطرب ،  $K$  ثابت فان كارمان (Von-karman)

يفسر طول (Monin-Obuhkov) على أنه يتناسب مع الارتفاع عندما تسود فيه القوى الحملية الحرارية على قوى الاحتكاك في الطبقة الحدية للحمل الحراري تكون قوى الحمل الحراري مساوية لقوى الاحتكاك في الارتفاع [28].

$$Z = -\frac{L}{2}$$



الشكل (2-9) دورة غبار الصحراء. [1]

## 2-8. آلية ترسيب الغبار:

للهباء الجوي في الصحراء دورة حياة مقسمة لثلاث مراحل :

الارتقاء من مناطق المصدر والنقل الجوي والترسبات الجافة والرطوبة بعد ارتفاع الانبعاث من مناطق المصدر والنقل الجوي إن الأهباء الجوية قادرة على السفر من مكان إلى آخر من على وجه الأرض بعدها يسقط الغبار أخيرا بطريقة جافة أو رطبة. الشكل (2-9). [28]

## ❖ الترسيب الجاف:

تنتهي دورة الهباء الجوي الصحراوي عن طريق ترسيب الجسيمات على مستوى القارات أو الأسطح المحيطية في ظروف الجو الجاف والرطب يتم التحكم في الترسيب الجاف بواسطة قوى الجاذبية والتي ترسب جزيئاتها يعتمد على عدة متغيرات مثل سرعة الرياح وسرعة الاحتكاك وشدة الاضطراب والاستقرار في الغلاف الجوي حيث يعتمد معدل الترسيب كذلك على حجم الجسيم كما يمكن إن تلعب الاضطرابات أيضا لها دورا في تعطيل تدفق الجزيئات إذا كان الاضطراب بالقرب من السطح فتترسب الجسيمات بسرعة أكبر. [28]

## ❖ الترسيب الرطب:

يحدث الترسيب الرطب عندما تختلط كتل الهواء المتربة مع كتل الهواء الرطبة أو المبلدة بالغيوم يمكن التقاط الجزيئات المعدنية مباشرة عن طريق هطول الأمطار أو قطرات داخل السحابة (اختلاط الغبار مع قطرات الماء السائل أو إنشاء نواة التكثيف) معظم جزيئات الغبار تكون نواة التكثيف من الغيوم أو أسفلها وببساطة يتم ترسيبها بهطول الأمطار تكون هذه العملية فعالة بشكل كبير عادة ما تسمى هذه العملية بعملية الكنس .

كما يعتمد معدل الترسيب الرطب على معدل هطول الأمطار ومعدل سقوط القطرات يكون للجسيمات التي يتراوح حجمها ما بين  $0.1 \mu\text{m}$  و  $1 \mu\text{m}$  وهو أدنى معدلات ترسيب لذلك سيتم ترسيبها في الغالب بواسطة الترسيب الرطب [3].



## 2-9. العلاقة بين خصائص الرياح السطحية وتكرار الظواهر الغبارية :

يتباين تأثير الرياح وتكوين الظواهر الغبارية باختلاف خصائصها التي تتمثل بسرعتها واتجاهاتها، إذ إن للرياح قوة وضغط على سطح الأرض يتباين وفقا لسرعها. فعندما تصل سرع الرياح إلى سرعة معينة تصبح حينها قوة مؤثرة يمكنها إن تحرك جزيئات سطح الأرض من تربة ورمال وغيرها ، لترفعها نحو الأعلى متغلبة على ذلك على قوة الجاذبية الأرضية. يمكن توضيح العلاقة بين خصائص الرياح السطحية والظواهر الغبارية في منطقة الدراسة من خلال اعتماد معامل الارتباط البسيط (بيرسون). ويعد معامل الارتباط (بيرسون) أحد الأساليب الاحصائية الشائعة والمستعملة بشكل واسع في مختلف العلوم لمعرفة علاقة الارتباط الخطي بين متغيرين، وفقا للمعادلة التالية: 2-11

$$R = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

حيث أن :

R معامل ارتباط بيرسون

X، Y قيم المتغيرات

وتنحصر العلاقة في معامل الارتباط بيرسون بين (+1، -1)، إذ أن قيمة معامل الارتباط (+1) تعني وجود علاقة خطية موجبة تامة بين المتغيرين، أما إذا كانت قيمة معامل الارتباط يساوي (-1) فتعني وجود علاقة خطية عكسية سالبة بين المتغيرين أما قيمة (0) فتعني عدم وجود علاقة خطية بين المتغيرين [33].

## 2-10. العوامل المناخية المتحكمة في نمط توزيع العواصف الترابية :

إن الظروف المناخية لاتعمل وحدها في تكوين هذه الظواهر وإنما تشترك مع مجموعة عوامل مساعدة تكون بمثابة الأرضية والمسرح التي تنشط من خلاله تأثير العناصر المناخية في زيادة تكرار هذه الظاهرة. فالموقع الجغرافي للمناطق أو البعد عن المسطحات المائية أو وقوعها في داخل القارات فضلا عن مظاهر السطح المتمثلة بانبساطها وذات ترب مفككة جافة ، تكون بمثابة عوامل تساعد على نشوء تلك العواصف الترابية واستمرارها. ومن الممكن أن تحدث العواصف الترابية في مناطق لا تتوفر فيها أية ظروف مساعدة لقيامها بسبب وصول تلك العواصف من مناطق بعيدة

من سطح الأرض إليها وبسبب قدرة الرياح ذات السرعة العالية في نقل الغبار، وكما يحدث أحيانا هبوب رياح الخماسية من شمال إفريقيا باتجاه الجنوب أوروبا مسببة سقوط الأمطار المترية.

إن هناك عوامل مناخية تساهم بصورة مباشرة في تكوين العواصف الترابية واستمراريتها كالأثر الواضح للمنخفضات والمرتفعات الجوية أو وقوع المنطقة ضمن مناطق التقاء مراكز الضغط العالي أو مراكز الضغط المنخفض، فضلا عن عوامل التسخين المحلية التي تنشأ عنها تيارات الحمل وانتقال زخم الهواء من الطبقات العليا إلى الطبقات السفلى للغلاف الجوي والذي بدوره يسبب زيادة سرعة الرياح السطحية هذه العوامل

وغيره من العناصر المناخية تتضافر جميعا على إثارة الغبار بشدة تتناسب مع سرعة الرياح السطحية وارتفاع حرارة سطح أرض التربة وقوة تماسك جزيئاتها [32]. وفيما يأتي نستعرض تأثيرات عناصر المناخ في تكرار حدوث ظاهرة العواصف الترابية وكالاتي

### ❖ درجة الحرارة:

يكتسب الهواء حرارته عن طريق الإشعاع الشمسي المباشر والإشعاع المنعكس عن الأرض إذ يعملان على تسخين حرارة الهواء وسطح الأرض، وتعد الحرارة الناتج الفعلي والنهائي للأثر الذي يتركه الإشعاع الشمسي الوارد إلى سطح الأرض ومالها من علاقة مباشرة في حدوث العواصف الترابية، إذ تساعد العوامل الحرارية على نشوء العواصف الترابية خصوصا في الأقاليم الجافة وشبه الجافة كمناطق الصحاري الكبرى كصحاري الوطن العربي وصحراء أستراليا والتي تقع جميعها في العروض المدارية وشبه المدارية وهذه الظروف الحرارية تمثل الفترة الحارة الطويلة من السنة والتي تكون فيها درجة الحرارة كل من الهواء وسطح التربة عاليتين. كذلك تساعد درجات الحرارة على حركة الهواء للأعلى بطريقة ذاتية اثر الحاصل من سطح الأرض ليحل مكانه هواء أبرد منه وأثقل من الأعلى إلى الأسفل له مما يؤدي إلى تكوين دوامات هوائية حرارية تعمل على رفع الغبار وذرات التربة الجافة إلى الأعلى. وتنشط حدوث العواصف الترابية محليا أثناء النهار وخصوصا في فصل الصيف، إذ يتسبب التسخين الكبير لهواء السطح الأرض وترتبه إلى نشوء حركة هواء سطحية سريعة مما يسبب تصاعدا للغبار بفعل تيارات الحمل، فضلا عن إيجاد مناطق ضغط خفيف محلية تساعد على حركتها وزيادة سرعتها، وعند اشتداد سرعة الرياح وبلوغها أعلى من 7m/s تتحول ظاهرة الغبار المتصاعد إلى ظاهرة عاصفة ترابية. [32]

## ❖ سرعة الرياح:

تساعد الرياح النشطة على حركة ذرات الغبار وسهولة تطاير الطبقة السطحية من التربة الجافة المفككة، وهناك علاقة واضحة تربط بين تكرار العواصف الترابية وتكرار الرياح القوية واعتمادها على التركيب السطحي للتربة ويكون عمل مجال الرياح واسع وقدرتها على التعرية كبير عند الأراضي المنبسطة والمفتوحة ويضعف تأثيرها مقارنة بالأراضي ذات التضاريس الجبلية أو وجود عوائق كالغابات أو المنشآت المدنية. [32]

