



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة ماستر اكايمي

المجال: علوم المادة

الفرع: الفيزياء

التخصص: فيزياء الأرصاد الجوية

من اعداد الطالبتان : غربي مرزاق \_ دباش كريمة

بعنوان



دراسة فعالية نموذج الأرصاد الجوي BSC-DREAM8b في المناطق ذات الإمكانيات العالية لإثارة الغبار والرمال الصحراوية

نوقشت بتاريخ: 2019-07-08

أمام اللجنة المكونة من الأساتذة:

رئيسا	أستاذ محاضر - ب-	أ. تليلي صالح
مناقش	أستاذ محاضر- أ -	أ. ناقص محمد الطاهر
مشرف	أستاذ محاضر - ب-	أ. فقيه عبد العالي

السنة الجامعية: 2018/2019

## شكر وتقدير

أشكر أولاً وأخيراً الله تعالى الذي أسبغ علينا نعمه ظاهرة وباطنه، وأمدني بالصبر لتذلل الصعوبات أمامي وأعانني كل العون على إنجاز هذه المذكرة، ثم أشكر أستاذي الكريم **فقيه عبد العالي** الذي قبل الإشراف على مذكرتي وساعدني خطوة بخطوة لبلوغ نهاية البحث.

كما نشكر الأستاذ الفاضل **هبال بالخير** الذي منا علينا

بمساعده وتوجيهاته القيمة ومعلوماته النيرة.

كما نتقدم بالشكر لكل من ساهم وبذل جهداً ولو بالقليل في إنجاز هذه المذكرة، كما نشكر جميع أعضاء قسم الفيزياء اساتذة واداريين والأساتذة الكرام أعضاء لجنة المناقشة على تفضلهم بقبول المناقشة.

## الفهرس

I.....	الفهرس
IV .....	قائمة المختصرات
V .....	قائمة الرموز
VI.....	فهرس الجداول
VII.....	فهرس الأشكال
1 .....	مقدمة عامة

## الفصل الأول عموميات على الظواهر الغبارية

3 .....	1-1. مقدمة :
3 .....	2-1. تعريف الغبار الجوي :
4 .....	3-1. مصادر الغبار و الهباء الجوي:
5 .....	4-1. حجم الجسيمات (Granulométrie) :
8 .....	5-1. طريقة القياس والكشف :
8 .....	1-5-1. الرصد المكاني بواسطة المصايد :
9 .....	2-5-1. جهاز TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) :
10 .....	3-5-1. الاستشعار عن بعد على الأرض:
11 .....	4-5-1. العمق الضوئي للهباء الجوي:
12 .....	5-5-1. الاستشعار عن بعد من الفضاء (قمر Meteosat) :
12 .....	6-1. التغير الزمني للانبعاثات:
13 .....	7-1. كيف تتم عملية نقل الغبار من مكان إلى مكان:

- 8-1. طرق حركة جسيمات الغبار: ..... 14
- 1-8-1. التدرج: ..... 15
- 2-8-1. القفز (الوثب) : وتسمى أيضا ( القصف الرملي) ..... 15
- 3-8-1. التعليق : ..... 16
- 9-1. آليات رفع جزيئات الغبار والرمل : ..... 17
- 10-1. الظروف الديناميكية في بداية الرياح الرملية : ..... 18
- 11-1. آلية ترسب الهباء الجوي الصحراوي: ..... 21
- 1-11-1. الترسيب الجاف ..... 21
- 2-11-1. الترسيب الرطب: ..... 21
- 12-1. الظواهر الرملية و الغبارية: ..... 22
- 1-12-1. ظاهرة الغبار ..... 22
- 2-12-1. العاصفة الترابية أو العاصفة الرملية: ..... 23
- 3-12-1. الريح الأفقية (Le vent horizontal) : ..... 24
- 13-1. سرعة الرياح (Vitesse de Vent): ..... 25
- 14-1. مدى الرؤية الأفقية: ..... 25

### الفصل الثاني: النموذج DREAM

- 1-3. مقدمة : ..... 28
- 2-3. خصائص النموذج DREAM : ..... 28
- 3-3. معالجة الغبار في النموذج DREAM : ..... 29
- 1-3-3. دورة الغبار: ..... 29
- 2-3-3. معادلة أولر: ..... 29
- 3-3-3. مصادر الأتربة والغبار: ..... 30
- 4-3-3. الحجم والانتشار الكتلي للجزيئات الترابية: ..... 34
- 5-3-3. حساب التدفق العمودي: ..... 35

- 3-3-6. السرعة الابتدائية: في DREAM ، يتم تحديد سرعة الابتدائية التي اقترحها (Bagnold,1941) والتي يتم استخدامها: ..... 36
- 3-3-7. رواسب الغبار الصحراوي: ..... 37
- 3-3-8. حساب التدفق المنبعث العلوي: ..... 39
- 3-3-9. حساب التدفق المنبعث الأفقي: ..... 40

### الفصل الثالث: التحليل الزمني والمكاني لمناطق الدراسة

- 1-3. مقدمة : ..... 42
- 2-3. دراسة مناخية لمناطق الدراسة: ..... 42
- 1-2-3. منطقة ورقلة: ..... 43
- 1-1-2-3. البيانات المناخية بمنطقة ورقلة(2014-2018): ..... 43
- 2-2-3. منطقة الوادي: ..... 47
- 1-2-2-3. البيانات المناخية بمنطقة الوادي (2014-2018): ..... 47
- 3-2-3. منطقة إن اميناس: ..... 51
- 1-3-2-3. البيانات المناخية لمنطقة إن اميناس (2014-2018): ..... 51
- 3-3. التحليل الزمني لمناطق دراسة (ورقلة ، الوادي، إن اميناس): ..... 55
- 1-3-3. تحليل وتفسير المنحنيات: ..... 57
- 4-3. تحليل المكاني للسلك الضوئي للغبار للنموذج DREEM8b والسلك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي ECMWF و سرعة الرياح السطحية : ..... 58
- الخلاصة..... 78
- قائمة المراجع ..... 79