## ❖ الرطوبة النسبية:

تمثل الرطوبة النسبية أكثر اصطلاحات الرطوبة الجوية استخداماً للتعبير عن رطوبة الجو، لأنها تعكس درجة رطوبة الهواء وجفافه وكذلك نسبة الابتعاد أو الاقتراب من حالة الإشباع. أن توفر الرطوبة ضروري للتربة لأنه يزيد من قوة تلاحم جزيئاتها، في حين تعمل ارتفاع درجات الحرارة على زيادة التبخر وفقدان التربة ما يتوفر فيها من ماء. عملية ما تفقده التربة من رطوبة في المناطق الجافة أكثر مما تسترده من عملية تزويدها من الجو وباستمرار عملية التبخر بفعل ارتفاع درجة الحرارة نهار أو صيفا يضعف من تماسك ذرات التربة ويجعلها مهيأة لعملية رفع ذراتها في الجو وانتقالها عند أول زيادة في سرعة الهواء أو قدوم كتل هوائية من مناطق مجاورة. [32]

# الفصل الثالث

دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض

العناصر المناخية

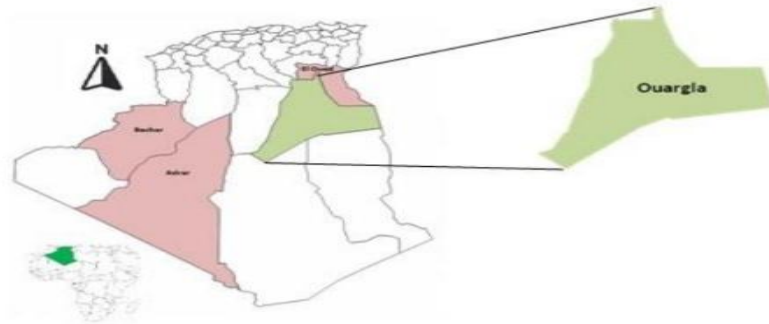
## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية

### 3-1. مقدمة :

بعدها تطرقنا في الفصل الأول والثاني من شرح كل ما يتعلق بالغبار الجوي ودراسة العمليات الفيزيائية المتعلقة بتطاير الغبار سنتطرق في هذا الفصل الأخير إلى دراسة تأثير تطاير الغبار الجوي على بعض المعاملات المناخية من درجة الحرارة ونسبة الرطوبة وكمية التساقط وسرعة الرياح والإشعاع الشمسي وهذا من خلال تحليل بيانات في الفترة الممتدة من (2016-2020) لمنطقة ورقلة التي تمتاز بكثرة الغبار فيها، ودراسة تغيرات بعض العناصر المناخية في وجود الظاهرة الغبارية وغيابها في الفترة الممتدة من 28/02/2020 - 2020/03/06 لمنطقة الدراسة ودراسة علاقة تكرار حالات الغبار مع سرعة الرياح ومدى الرؤية الأفقية ودرجة الحرارة مع معامل الارتباط في الفترة الممتدة 2020-2016

### 3-2. عرض منطقة الدراسة:

المنطقة المدروسة تتمثل في الصحراء الجزائرية والتي تمثل حوالي 85% من مساحة البلاد وهي منطقة تتميز بوجود زوابع رملية وغبارية، لدراستنا تم اختيار محطة سينوبتيكية وطنية وهي منطقة ورقلة كما تبين لنا الصورة (3-1)، وأهم خصائصها الجغرافية يوضحها الجدول (3-1)



الخريطة الجغرافية لمدينة ورقلة

الشكل (3-1): الخريطة الجغرافية لمنطقة الدراسة (المصدر ONM)

## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية

### 3-3. أهم الخصائص الجغرافية:

المحطة	خط العرض	خط الطول	الارتفاع (m)	رمز المحطة
ورقلة	31°56' N	°05 24' E	144m	60580

### 3-4. مصادر المعلومات:

استخدمنا في هذه الدراسة البيانات المناخية المقدمة من المكتب الوطني للأرصاد الجوية حيث تم تزويدنا بمعطيات مناخية بيانية تغطي منطقة الدراسة في الفترة الممتدة من (2016-2020)، تم الحصول على هذه البيانات من برنامج معالجة البيانات المناخية ، تحتوي الملفات على جداول مرتبة بالتنسيق التالي : رمز المحطة (ONM)، التاريخ، الشهر، معطيات الرصد الجوي المتمثلة في درجة الحرارة الدنيا ودرجة الحرارة القصوى ،الرطوبة النسبية الدنيا والرطوبة النسبية القصوى ، سرعة الرياح القصوى ، نسبة التساقط ،مدة سطوع الشمس بالساعات .

نعتبر هذه البيانات موثوقة على الرغم من تأثر البيانات بعدة عوامل من بينها الدقة في القياس والملاحظة والحكم الشخصي للمراقب حيث يختلف من مراقب إلى آخر استنادا لعمر تجربة وامتهان المراقب للعمل لذا يشوب المعطيات العامل الشخصي وهو عامل مهم في الدراسة.

### 3-5. منطقة ورقلة:

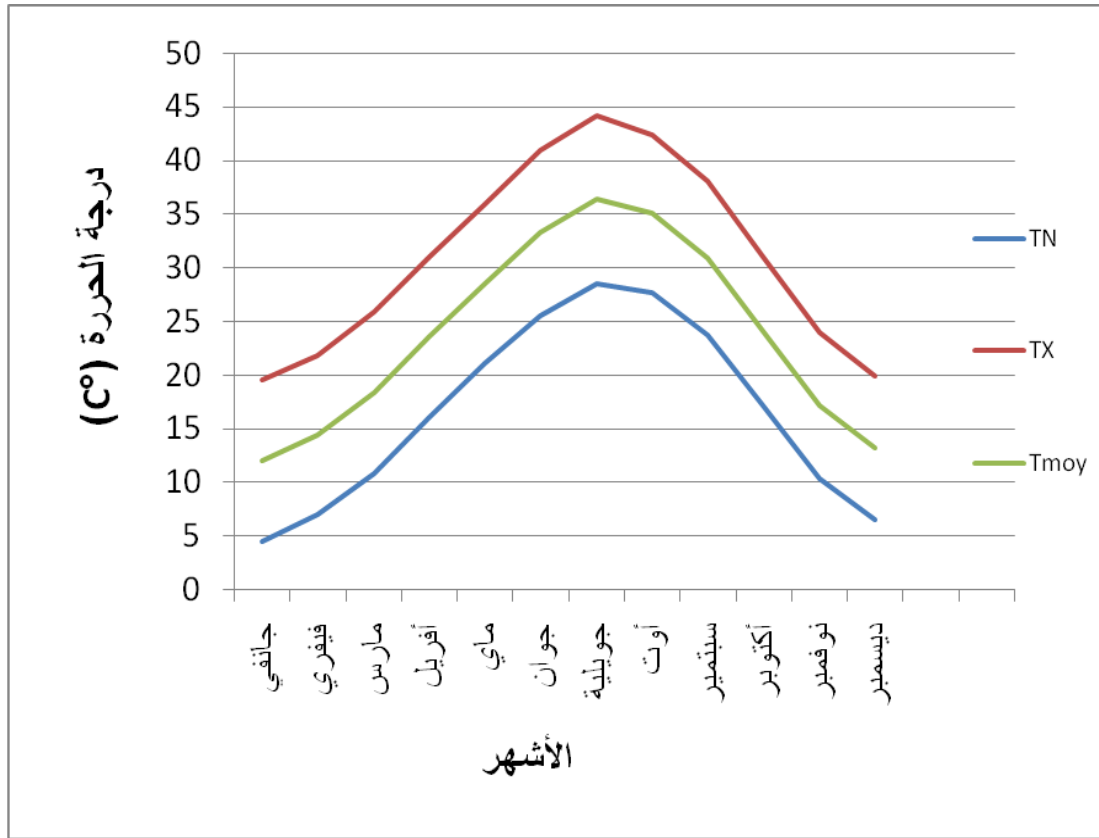
تقع منطقة ورقلة في الجزء الجنوبي من الجزائر في الشكل (3-1). من الجهة الشمالية يحدها ولايتي الجلفة والوادي، ومن الجهة الشرقية دولة تونس ومن الجهة الجنوبية ولايتي تمنراست وايليزي، ومن الجهة الغربية ولاية غرداية ، تمتاز هذه المنطقة بمناخ صحراوي جاف بشكل عام، إذا يبلغ متوسط درجات الحرارة صيفا حوالي 41°، بينما تنخفض شتاء.

## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية

### 3-5-1. البيانات المناخية بمنطقة ورقلة (2016-2020) :

#### درجة الحرارة :

تمتاز منطقة ورقلة بمناخ صحراوي جاف بشكل عام اذ يبلغ متوسط درجة الحرارة القصوى  $44^{\circ}$  في شهر جويلية وهو من الأشهر الأكثر سخونة في هذه المنطقة وتسجل أدنى درجات الحرارة في كل من شهر جانفي تبلغ  $4^{\circ}$  وشهر ديسمبر تبلغ  $6^{\circ}$  حيث يعتبران من أكثر الأشهر برودة في الفترة الممتدة من (2016-2020) الشكل (3-2) حيث تمثل TN درجة الحرارة الدنيا TX، درجة الحرارة القصوى Tmoy درجة الحرارة المتوسطة .