## قائمة المختصرات

### قائمة المختصرات

المختصرات	اللغة الاصلية	العربية
OMM	Organisation Météorologique	منظمة العالمية للأرصاد الجوية
AOD	Aerosl Optical Depth	السماك الضوئي للغبار
NCEP	National Central for Environmental Prediction	المراكز الوطنية للتنبؤ البيئي
ECMWF	European Center of Medium Weather Forecasts	المركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة
SEVIRI	European Enhanced Visibl and Infrared Image	غزل المحسن مرئي وتصوير الأشعة تحت الحمراء
ONM	Office National de la météorologique	منظمة الوطنية للأرصاد الجوية
MVIRI	Météosat visibl and infrarer Image	القنوات الطيفية الثلاث للتصوير المرئي والأشعة تحت الحمراء
CLS	Coche Limite de surface	الطبقة الحدية السطحية
MODIS	Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer	معتدل القرار التصوير الطيف
MSG	Météosat Secend Generation	قمر صناعي الجيل الثاني
NASA	National Aeronautics and Space Administration	الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء

# قائمة الرموز

## قائمة الرموز

pa	قوة الاحتكاك على السطح
N/kg	الثقل
N	قوة التماسك بين الجزيئات
N	القوى الشعرية
m	قطر حبة الرمل (م)
N	القوة الناتجة عن الحركة الميكانيكية للرياح
N	القوة الناتجة
m/s	متوسط عتبة الرياح السطح المطلوبة لرفع الجزيئات
m/s	متوسط الرياح الأفقية على ارتفاع (z)
m/s	سرعة الاحتكاك وعادة ماتعطى ب(سم/ث)
/	ثابت فون كارمان $k = 0.38$
pa	معامل اللزوجة الحركية للهواء
(كلغ/م <sup>3</sup> )	الكتلة الحجمية للهواء
m	خشونة السطح
N/kg	تسارع الجاذبية
/	الإشعاع الضوئي لمصدر ضوئي قبل اختراق وسط معين
/	قيمة الإشعاع بعد اختراق الوسط
/	الجزء الضائع عبر الوسط عن طريق الامتصاص والانتشار

# فهرس الجداول

## فهرس الجداول

الفصل الاول: عموميات على الظواهر الغبارية

- الجدول (1.1): أحجام مختلفة من غبار الصحراء (الجمعية الأمريكية لعلوم التربة).....5
- الجدول (2.1): أحجام مختلفة من الغبار حسب معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) ..... 5
- الجدول (3.1): الأحجام المختلفة لجزيئات الغبار (الجمعية الدولية لعلوم التربة).....5
- الجدول (4.1): أحجام مختلفة من جزيئات الغبار (تصنيف تيغن و فانغ).....6
- الجدول (5.1): أحجام مختلفة من غبار الصحراء (Tegen and Fang,1994) حسب قطر الجسيمات.....6
- الجدول (6.1): عتبة سرعة الرياح لرفع الغبار لمختلف البيئات الصحراوية ( source : the COMET ) (program et NASA).....14

الفصل الثاني: النموذج DREAM

- الجدول (1-2): الأنواع الـ 13 من النباتات المستخدمة في النموذج DREAM (Dorman and sellers, 1989).....32
- الجدول (2-2): أنواع التربة وجزيئات التربة (Dorman and sellers, 1989).....33
- الجدول (3.2) : فئات الجزيئات ذات القطر والكثافة المقابلة.....35

الفصل الثالث:دراسة فعالية النموذج DREAM-8b للحالة من 2007/03/10-08

- الجدول (1.3):الإحداثيات الجغرافية لمناطق الدراسة (المصدر : ONM).....42
- الجدول (2-3):نتائج التحليل المكاني لمناطق الدراسة (ورقلة ، الوادي ، ان اميناس).....77



فهرس الأشكال

الفصل الأول :عموميات على الظواهر الغبارية

- الشكل (1.1): الغبار (الهباء الجوي).....03.....
- الشكل (2.1): مصادر الغبار في العالم.....05.....
- الشكل(3-1):مصيدة الغبار.....09.....
- الشكل(4-1): فريق TEOM الواقع في دودوغو (بوركينافاسو): أ) منظر للمأوى  
ب) عملية تكبير الرأس PM10 ..... 09.....
- الشكل (5-1): أدوات قياسات السماكة الضوئية للهباء الجوي تمناست ، الجزائر مرصد سو اقتحام  
جنوب الصحراء الكبرى في 3 مارس 2004 ..... 11.....
- الشكل (1 - 6): رسم تخطيطي للعمليات الرئيسية الثلاث المشاركة في انبعاث الهباء الجوي  
الصحراوي.....14.....
- الشكل(7-1). رسم تخطيطي يوضح كيفية تدرج الجسيمات.....15.....
- الشكل(8.1): رسم تخطيطي يوضح كيفية قفز الجسيمات على سطح الأرض.....15.....
- الشكل(9.1): رسم تخطيطي يوضح كيفية تعليق الجسيمات في الهواء.....16.....
- الشكل (10.1) يمثل توازن القوى التي تتعرض لها حبيبة من الرمل قطرها  $D_p$ ، تحت ضغط  
القص ( $\tau$ ) القوة الناتجة عن الحركة الميكانيكية للرياح ( $F_u$ )، وزن الجسيم ( $P$ )، قوى الجسيمات ( $I_p$ )،  
والقوة الناتجة ( $Fr$ ).....19.....
- الشكل (11-1) : تمثيل تأثير التربة على تدفق الهواء والضغط العرضي ( $T$ ) التي يمارسها التدفق على  
الأرض. يتم تعريف سرعة الرياح  $U(Z)$  المكون الأفقي لسرعة الرياح اعتمادا على  
الارتفاع.....20.....
- الشكل (12-1): مخطط يمثل دورة الغبار.....22.....