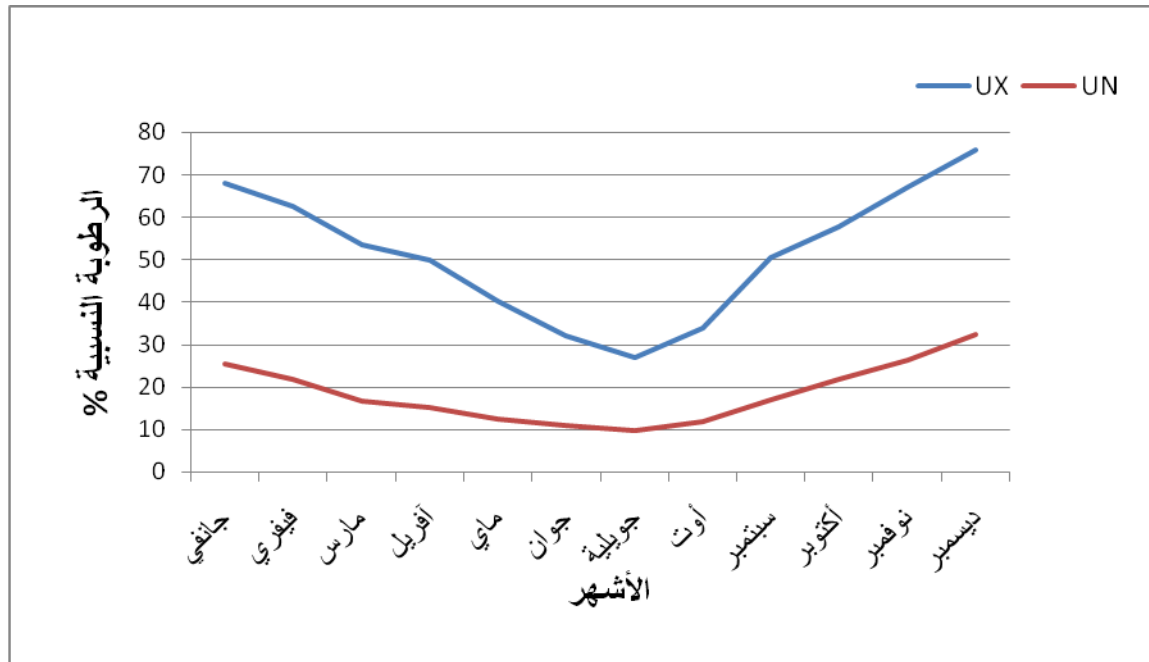


الشكل (3-2): تغيرات درجة الحرارة بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة الممتدة (2016-2020).

## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية

### الرطوبة النسبية:

نلاحظ من خلال الشكل ( 3-3): أن أكبر نسب الرطوبة تسجل في فصل الشتاء في شهر جانفي وديسمبر حيث نسبة الرطوبة في شهر جانفي تصل إلى 68% ونسبة الرطوبة في شهر ديسمبر تصل تقريبا 76% وتتناقص حتى تصل إلى نسبة 27% في فصل الصيف سجلت هذه القيمة في شهر جويلية حيث أننا نلاحظ أن نسبة الرطوبة تتناقص خلال فصل الصيف هذا نتيجة زيادة في درجة الحرارة وشح الأمطار .  
تمثل UN الرطوبة النسبية الدنيا و UX الرطوبة النسبية القصوى .



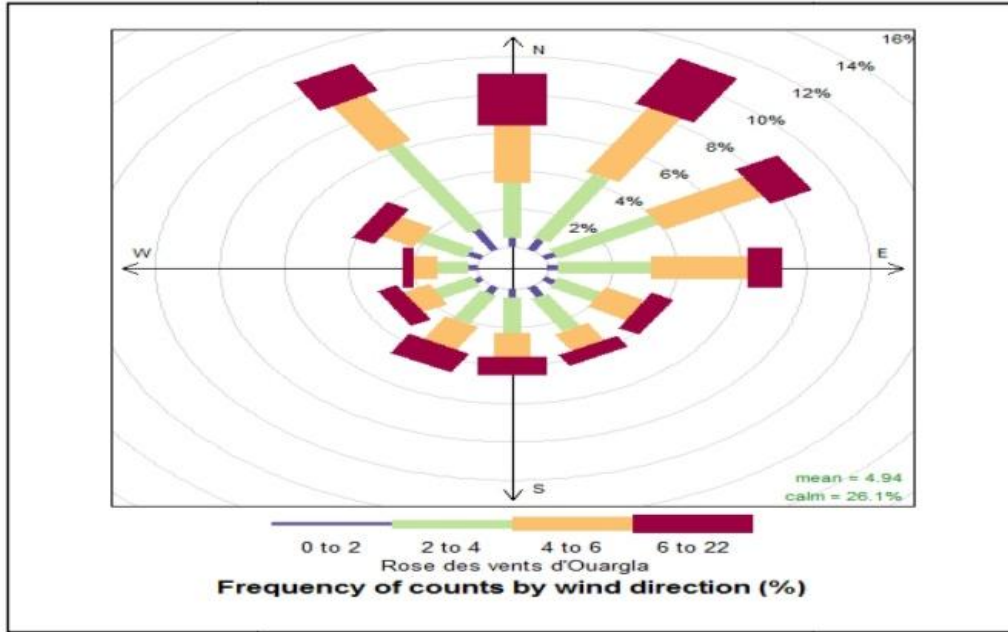
الشكل(3-3) : تغيرات الرطوبة النسبية بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة الممتدة (2016-2020)

### الرياح:

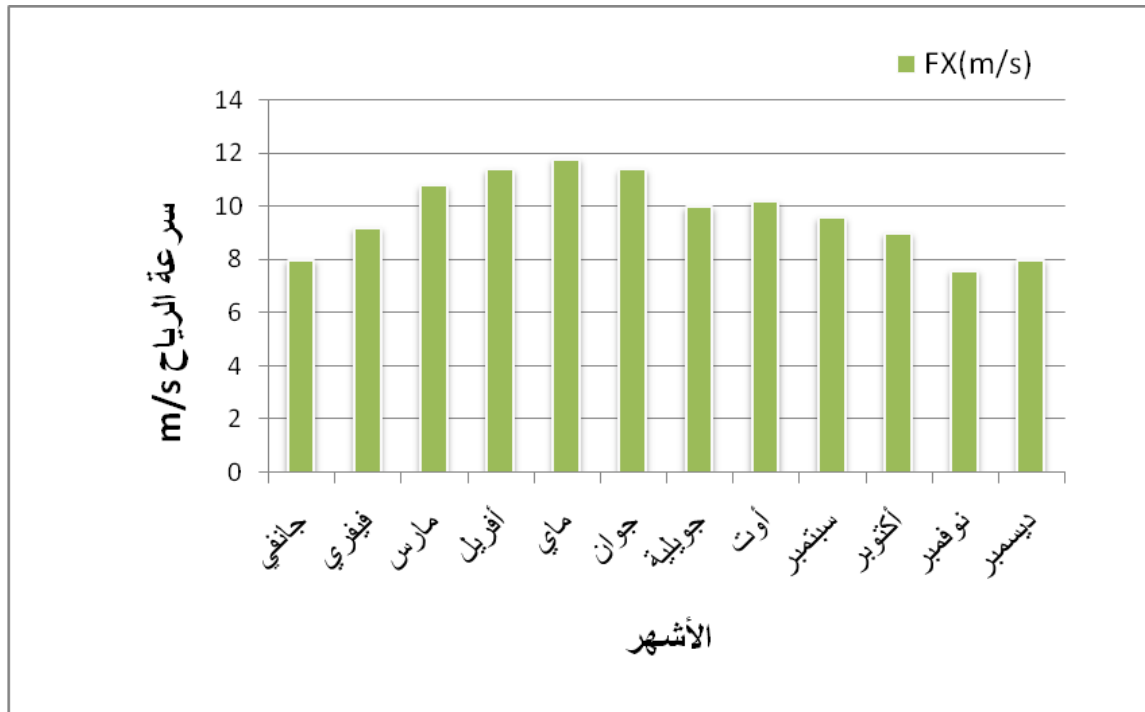
يتبين في هذه المنطقة هبوب رياح شمالية شرقية في فصل الصيف الشكل (3-4).  
نلاحظ أن الرياح تكون نشطة في الفترة الممتدة من شهر فيفري حتى شهر جوان ، تبلغ السرعة القصوى للرياح 12m/s في شهر ماي الشكل (3-5) حيث تمثل FX السرعة القصوى لرياح.



## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية



الشكل (3-4) : واردة الرياح لمنطقة ورقلة



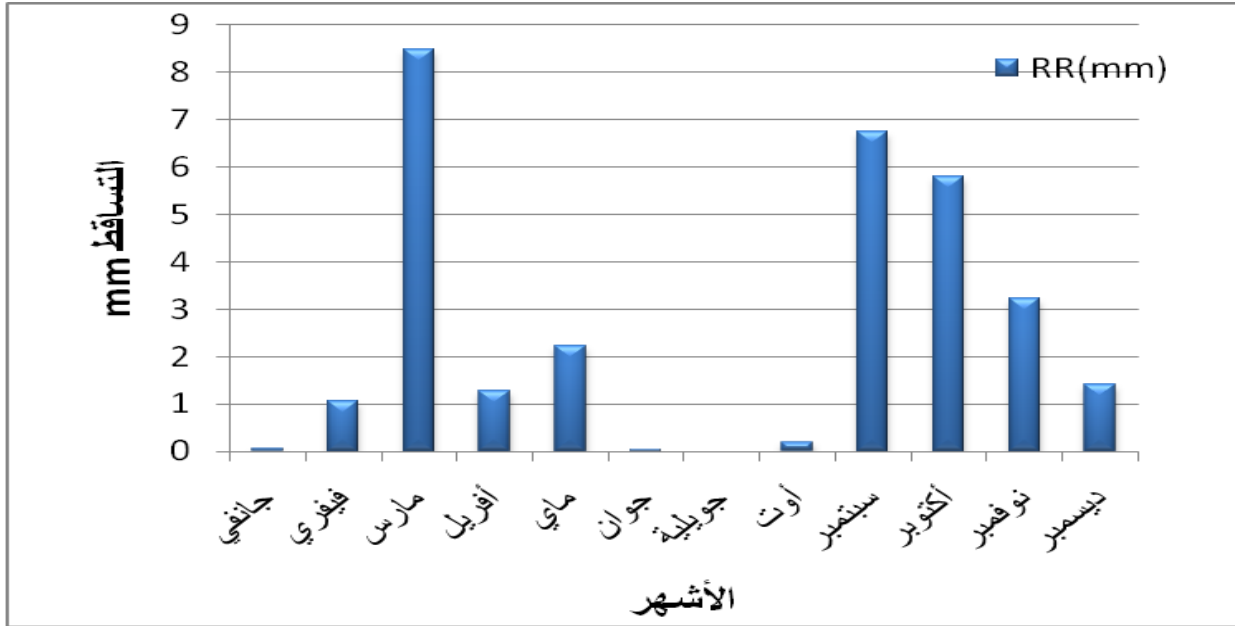
الشكل (3-5): تغيرات السرعة القصوى للرياح بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة الممتدة

(2020-2016)

## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية

### التساقط :

تشهد المنطقة شح في الأمطار إذ تبلغ أكبر نسبة للتساقط الأمطار في شهر مارس تبلغ 8mm وشهر سبتمبر تبلغ بالتقريب 7mm كما نلاحظ في شهر جانفي وشهر جوان وشهر أوت نسبة التساقط تكون شبه معدومة وفي شهر جويلية معدومة. الشكل (3-5) حيث RR توضح نسبة التساقط

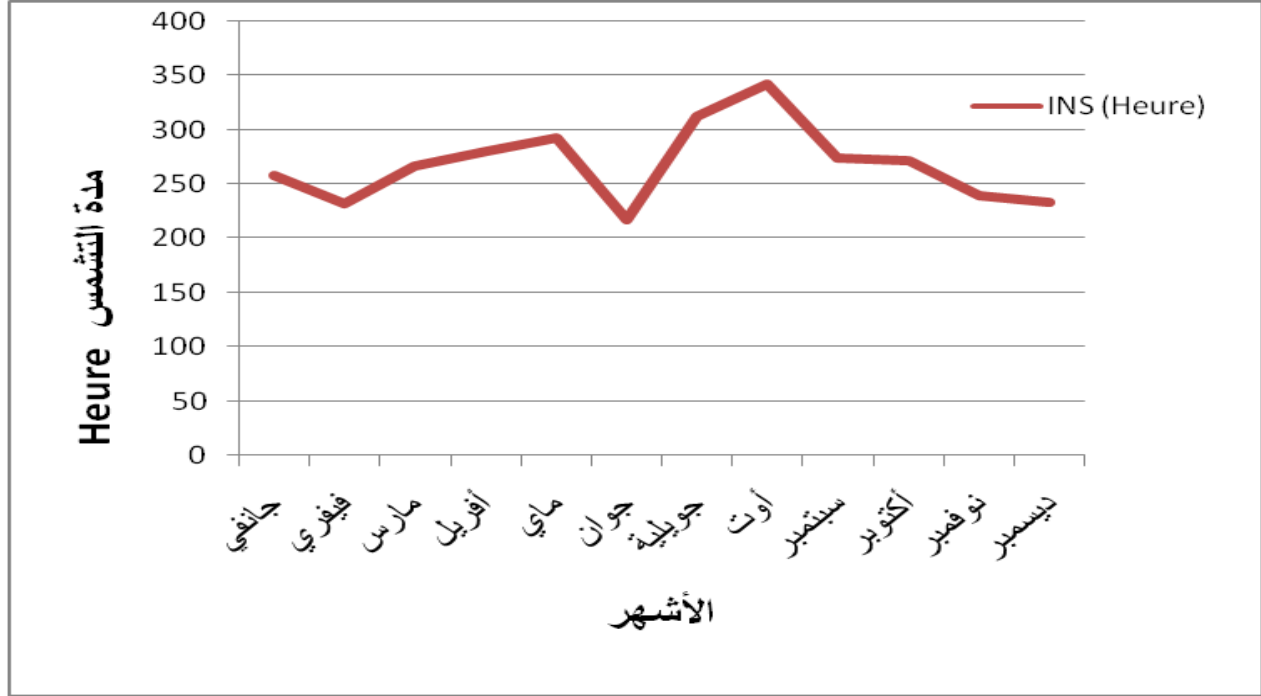


الشكل (3-6) : تغيرات كمية التساقط بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة الممتدة (2016-2020)

### مدة الشمس:

يمثل الشكل (3-7) : تغيرات سطوع الشمس بدلالة الأشهر في الفترة الممتدة (2016 - 2020) من خلال ملاحظتنا نجد تذبذب في قيمة الشمس حيث يبلغ أدنى قيمة (210(Heure) في شهر جوان ويبلغ أقصى قيمة في شهر أوت تبلغ(350(Heure).

## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية



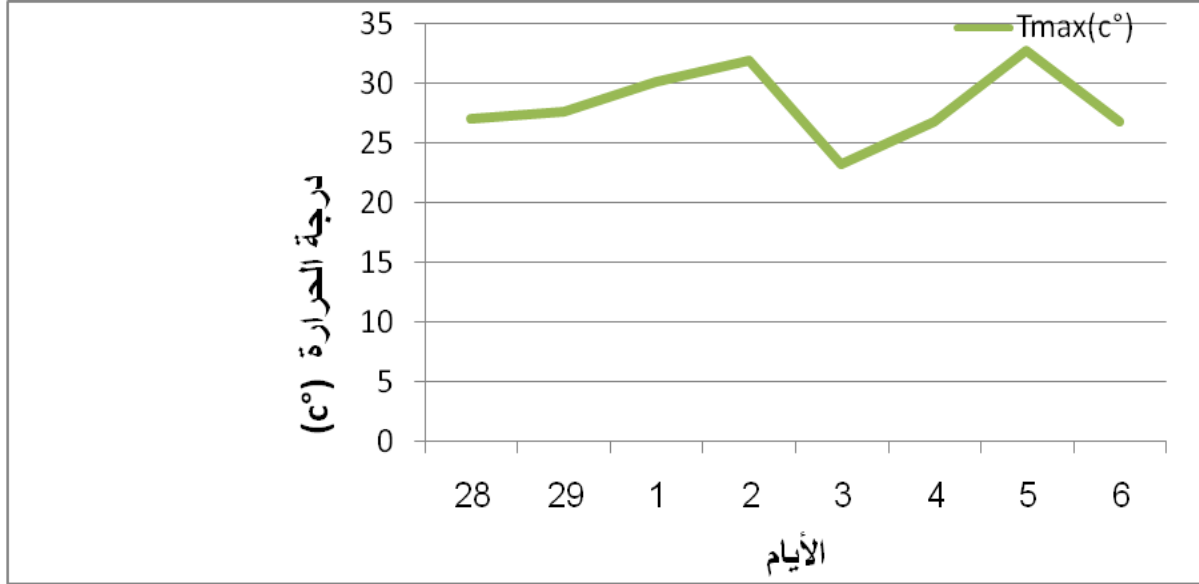
الشكل (3-7): تغيرات مدة الشمس بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة (2016-2020)

### 3-6. تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية بمنطقة ورقلة في الفترة (2020/03/6-2020/02/28) :

#### ❖ درجة الحرارة:

يمثل الشكل (3-8) دراسة تغيرات درجة الحرارة في الفترة الممتدة من 2020/03/06-2020/02/28 بمنطقة ورقلة ويكون بداية الغبار من 1 مارس إلى 3 مارس، فمن خلال ملاحظتنا نجد أن قبل حدوث الظاهرة الغبارية كانت قيمة درجة الحرارة مرتفعة أما بعد بداية الظاهرة تبدأ قيمة درجة الحرارة في الانخفاض أي وجود إثارة للغبار بعد نهاية الظاهرة الغبارية نلاحظ رجوع درجة الحرارة كما كانت سابقا ويفسر هذا باستقرار جو المنطقة ونهاية حدوث الظاهرة الغبارية .

## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية

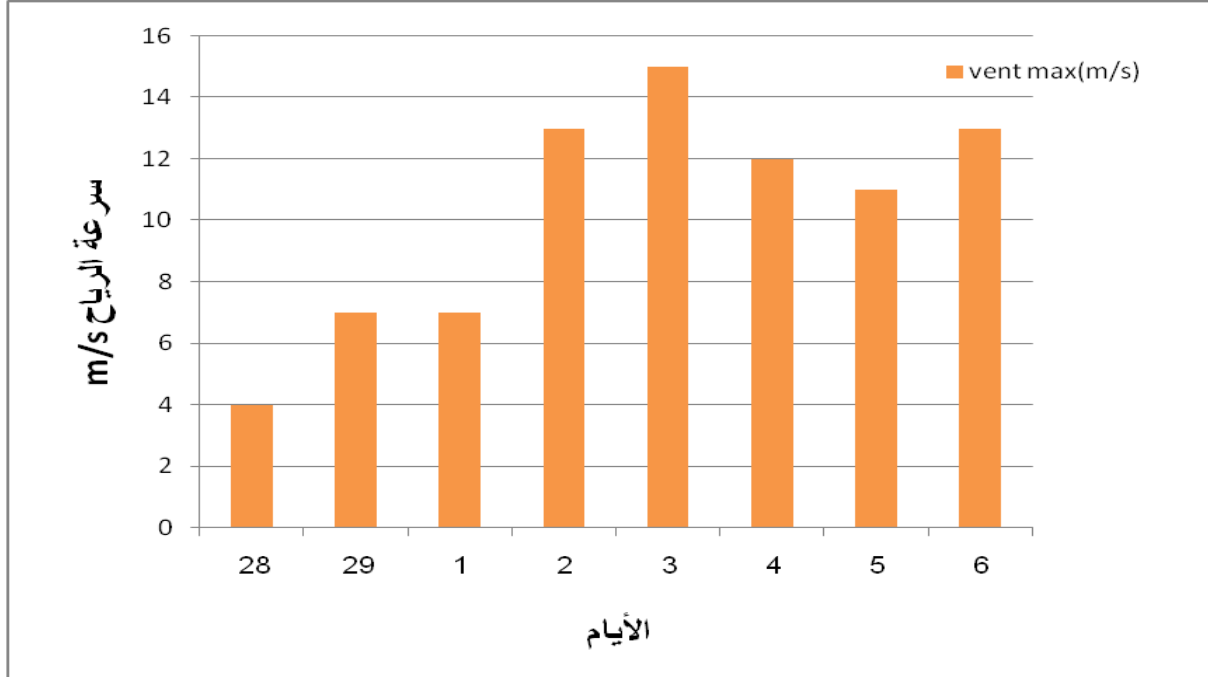


الشكل (3-8): تغيرات درجة الحرارة في الفترة ( 2020/03/6-2020/02/ 28 ) بمنطقة ورقلة

### ❖ سرعة الرياح:

يمثل الشكل ( 3-9): تغيرات سرعة الرياح في الفترة الممتدة 2020/03/6-2020/02/28 بمنطقة ورقلة ويكون بداية الغبار من 1 مارس إلى 3 مارس، فمن خلال ملاحظتنا نجد أنه قبل حدوث الظاهرة الغبارية تكون سرعة الرياح منخفضة بعد حدوث الظاهرة الغبارية نلاحظ ارتفاع في سرعة الرياح حيث تصل إلى 15m في اليوم الثالث من شهر مارس مما يدل على إثارة للغبار ثم تنخفض سرعة الرياح مما يدل على نهاية الظاهرة الغبارية واستقرار جو المنطقة .

## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية

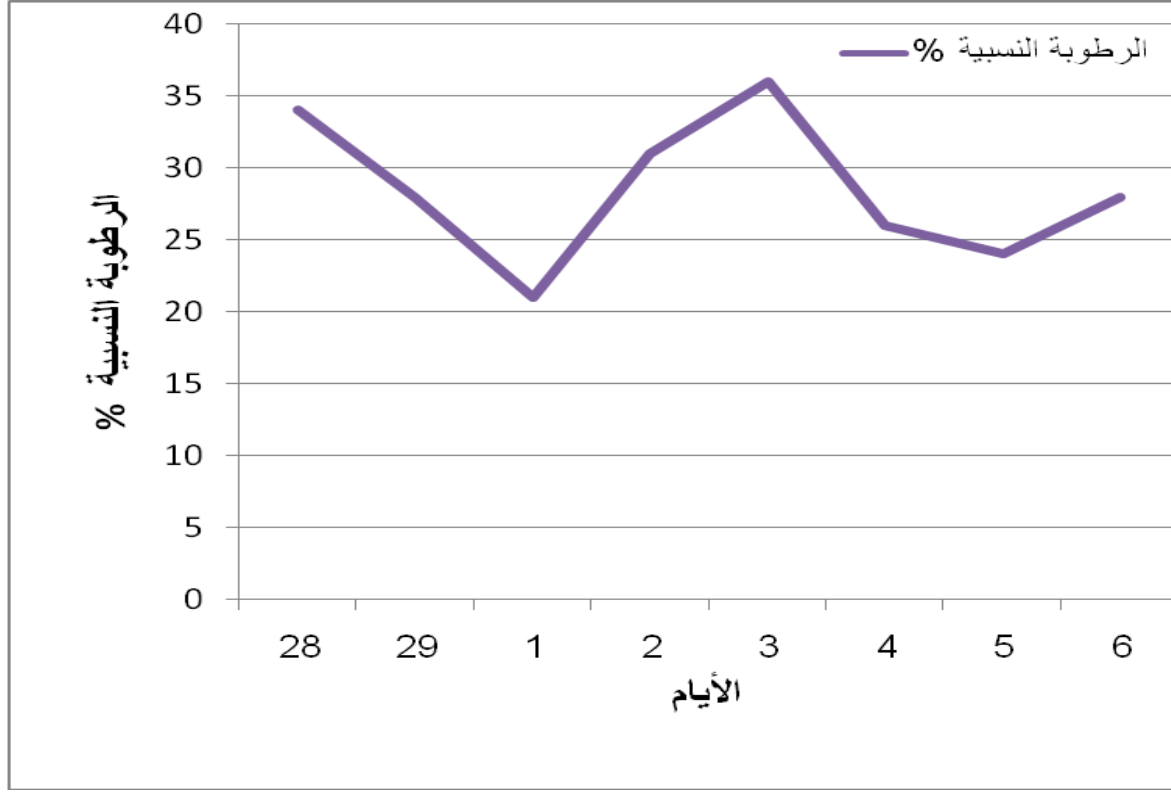


الشكل (3-9): تغيرات سرعة الرياح في الفترة الممتدة (2020/02/28-2020/03/6) بمنطقة ورقلة

### ❖ الرطوبة النسبية :

يمثل الشكل (3-10): تغيرات الرطوبة في الفترة الممتدة 2020/02/28 إلى 2020/03/6 بمنطقة ورقلة ويكون بداية الغبار من 1 مارس إلى 3 مارس، فمن خلال ملاحظتنا نجد أن قبل حدوث الظاهرة الغبارية تكون نسبة الرطوبة منخفضة حيث تبلغ أدنى قيمة 21% فعند بداية حدوث الظاهرة الغبارية في اليوم الأول من شهر مارس نلاحظ ارتفاع في نسبة الرطوبة لحد بلوغها أقصى نسبة في اليوم الثالث من شهر مارس قدرت بـ 36% مما يدل على وجود إثارة للغبار ثم تنخفض ابتداء من اليوم الرابع من شهر مارس وهذا يرجع إلى نهاية الظاهرة الغبارية واستقرار جو المنطقة .

## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية

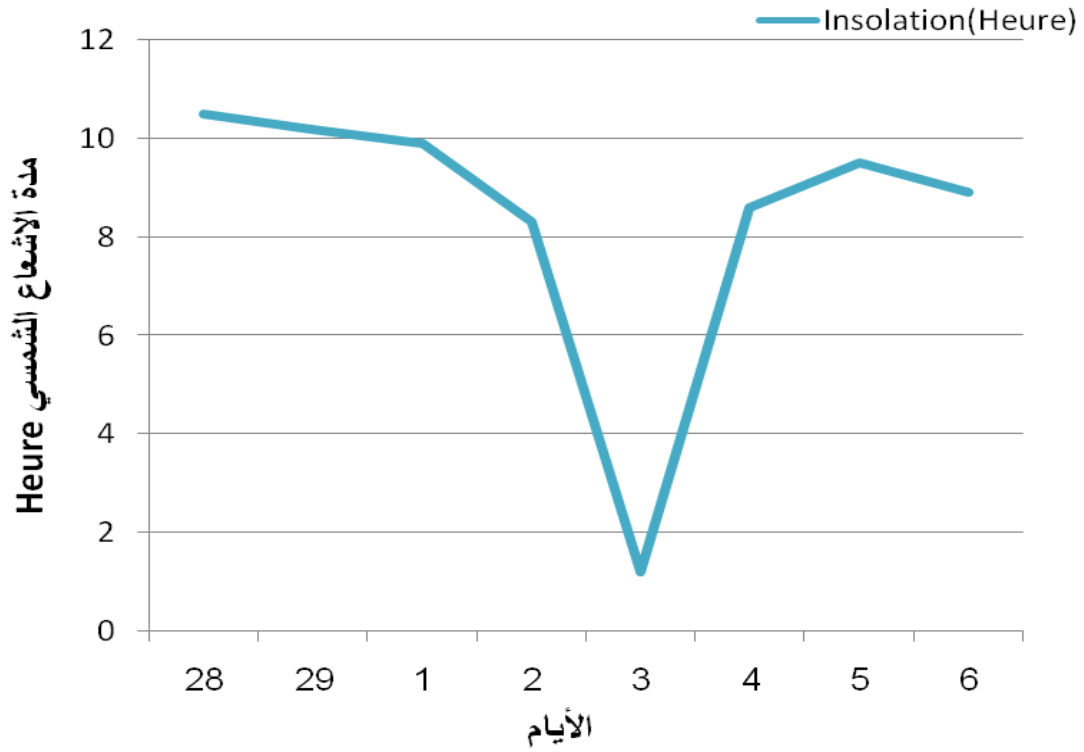


الشكل (3-10): تغيرات نسبة الرطوبة في الفترة (2020/02/28-2020/03/6) بمنطقة ورقاق

### ❖ مدة الشمس :

يمثل الشكل (3-11): تغيرات مدة الشمس في الفترة الممتدة من 2020/02/28-2020/03/6 بمنطقة ورقلة 2020 ويكون بداية الغبار من 1 مارس إلى 3 مارس، فمن خلال ملاحظتنا نجد أنه قبل حدوث الظاهرة الغبارية تكون قيمة الشمس مرتفعة بعد بداية الظاهرة في اليوم الأول من شهر مارس نلاحظ انخفاض حاد في قيمة الشمس يبلغ 1Heure مما يدل على وجود إثارة للغبار ثم يرتفع ابتداء من اليوم الرابع من شهر مارس نتيجة نهاية الظاهرة الغبار.

## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية



الشكل (3-11) : تغيرات مدة الشمس بدلالة أيام في الفترة الممتدة من 2020/02/28-

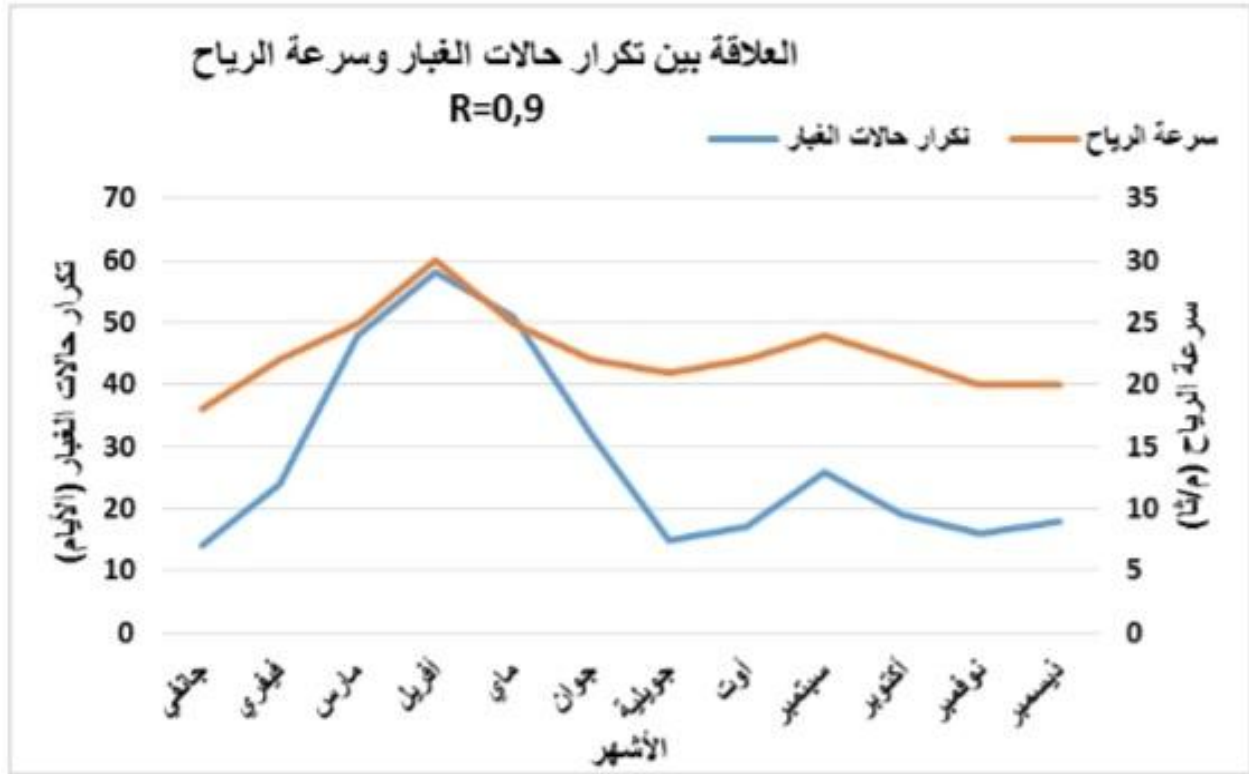
2020/03/6 بمنطقة ورقلة

## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية

### 3-7. دراسة العلاقة بين تكرار حالات الغبار وكل من سرعة الرياح ومدى الرؤية الأفقية ودرجة الحرارة مع معامل الارتباط في الفترة 2016-2020 بمنطقة ورقلة

#### ✓العلاقة بين تكرار حالات الغبار وسرعة الرياح:

✓ يمثل الشكل دراسة العلاقة بين تكرار حالات الغبار وسرعة الرياح مع معامل الارتباط بمنطقة ورقلة في الفترة الممتدة 2016-2020 فمن خلال ملاحظتنا نلاحظ أن تكرار حالات الغبار يتناسب طرديا مع سرعة الرياح فكلما ارتفعت حالات تكرار الغبار ترتفع سرعة الرياح في الأشهر جانفي، فيفري، مارس، أبريل، ماي يبلغان أقصى قيمة في شهر أبريل، وكلما انخفضت تكرار حالات الغبار تنخفض سرعة الرياح وهذا في الأشهر جوان، جويلية، أوت، سبتمبر إلى غاية شهر ديسمبر. فمن خلال معامل ارتباط بيرسون  $R=0.9$  اتضح لنا وجود علاقة ترابط قوية بين حالات تكرار الغبار وسرعة الرياح.



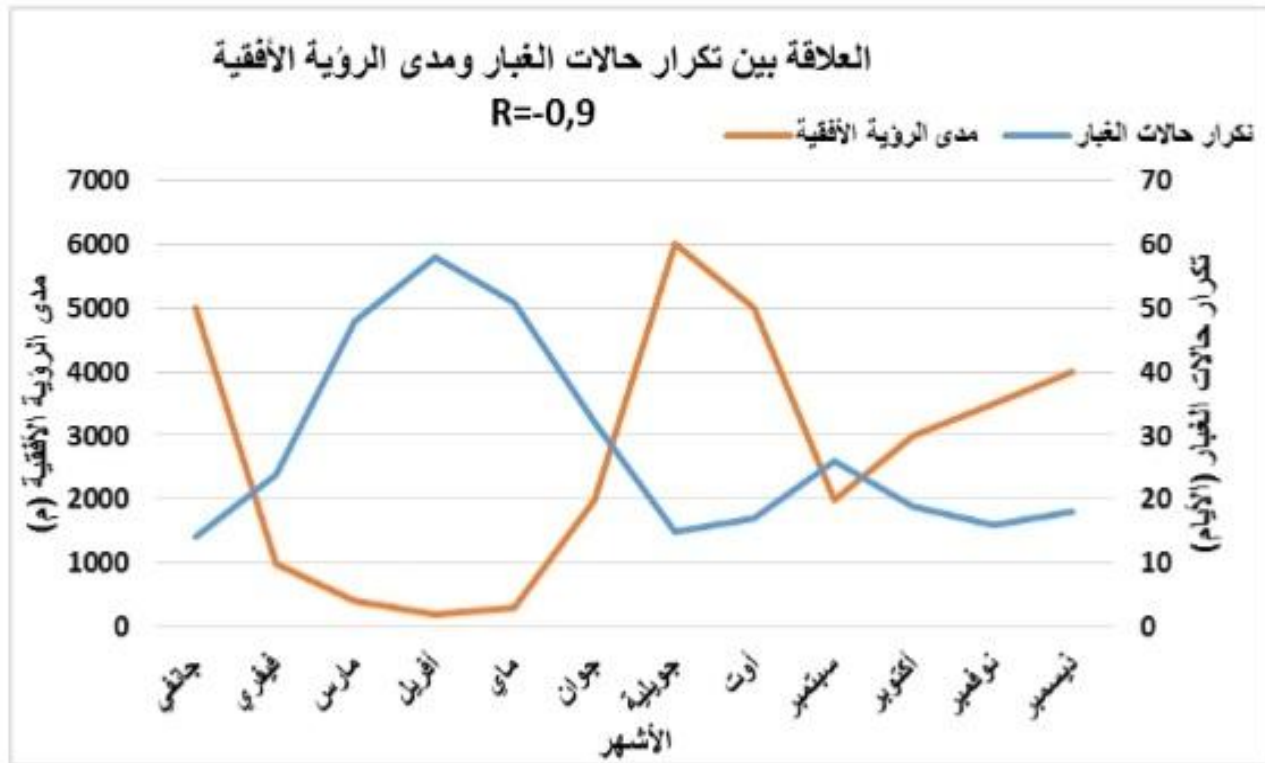
الشكل (3-12): العلاقة بين تكرار حالات الغبار وسرعة الرياح مع معامل الارتباط في الفترة 2016-2020



## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية

### ✓العلاقة بين تكرار حالات الغبار ومدى الرؤية الأفقية مع معامل الارتباط:

يوضح الشكل (3-13) العلاقة بين تكرار حالات الغبار ومدى الرؤية الأفقية مع معامل الارتباط في الفترة الممتدة 2016-2020 بمنطقة ورقلة من خلال ملاحظتنا عند ارتفاع حالات تكرار الغبار في الأشهر فيفري، مارس ، أبريل، ماي و يبلغ أقصاه في شهر أبريل ما يقابله انخفاض في مدى الرؤية الأفقية وعند ارتفاع مدى الرؤية الأفقية وتبلغ أقصاها 6000m يقابلها انخفاض في حالات تكرار الغبار في الأشهر جويلية وأوت مما يدل على وجود علاقة عكسية بين تكرار حالات الغبار ومدى الرؤية الأفقية ومن خلال معامل الارتباط  $R=0.9$  يتضح لنا وجود علاقة ترابط قوية بين تكرار حالات الغبار ومدى الرؤية الأفقية .