الشكل(13.1) : العواصف الرملية و العواصف الغبارية .....24

الشكل (14-1): يوضح سرعة الرياح (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية).....25

### الفصل الثاني:النموذج DRAEM8b

الشكل (1-2): أنواع النباتات الـ 13 المستخدمة في النموذج(Dorman and sellers, 1989).....31

الشكل (2-2): الفئات الأربعة للجسيمات المستخدمة للنموذج DREAM (Tegen and fang, 1994).....34

### الفصل الثالث: دراسة فعالية النموذج DREAM-8b للحالة من 2007/03/10-08

الشكل (1.3):مناطق الدراسة المناخية ( المصدر: ONM).....42

الشكل(2.3): تغيرات درجة الحرارة بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة (2014-2018).....43

الشكل (3.3): تغيرات الرطوبة النسبية بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة (2014-2018).....44

الشكل (4.3): واردة الرياح لمنطقة ورقلة.....45

الشكل(5.3): تغيرات السرعة القصوى للرياح بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة الممتدة (2014-2018).....45

الشكل(6.3) : تغير كمية التساقط بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة (2014-2018).....46

الشكل (7.3) : تغيرات كمية التبخر بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة (2014-2018).....47

الشكل (8.3): تغيرات درجة الحرارة بدلالة الأشهر بمنطقة الوادي في الفترة (2014-2018).....48

الشكل(9.3): تغيرات الرطوبة النسبية بدلالة الأشهر لمنطقة الوادي في الفترة (2014-2018).....49

شكل (10.3): واردة الرياح لمنطقة الوادي.....49

الشكل (11.3) تغيرات سرعة الرياح بدلالة الأشهر بمنطقة الوادي في الفترة (2014-2018).....50

الشكل(12.3): تغيرات كمية التساقط بدلالة الأشهر بمنطقة الوادي في الفترة (2014-2018).....50

الشكل (13.3) : تغيرات كمية التبخر بدلالة الأشهر بمنطقة الوادي في الفترة (2014-2018).....51

- الشكل (14.3): تغيرات درجة الحرارة بدلالة الأشهر لمنطقة ان اميناس (2014-2018).....52
- الشكل(16.2): تغيرات نسبة الرطوبة بدلالة الأشهر بمنطقة ان أميناس في الفترة (2014-2018).....52
- الشكل(17.3): وردة الرياح لمنطقة ان اميناس.....53
- الشكل(18.3): تغيرات سرعة الرياح بدلالة الأشهر بمنطقة ان اميناس في الفترة (2014-2018).....53
- الشكل(19.3): تغيرات كمية التساقط بدلالة الأشهر بمنطقة عين أميناس (2014-2018).....54
- الشكل(20.3): تغير كمية تبخر المياه بدلالة الأشهر بمنطقة عين اميناس(2014-2018).....55
- الشكل (21.3): دراسة مقارنة بين التركيز والسرعة المتوسطة ومدى الرؤية للمناطق أ: ورقلة ،ب: الوادي ،ج: اين اميناس.....56
- الشكل (22.3) : التوزيع المكاني ل أ :السلك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM8b, ب :السلك الضوئي للغبار للمركز الاوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF,ج:سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الاوروبي ECMWF عند الساعة00:00 في يوم 20/03/08.....59
- الشكل(23.3) : التوزيع المكاني ل أ :السلك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DRAEM8b, ب :السلك الضوئي للغبار للمركز الاوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF,ج:سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الاوروبي ECMWF عند الساعة06:00 في يوم 2007/03/08.....60
- الشكل (24.3) : التوزيع المكاني ل أ :السلك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM8b, ب :السلك الضوئي للغبار للمركز الاوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF,ج:سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الاوروبي ECMWF عند الساعة12:00 في يوم 2007/03/08.....61
- الشكل(25.3) : التوزيع المكاني ل أ :السلك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM8b, ب :السلك الضوئي للغبار للمركز الاوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF,ج:سرعةالرياح السطحية (10م) المركز الاوروبي ECMWF عند الساعة00:18 في يوم 2007/03/08.....62
- الشكل(26.3) : التوزيع المكاني ل أ :السلك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM8b, ب :السلك الضوئي للغبار للمركز الاوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF,ج:سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الاوروبي ECMWF عند الساعة00:00 في يوم 2007/03/09.....65

الشكل (27.3) : التوزيع المكاني ل أ :السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM , ب :السمك الضوئي للغبار المأخوذة من المركز الاروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطية ECMWF,ج:سرعة الرياح السطحية (10م) الماخوذة من المركز الاروبي ECMWF عند الساعة06:00في يوم 2007/03/09.....66

الشكل(28.3) : التوزيع المكاني ل أ :السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM , ب :السمك الضوئي للغبار المأخوذة من المركز الاروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطية ECMWF,ج:سرعة الرياح السطحية (10م) الماخوذة من المركز الاروبي ECMWF عند الساعة12:00 في يوم 2007/03/09.....67

الشكل (29.3): التوزيع المكاني ل أ :السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM , ب :السمك الضوئي للغبار المركز الاروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطية ECMWF,ج:سرع الرياح السطحية (10م) الماخوذة من المركز الاروبي ECMWF عند الساعة18:00 في يوم 2007/03/09.....68

الشكل (30.3): التوزيع المكاني ل أ :السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM , ب :السمك الضوئي للغبار المركز الاروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطية ECMWF,ج:سرعة الرياح السطحية (10م) الماخوذة من المركز الاروبي ECMWF عند الساعة00:00في يوم 2007/03/10.....71