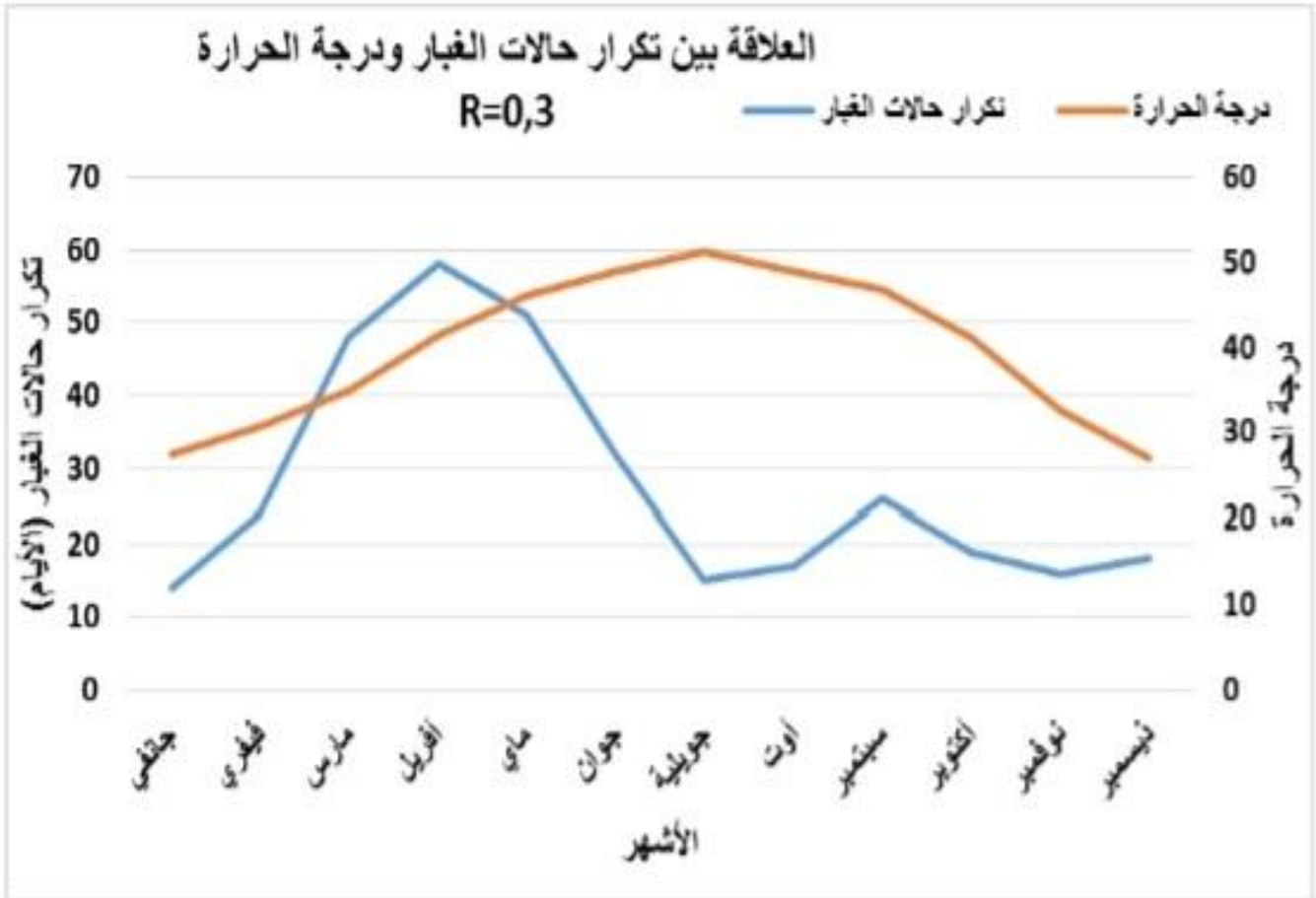
الشكل (3-13): العلاقة بين تكرار حالات الغبار ومدى الرؤية الأفقية مع معامل الارتباط في الفترة 2016-

2020

## الفصل الثالث : دراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية

### ✓العلاقة بين تكرار حالات الغبار ودرجة الحرارة مع معامل الارتباط:

✓ يمثل الشكل (3-14) العلاقة بين تكرار حالات الغبار ودرجة الحرارة مع معامل الارتباط في الفترة الممتدة 2016-2020 بمنطقة ورقلة من خلال ملاحظتنا نلاحظ انخفاض تكرار حالات الغبار يقابله ارتفاع في درجات الحرارة حيث يكون تكرار حالات الغبار مرتفع ويبلغ أقصاه في شهر أفريل مما يقابله انخفاض في درجة الحرارة فكلما كانت تكرار حالات الغبار منخفضة كلما كانت درجات الحرارة مرتفعة مما يدل على وجود علاقة عكسية بين درجة الحرارة وتكرار حالات الغبار ولدينا معامل الارتباط بيرسون  $R=0.3$  الذي يوضح لنا وجود علاقة ترابط ضعيفة بين درجة الحرارة وتكرار حالات الغبار.



الشكل (3-14): العلاقة بين تكرار حالات الغبار ودرجة الحرارة مع معامل الارتباط في الفترة 2016-2020

# الخاتمة

## الخاتمة

يعتبر الغبار الجوي حدث مهم في المناطق الصحراوية وهي ظاهرة تتسبب في العديد من المشاكل الاقتصادية كشلل

حركة النقل البري والجوي ومشاكل اجتماعية كالأضرار الجلدية التنفسية وأمراض العيون

تم إجراء دراسة تحليلية للبيانات المناخية لمنطقة صحراوية منطقة ورقلة في الفترة الممتدة من ( 2016-2020 ) من

درجة الحرارة ونسبة الرطوبة وسرعة الرياح ونسبة التساقط ومدة الشمس وهذا لدراسة تغيرات بعض العناصر المناخية

في هذه المنطقة ودراسة تأثير تطاير الغبار على بعض العناصر المناخية في الفترة الممتدة من 2020/02/28-

2020/03/06 حيث توصلنا إلى أهم النتائج وهي:

- تكون درجات الحرارة بمنطقة الدراسة مرتفعة في فصل الصيف ومنخفضة في فصل الشتاء.
- تكون نسبة الرطوبة بمنطقة الدراسة عالية في فصل الشتاء ومنخفضة في فصل الصيف لقلة الأمطار.
- تنشط الرياح بمنطقة الدراسة في الأشهر فيفري، مارس، أبريل، ماي، جون ويكون اتجاهها شمالي شرقي.
- تشهد المنطقة شح وندرة في الأمطار حيث تكون نسبة التساقط مرتفعة فقط في شهر مارس وشهر سبتمبر فقط.
- تتسبب ظاهرة الغبار في انخفاض درجة الحرارة كما تساعد درجة الحرارة في حركة الهواء بطريقة ذاتية مما يجعل الهواء بارداً.
- تتسبب ظاهرة الغبار في تقليل من الرطوبة النسبية .

● حدوث ظاهرة الغبار ينتج عنه ارتفاع في سرعة الرياح حيث أن الرياح ذات السرعة العالية لها القدرة في نقل الغبار فعند وصول الرياح إلى سرعة معينة تصبح لديها قوة مؤثرة تمكنها من تحريك جزيئات سطح الأرض من تربة ورمال وغيرها لترفعها نحو الأعلى. كما تؤثر بشكل واضح على مدة التشمس ومن ثم كمية الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض حيث عند حدوث الغبار لاحظنا انخفاض كبير في مدة سطوع الشمس، فان جزيئات الغبار تعكس الإشعاع الشمسي وتمتصه.

- علاقة طردية بين سرعة الرياح وتكرار حالات الغبار كلما زادت تكرار حالات الغبار كلما زادت سرعة الرياح ووجود علاقة ترابط قوية بينهم من خلال معامل الارتباط بيرسون .
- علاقة عكسية بين تكرار حالات الغبار ومدى الرؤية الأفقية حيث كلما زادت حالات تكرار الغبار كلما قلت الرؤية الأفقية وهذا واضح جدا في الفترة الممتدة 2016-2020 ووجود علاقة ترابط قوية بينهم من خلال معامل الارتباط بيرسون .

● علاقة عكسية بين تكرار حالات الغبار ودرجة الحرارة حيث كلما ارتفعت تكرار حالات الغبار كلما قلت درجة الحرارة و وجود علاقة ترابط ضعيفة بينهم من خلال معامل الارتباط بيرسون .