الشكل (31.3) : التوزيع المكاني ل أ :السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM , ب :السمك الضوئي للغبار المركز الاروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطية ECMWF,ج:سرعة الرياح السطحية (10م) الماخوذة من المركز الاروبي ECMWF عند الساعة06:00 في يوم 2007/03/10.....72

الشكل ( 32.3) : التوزيع المكاني ل أ :السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM , ب :السمك الضوئي للغبار المركز الاروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطية ECMWF,ج:سرعة الرياح السطحية (10م) الماخوذة من المركز الاروبي ECMWF عند الساعة12:00 في يوم 2007/03/10.....73

الشكل (33.3) : التوزيع المكاني ل أ :السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM , ب :السمك الضوئي للغبار المركز الاروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطية ECMWF,ج:سرعة الرياح السطحية

## فهرس الاشكال

---

يوم	في	الساعة18:00	عندECMWF	الاوروبي	المركز	(م10)
74.....						2007/03/10

## مقدمة عامة:

ان فهم ورصد ظاهرة تطاير الغبار بالتقنيات الرقمية باستعمال الحواسيب له أهمية بالغة وجوهرية في القطاعات الاقتصادية والصناعية والاجتماعية كالنشاط الصناعي والفلاحي وحركة المرور والنقل وصحة الإنسان (الأمراض التنفسية وأمراض العيون).....

في السنوات الأخيرة بذلت جهود كبيرة لفهم العمليات المتعلقة بسلوك الظواهر الغبارية بشكل أفضل كانت هذه الدراسات محدودة في الزمان والمكان بحيث تطرقنا في موضوع بحثنا لهذه المذكرة الى دراسة أداء النموذج العددي **BSC-DREM8b** الخاص بتنبؤ تطاير الغبار والرمال وهذا في المناطق (ورقلة, الوادي, ان اميناس) فكان عنوان فصلنا الأول حول عموميات على الظواهر الغبارية ,فماهي الظاهرة الغبارية ؟وما مصادرها؟ وشرح دورة تنقل الغبار من أماكن الانبعاث الى مناطق الترسيب وماهي الأجهزة التي تمكننا من قياس العناصر الفيزيائية (تركيز الغبار, السرعة المتوسطة للرياح ,مدى الرؤية) والمقارنة بينها وشرح أنواع الظواهر الغبارية, أما بالنسبة للفصل الثاني سيكون حول شرح نموذج **BSC-DREM** وكيفية عمله وخصائصه...., والفصل الثالث والأخير سوف يحتوي على الجانب التطبيقي من الدراسة وهو دراسة فعالية النموذج للحالة من (2007/03/10-2007/03/07) اي إجراء دراسة مقارنة بين فعالية النموذج ومعطيات محطة الأرصاد الجوية وهذا بين العناصر الفيزيائية الثلاثة (السرعة المتوسطة للرياح ,مدى الرؤية, تركيز الغبار في الجو) .

## الفصل الأول

### عموميات على الظواهر الغبارية

## الفصل الأول :عموميات على الظواهر الغبارية

## 1-1. مقدمة :

في هذا الفصل سيتم التعرف بالصفة عامة على ما يسمى بالغبار الجوي أو الأتربة الموضح في الشكل (1.1) وعلى مصادره والمناطق إلى يكون فيها والعوامل المساهمة في حركة جزيئاته من مكان إلآخر كما سيتم عرض مخططات توضح عملية نقل الغبار



الشكل (1.1): الغبار (الهباء الجوي)

## 2-1. تعريف الغبار الجوي:

الغبار الجوي هو مجموعة الحبيبات أو الجسيمات الصغيرة الصلبة المنتشرة في الهواء سواء كان أصلها معدنيا أو حيوانيا أو نباتيا وتختلف درجة تركيز الغبار الجوي (أي عدد الجزيئات الموجودة في كل سنتيمتر مكعب واحد من الهواء ) ومتوسط حجم الحبيبات وطبيعتها اختلافا بينا بتغيير الزمان والمكان , أو بتغيير الكتل الهوائية وتصل درجة التركيز أدناه في الهواء الجوي القطبي حيث لا تتعدى بضع حبيبات لكل سنتيمتر مكعب من الهواء العادي كما قد تصل إلى العشرات ألافومئات في زوابع التراب في المناطق الصحراوية أو في هبوب الرياح، كما يعرف بالهباء الصحراوي وهو نوع من الأنواع النادرة



الموجودة في الغلاف الجوي في شكل جسيمات والمعروف باسم الصحارى الابتدائية، مثل ملح البحر ، لأنها كذلك أصدرت تحت تأثير الرياح. و يكون قطرها بين بضعة أعشار وعشرات من الميكرومتر [33]

### 1-3. مصادر الغبار و الهباء الجوي:

يمكن أن يكون مصدر الغبار الأصلي الإنسان (العمليات الصناعية ، الاحتراق ، الأنشطة الزراعية) ، كبير أو ناعم ، أسود (احتراق الفحم) أو أبيض (أسمنت) ، من مصادر ثابتة (المدخن) المصادر الصناعية ، غرف الغلايات ، مباني المواشي ... ) أو المصادر المتحركة (حركة السيارات ، الحرث) طبيعي (تآكل التربة ، حرائق الغابات ، الخ) مثل غبار الصحراء. غبار الصحراء هو الهباء الجوي المعدني المنتج في المناطق القاحلة وشبه القاحلة (تساقط الأمطار أقل من 200 ملم في السنة).

ويصدر الهباء الجوي في العالم من 10 مصادر رئيسية وهي: بحر السالتون جنوب كاليفورنيا، باتاغونيا (الأرجنتين التشيلي)، التيبيلانو (الانديز)، ومنطقة الساحل (غرب إفريقيا)، و صحراء ناميبيا (جنوب إفريقيا)، وادي السند (باكستان والهند)، صحراء تكليماكان (الصين)، صحراء غوبي (منغوليا) وحوض بحيرة آير (أستراليا) [28] وأكثر المناطق المنتجة للغبار أفريقيا (الصحراء الساحل)، آسيا (الصحارى الصينية غوبي) ومصادر أخرى تشكل أيضا مصادر الهباء الجوي الصحراوي، حتى لو الكميات الصادرة هي ضعيفة نسبيا مثل: جنوب إفريقيا (ناميب ، كالاها ري). غرب الولايات المتحدة (الحوض العظيم ، موها في ، سنورا). أمريكا الجنوبية (أتاكاما). أستراليا (الصحراء الشمالية الغربية ، جيبسون).



الشكل (2.1): مصادر الغبار في العالم

تنتج الصحراء في شمال إفريقيا 1150 مليون طن من الهباء الصحراوي سنويًا ، بينما تنتج المصادر الآسيوية 600 مليون طن سنويًا ، و تنتج المصادر الأخرى أقل من 200 مليون طن سنويًا وفقا لتقديرات [10] [32] ، فإن كمية الهباء الجوي التي يتم حقنها في الغلاف الجوي على نطاق عالمي ستكون بين 1000 و 5000 مليون طن / سنة .في الوقت الحاضر ، تمثل هذه الجسيمات المصدر الأول للكتلة من الهباء ، أي ما يقرب من 40 ٪ من إجمالي الكتلة السنوية للهباء الجوي المنبعثة في الغلاف الجوي . [07]

#### 1-4. حجم الجسيمات (Granulométrie):

يتواجد الغبار بأحجام مختلفة في أنظمة مختلفة كالتالي [35] :

- الجمعية الأمريكية لعلوم التربة ووزارة الزراعة بالولايات المتحدة:

الجدول (1.1): أحجام مختلفة من غبار الصحراء (الجمعية الأمريكية لعلوم التربة)

الطين	الطمي	الرمل					الحبيبات الخشنة
		دقيق	دقيق	متوسط	خشنة	خشنة جدا	
0.002 مم ≤	0.05 إلى 0.002	دقيق	دقيق	متوسط	خشنة	خشنة جدا	76.02م
		جدا					يكرو متر
		0.1 مم	0.25 مم	0.5 مم	1 مم	2 مم إلى	2 ميكرو
		إلى 0.05	إلى 0.1	إلى 0.25 مم	إلى 0.5 مم	1 مم	و متر

- معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) ومعهد بريثاني القياسي :

الجدول (2.1): أحجام مختلفة من الغبار حسب معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT)

الطين	الطمي			الرمل			الحبيبات الخشنة
	دقيق	متوسط	خشنة	دقيق	متوسط	خشنة	
0.002 مم ≤	دقيق	متوسط	خشنة	دقيق	متوسط	خشنة	2 مم ≤
	0.006 مم	0.02 مم	0.06 مم	0.2 مم	0.6 مم	2 مم	
	إلى	إلى	إلى	إلى	إلى	إلى	
	0.002 مم	0.006 مم	0.02 مم	0.06 مم	0.2 مم	0.6 مم	

- الجمعية الدولية لعلوم التربة:

الطين	الطمي	الرمل		الحبيبات الخشنة
0.002 مم ≤	0.02 مم الى 0.002 مم	دقيق	خشنة	≤ 2 مم
		0.2 مم الى	2 مم الى	
		0.02 مم	0.2 مم	

الجدول (3.1): الأحجام المختلفة لجزيئات الغبار (الجمعية الدولية لعلوم التربة)

- تصنيف تيغن (Tegn) و فانغ (fang) ، (1994) حسب حجم الجسيمات:

الجدول (4.1): أحجام مختلفة من جزيئات الغبار [12]

الطين	الطمي	الرمل
0.001 مم الى 0.0001 مم	دقيق	1 مم إلى
	0.01 مم	0.025 مم
	الى 0.001 مم	الى 0.01 مم

تصنيف تيغن (Tegn) وفانغ (fang) ، (1994) حسب قطر الجسيمات:

الجدول (5.1): أحجام مختلفة من غبار الصحراء [12] حسب قطر الجسيمات

الطين	الطمي الصغير	الطمي كبير	الرمل
0.00073 مم	0.0061 مم	0.018 مم	0.038 مم

**1-5. طريقة القياس والكشف :**

إن الامتداد الشاسع للصحراء ، مع محدودية إمكانية الوصول إليها وانخفاض الكثافة السكانية ، يقلل من إمكانية استكشاف الإنسان لمصادر الغبار بشكل كبير [05]تحديد هذه المناطق مصدر الغبار هو شرط ضروري لتقدير دقيق لتأثير الغبارعلى الجوانب المتعددة للأرصاء الجوية والمناخ والنظم الإيكولوجية[01].يمكن تطبيقها لتحديد مصادر الهباء الجوي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة ، من بينها: الاستشعار عن بعد ، وتحليل بيانات الأرصاد الجوية والغبار .