وأخيرا وكما تطرقنا إليه في مذكرتنا لمختلف التعاريف التي تخص ظاهرة الغبار الجوي فان ظاهرة الغبار كانت ولا تزال ظاهرة لا يمكن قياسها، لأن مختلف المعطيات المسجلة مرتبطة ارتباطا كبيرا بكفاءة وخبرة مراقبي الأرصاد الجوية من أجل فهم الجيد لسلوك هذه يجب تطوير أدوات ووسائل التنبؤ ، والاستعانة بوسائل الاستشعار عن بعد للتغلب على ضعف نقاط الملاحظة في الأماكن المعزولة.

# المراجع

## المراجع

- [1] أسامة طمل ،عبد الرزاق سويقات ، الزوابع الرملية والترابية في الجزائر : الخصائص، المصادر والتوزيع، 2019
- [2] - Ali; *Dust Phenomena- locally, regionally and globally.*,(in Arabic)
- [3]- Belkhir HEBBAL and –Nadjib TALBI Etude spatio- temporelle des événements de poussière et de sable sur le Sud Algérien. Validation avec l'indice de poussière IDDI . 2017
- [4] - راجحي شهرزاد تحديد جزيئات وملوثات الهباء الجوي في المناطق القاحلة .مذكرة ماستر أكاديمي جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2017.
- [5]- Hazard Prevention and Control in the Work Environment:Airborn Dust;who/sde/oeh/99.14,p(1);p(2).
- [6] - محمد جمال الدين الفندي ، الطبيعة الجوية، مكتبة الفلاح، الكويت، الطبعة الثانية 1977ص268
- [7]- Rgles techniques concernant les poussières; budillon ;rabatel Carriere de Saint –Paul–lés Romans;924 Regles Techniques concernant les poussieres; Z: production /autorisation/carrière/Budillon Rabatel \_12.42S/dossier/Pièce\_9.doc;p(1-15).
- [8] - Emission Des poussiers Des carriers Dans l'air; étude des émission de poussières autour de quatre carrières de granulats dans trois régions françaises; expertises ; avril2018;p(5)
- [9] - سليمان عبد الله إسماعيل،العواصف الغبارية والترابية في العراق (تصنيفها وتحليلها)، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد 39 ، 1999،ص132

[10]- Taylor.D.A.Dust in the wind.Environ Health  
Perspect.110(2):A80-7.20

[11]- Brooks N.P.J..and M.Lrgrand.2000.Dust variability over northern  
Africa and rainfall in the Sahel in Linking climate change to land surface  
change McLaren S.J.and Kniveton

[12]- Diana Bou Karam; Mécanismes de soulèvement d'Aérosols  
Désertiques en Afrique de l'Ouest Océan Atmosphère.Université Pierre  
et Marie Curie-Paris VI 2008.Français.

[13]- Prés Nickling(1994) et Shao(2000)

[14] - محمد محمود سليمان ، الجغرافيا والبيئة ، منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب ، دمشق  
2007ص122.

[15]- M.H.Khadim., "The detection of dust storms using metsats  
salilites,pp .116-124.

[16] - MARTINY.N.ROUCAUP.POHL B, XVIIIe colloque de  
l'association international de climatologie, Liege, 2015.

[17]-ع.ا.ط.شرف،الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي .2000.

[18] - د.فهد بن محمد العتيبي العوامل المؤثرة في سرعة واتجاه الرياح

[19] - M.Legrand, A.Plana- Fattori, and C.N'Doumé, Satellite detection  
of dust using the IR imagery of Meteosat1.Infrared



difference dust index" J.Geophys.Res.Atmos.vol.106, no .D16,  
PP.18251-18274,2001,doi:10.1029/2000JD900749.

[20] - أ.م.د سلام هاتف أحمد الجبوري . كلية التربية / ابن رشد للعلوم الانسانية. جامعة بغداد .مجلة جامعة  
كربلاء العلمية /المجلد /العدد 4 / 2013 .

[21]- <https://www.arabiaweather.com/content/> الرؤية-في-علم-الارصاد-الجوية

[22]- A.Fekih,N.Talbi,andB.Sadaoui,"Etude spatiotemporelle des  
événements de sable sur la région sud-est:Méthode de suivi et de  
prévision,"Journées d'étude Sensib.sur la Quantif.du sable en transit éolien  
sur la lutte contre l'ensablement.Ouargla,2007.

[23]- I.Tegen,IFung; Modeling of mineral dust in the atmosphere:  
Sources, transport,and optical Thickness; Journal of Gephysics  
99,p.22,897-22,914;1994.

[24]- Copyright 2002 by the américain geophysical union revws of  
geophysics p40 february2002

[25] - Ali AMIER, Télédétection dans le domaine de l'infrarouge  
(Application dans la détection des poussières par les méthodes satellitaires,  
Mémoire MAGISTERE-UNIVERSITE KASDI MERBAH  
D'OUARGLA

[26]- N.Mahowald et al."Dust sources and deposition during the last  
glacial maximum and current climate :A comparison of model results with

paleodata from ice cores and marine sediments,"J.Geophys .Res. Atmos., vol.104,no.D13,pp.15895–15916,1999,doi:10.1029/1999JD900084.

[27]- Bahri sadoui –m.senousi,phénomène de sable approche synoptique et modélisation,Mémoire de fin d'études,I.H.F-ORAN

[28]- AMRANE Afaf et hamdi safâ ,Simulation numérique du cycle de vie d'une tempête de sable et de poussière ,mémoire master académique – Université KASDI Merbah d'Ouargla2017.

[29]- Kardous ,M.,2005,Quantification de l'érosion éolienne dans les zones arides tunisiennes:Approche expérimentale et modélisation,Thèse de doctorat,Université paris 12 Valde- Marne,298p

[30]- Roberson,John A.;Crowe,Clayton T.Engineering Fluid Mechanics , Edité par Houghton Mifflin ISBN 10 : 0395283574/ISBN 13 :9780395283578.1980

[31]- Tennekes A.,The Logarithmic Wind Profile Journal of Atmospheric Sciences vol.30,pp.234–238,1973.

[32] - الظروف المناخية وأثرها في التوزيع الجغرافي للعواصف الترابية، دراسة تطبيقية على محافظة الانبار ، الأستاذ المساعد الدكتور فراس فاضل مهدي البياتي ، مجلة جامعة الانبار للعلوم الإنسانية العدد الأول 2011.

[33] - ماجد السيد ولي محمد ، الكشبان الرملية في سهل ما بين النهرين ، أسبابها وطرق الوقاية منها، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد21، 1987، ص.69

## الملخص:

الهدف من هذا العمل هو دراسة تطاير الغبار في الغلاف الجوي وتأثيره على بعض العناصر المناخية. اعتمدنا على مجموعة من بيانات الأرصاد الجوية، ودراسة تأثير تطايرها على بعض العناصر المناخية في الفترة 2020 / 02/28 - 2020 / 03 / 06 والعلاقة بين تكرار حالات الغبار وكل من سرعة الرياح ومدى الرؤية الأفقية ودرجة الحرارة مع معامل الارتباط في الفترة 2016-2020. تحصلنا على النتائج التالية : يعمل الغبار الجوي على التقليل من درجة الحرارة ونسبة الرطوبة ويعمل على زيادة سرعة الرياح ووجود علاقة طردية بين تكرار حالات الغبار وسرعة الرياح ، وعلاقة عكسية بين تكرار حالات الغبار ومدى الرؤية الأفقية والترابط العكسي بين تكرار حالات الغبار ودرجة الحرارة

الكلمات المفتاحية : تطاير الغبار ، سرعة الرياح ، الهباء ، العواصف

**Résumé:** Le but de ce travail est d'étudier la volatilisation des poussières dans l'atmosphère et son effet sur certains éléments climatiques. Nous nous sommes appuyés sur un ensemble de données météorologiques, et avons étudié l'effet de sa volatilité sur certains éléments climatiques dans la période 28/02/2020-06/03/2020 et la relation entre la fréquence des cas de poussières et chacune des vitesses du vent, horizontal visibilité et température avec le coefficient de corrélation sur la période 2016-2020 .

Nous avons obtenu les résultats suivants : la poussière atmosphérique réduit la température et l'humidité et augmente la vitesse du vent, et il existe une relation positive entre la fréquence des cas de poussière et la vitesse du vent, et une relation inverse entre la fréquence des cas de poussière et l'étendue de la visibilité horizontale et la corrélation inverse entre la fréquence des cas de poussière et la température

**Mots-clés :** souffle de poussière, vitesse du vent, aérosols, tempêtes

### Abstract

The aim of this work is to study the volatilization of dust in the atmosphere and its effect on some climatic elements. We relied on a set of meteorological data, and studied the effect of its volatility on some climatic elements in the period 28/02/2020-06/03/2020 and the relationship between the frequency of dust cases and each of wind speed, horizontal visibility and temperature with the correlation coefficient in the period 2016-2020 .

We obtained the following results: atmospheric dust reduces temperature and humidity and increases wind speed, and there is a positive relationship between the frequency of dust cases and wind speed, and an inverse relationship between the frequency of dust cases and the extent of horizontal visibility and the inverse correlation between the frequency of dust cases and temperature

**Keywords:** dust blowing, wind speed, aerosols, storms