**1-5-1.الرصد المكاني بواسطة المصايد :**

يتم رصد معدلات الغبارالمتساقط باستخدام مصيدة للغبار قطرها 20 سم فقط، توضع على ارتفاع قدره 240سم من مستوى الأرض،تحتوي في داخلهاعلى طبقتين من كرات الرخام لمنع خروج الغبار بعد تساقطه بفعل الرياح . وخفف اضطراب التربة الناجمة عن تركيب مصيدة الغبارعبر تسوية الأرض ورشها بالماء . وكذلك يتم وضع قوس معدني حول المصيدة بهدف تجنب تساقط نفايات الطيور داخل المصيدة حيث أنها تستهوي الطيور للوقوف عليها . لتوزيع مصايد الغبار يجب مراعاة معايير الموقع وهي كالتالي

- أن تبعد عن الطرق الصحراوية والرئيسة والمنشآت مثل الأسوار البيولوجية والحواف الطبوغرافية والمساحات المزروعة بما لا يقل عن 100 متر لتجنب الغبار الذي يثير عبور المركبات.
- التوزيع الجغرافي المناسب لتغطي هذه المصايد جميعا لظواهر والأشكال المورفولوجية
- سهولة الوصول إلى المواقع[33]



الشكل (3-1): مصيدة الغبار [33]

### 1-5-2. جهاز TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) :

TEOM هو جهاز يستعمل لقياس التراكيز الكتلية للغبار على سطح الارض ويقوم بمعاينة ومقارنة معطيات الاقمار الصناعية ومخرجات النماذج العددية. تتم عملية القياس بالشكل الاتي:

يقوم الجهاز بجذب عوالمق الغبار و يحتوي على مرشح لاقط للغبار وتتم المعالجة لحساب لقياس تركيز

الغبار [16]



(أ) (ب)

الشكل (4-1): فريق TEOM الواقع في دودوغو (بوركيينا فاسو): (أ) منظر للمأوى (ب) عملية تكبير

الرأس [16] PM10

**1-5-3. الاستشعار عن بعد على الأرض:**

يتم باستخدام بيانات الأرصاد الجوية في المطار وصور الأقمار الاصطناعية؛ من أجل تحديد العواصف الترابية ومساراتها ومصادرها الإقليمية والمحلية الكبرى و المتوسطة . يتم جمع صور العواصف الترابية من هذه الأقمار عبر مواقع معتمدة من الشبكة العنكبوتية مثل موقع ناسا وموقع مركز تنبؤات الغبار في برشلونة . وعليه تم الاستناد إلى هذه البيانات لإنتاج خارطة طريق 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 بيانات الأرصاد الجوية وصور الأقمار الاصطناعية المشمولة . هذان النوعان هما :المسارات الرئيسية حيث تغطي العاصفة مساحة أكبر من أو يساوي 3000 كم 2 ،والمتوسطة تغطي مساحة أقل من 3000 كم [32]

كما يمكن اكتشاف الهباء الجوي من الأرض عن طريق قياسات الرؤية (التكامل الأفقي) والقياسات الضوئية (التكامل العمودي) .تعتمد تقنيات المراقبة هذه على الاستشعار عن بُعد السلبي (القياسات التي تجربها وحدات المعالجة الضوئية وشبكة (EARLINET) ، والتي تطورت بسرعة منذ منتصف التسعينيات وتشكل الآن قاعدة بيانات فريدة لتوصيف الهباء .البيئة القارية.

يتيح تحسين الأدوات ، سواء كانت سلبية أو نشطة ، إجراء قياسات شاملة للغاية للتركيز وتوزيع حجم

الجسيمات وكذلك توزيعها العمودي [20]



الشكل (5-1): أدوات قياسات السماكة الضوئية للهباء الجوي ، تمناست ، الجزائر مرصد سو

جنوب الصحراء الكبرى في 3 مارس 2004

#### 4-5-1. العمق الضوئي للهباء الجوي:

السماك الضوئي لطبقة الغلاف الجوي يقيس مدى درجة شفافية هذه الطبقة ويعرف بأنه اللوغاريتم الطبيعي للكسر الذي يمثل الاشعاع الكهرومغناطيسي الذي امتصته مركبات هذه الطبقة (الطبقة التي اخترقتها) علما لاشعاع الضوئي لمصدر ضوئي قبل اختراق وسط معين.

اذا كان لدينا  $I_0(\lambda)$  هو الاشعاع الضوئي لمصدر ضوئي قبل اختراق وسط معين، و  $I(\lambda)$  قيمة الاشعاع بعد اختراق الوسط فان السماك الضوئي  $\tau(\lambda)$  والذي يمثل الجزء الضائع عبر الوسط عن طريق الامتصاص والانتشار [25] والذي يعطى بالعلاقة التالية :

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

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

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



### 1-5-5. الاستشعار عن بعد من الفضاء (قمر Meteosat)

من الخصائص المهمة للغبار المنقول هو التباين المكاني والزمني الكبير لتركيزها الجوي. الاستشعار عن بعد المكاني يسمح بملاحظات واسعة النطاق ذات دقة مكانية عالية. كما يسمح بأوقات مراقبة طويلة (عدة سنوات لقمر معين) بتردد قياس مرتفع. تعد قياسات الأقمار الصناعية من الفضاء مثيرة للاهتمام بشكل خاص للمناطق التي يصعب الوصول إليها مثل الصحاري. وبالتالي ، فإن أول قمر صناعي Meteosat يلاحظ الأرض من ارتفاع 35850 كم فوق خليج غينيا ، عند نقطة الإحداثيات الجغرافية (0° ، 0°). يسمح بتغطية حوالي ربع سطح الأرض ، مساحة ± 60° في خطوط الطول والعرض. يوفر هذا القمر الصناعي البيانات كل 30 دقيقة من القنوات الطيفية الثلاث للتصوير المرئي والأشعة تحت الحمراء (MVIS) الموجودة في النطاق المرئي.

الأشعة تحت الحمراء وشريط امتصاص بخار الماء. تم إطلاق أول قمر صناعي من الجيل ، Meteosat-1 ، في عام 1977 والأخير ، Meteosat-7 ، تم إطلاقه في عام 1997 ، بعد 20 عامًا. في عام 2002 ، تم استبدال Meteosat من قبل الجيل الجديد من الأقمار الصناعية ، Meteosat الجيل الثاني (MSG). هي عبارة عن أسرة مكونة من أربعة أقمار للأرصاد الجوية مستقرة بالنسبة للأرض ، أطلق أولها ، Meteosat-8 أو (MSG-1) ، في عام 2002 ، والثاني ، MSG-2 ، تبعه في ديسمبر 2005. مقياس الإشعاع له SEVIRI (الغزليحتوي المحسن المرئي والأشعة تحت الحمراء) على اثني عشر قناة تغطي منطقة طيفية واسعة إلى حد كبير في الأشعة تحت الحمراء. يقوم بإنشاء صور متعددة الأطياف لسطح الأرض كل 15 دقيقة [07]

### 1-6. التغير الزمني للانبعاثات :

يتميز الغبار الصحراوي بدورة موسمية ملحوظة للغاية ، ويتزامن التوقيت فقط جزئياً مع نظام هرمان (رياح شمالية شرقية ، حار جداً خلال النهار ، أبرد ليلاً ، جافة جداً وغالباً ما تكون مشحونة الغبار).

وبالتالي ، إذا امتد موسم الجفاف من أكتوبر إلى مارس ، فيمكننا تمييز فترة "بدون" الغبار من جويلية إلى ديسمبر وفترة "مع" الغبار من جانفي إلى جوان. يمكن تقسيم الأخير إلى فترتين فرعيتين: من جانفي إلى مارس (JFM) ثم من أبريل إلى جوان.

في JFM أن الرياح التجارية القارية (رياح منتظمة من المناطق المدارية ، تهب بانتظام لضغوط شبه استوائية عالية نحو ضغوط منخفضة الاستوائية) اتجاه الشمال / الشمال الشرقي ، اكتساب السرعة في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي ، وجلب معهم كميات كبيرة من غبار الصحراء من الصحراء إلى الساحل. وبالتالي، JFM هي فترة الغبار "منخفض المستوى"، أن أكثر الفئات تعرضاً لجودة الهواء المتدهور وله مخاطر صحية مهمة مثل الأوبئة الكبيرة لالتهاب السحايا الجرثومي. من أبريل إلى يونيو، يحدث نظام الرياح الموسمية (تدفق كتل الهواء) ، والغبار ، على الرغم من أنه لا يزال موجودا في الساحل ، هي أقل بكثير في كثير من الأحيان تحت السطح ، والحد من المخاطر المتعلقة بوجودهم [16] .

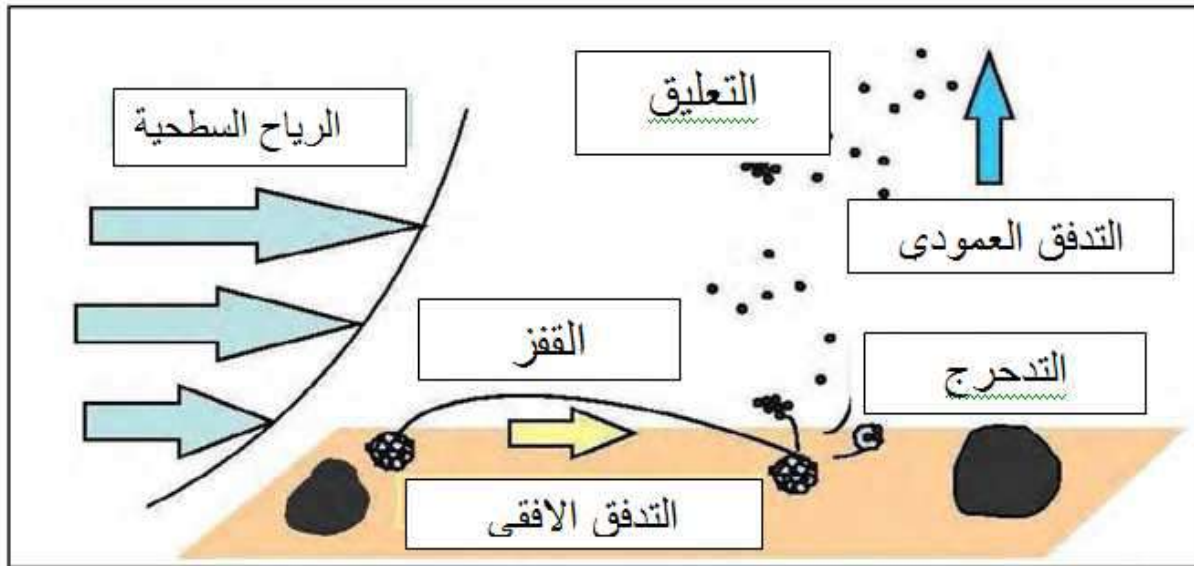
#### 1-7. كيف تتم عملية نقل الغبار من مكان إلى مكان:

بالنسبة للغبار الناتج من البراكين نجد تتميز البراكين بان لها القدرة أحيانا إن تقذف بالرماد إلى ارتفاعات شاهقة تزيد على 30 كم وبذلك يظل هذا الغبار عالقا في جو الأرض خلال فترات من الزمان كبيرة وينساب مع دورات الرياح ويحجز كثيرا من الإشعاعات الشمسية ويمنعها من الوصول إلى سطح الأرض فتزداد البرودة في الطبقات السطحية والمعتقد إن وفرة البراكين في القدم وما إثارته من رماد وأتربة في جو الأرض كان السبب في ظهور العصور الجليدية المتتالية كلما نشطت تلك البراكين. وفي الصحاري حيث تقوم الرياح العابرة بجرف الرمال والأتربة من هذه المناطق وتحملها على بعد مسافة 1000 الكيلومترات ثم تترسب في أماكن نائية وكثيرا ما يتساقط هذا الغبار مع الأمطار فيكسبها اللون البني والأحمر . وتجرف زوابع الرمال من صحاري شمال إفريقيا عموما 10 الملايين من أطنان الرمال كل عام وتقذف بها في البحر الأبيض المتوسط وأوروبا ، وقد تصل هذه الأتربة إلى مناطق بحر البلطيق شمالا والى

الجزر البريطانية . وتسبب الأتربة العالقة كثيرا من ألوان السماء الجذابة عند الشروق او عند الغروب ومن أهم هذه الألوان اللون الأحمر أو البرتقالية أو الأصفر واصلها غالبا تشتت هذه الألوان ذات الأمواج الطويلة نسبيا بفعل ذرات الرمال والأتربة العالقة المثارة . [35]

### 1-8. طرق حركة جسيمات الغبار:

تعتمد عملية رفع جزيئات الرمل والغبار على ديناميكيات السطح ويتم التحكم فيها من خلال شدة الرياح ومحتوى الرطوبة في التربة ونسيج الرمل نجد مما يزيد من حجم الجسيمات وثقلها هو التربة والغطاء البري وبالتالي تكون أكثر صعوبة في الالتقاط بسبب الجاذبية، إذا كانت الجسيمات صغيرة بما يكفي تكون قيمة عتبة الرياح عالية لكسر قوة التماسك ترتبط الظاهرة التي تحكم تعبئة الجسيمات بالرياح بالتدفق الأفقي والتدفق الراسي للرياح ، هناك 3 أنماط لحركة توربينات الرياح التي تؤثر على الجسيمات المحددة ذات الحجم المتزايد والتي يتم عرضها .

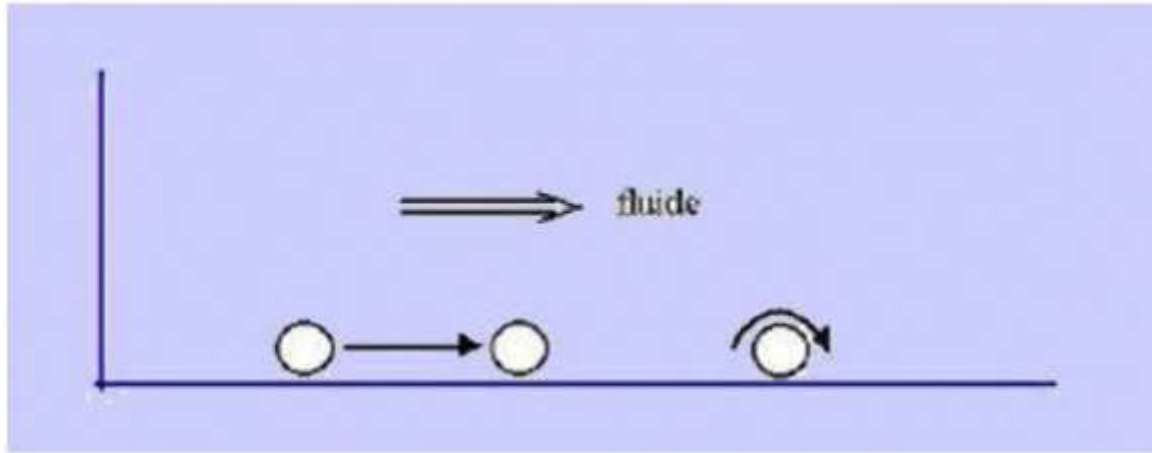


الشكل (1-6): رسم تخطيطي للعمليات الرئيسية الثلاث المشاركة في انبعاث الهباء الجوي الصحراوي

**1-8-1. التدحرج:** ويكون للجسيمات التي يكون قطرها أكبر من 2 مم تكون ضخمة بحيث لا يمكن

رفعها لكن عملية القصف في الرياح على سطح الأرض تمكن من تحريكها أفقياً ، والجزيئات الكبيرة و /

أو الرياح الضعيفة تفضل الانزلاق [36]



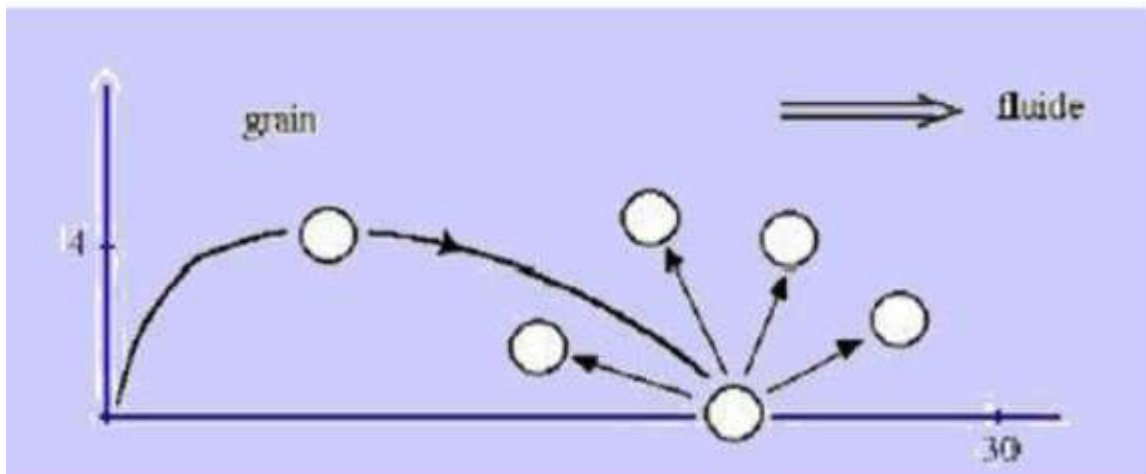
الشكل (1-7). رسم تخطيطي يوضح كيفية تدحرج الجسيمات

**1-8-2. القفز (الوثب) :** وتسمى أيضاً (القصف الرملي)

يؤثر على الجزيئات التي يصل قطرها إلى 100 ميكرون متر، بحيث يتم نقل الجسيمات على سطح

الأرض إلى بضعة سنتيمترات أو حتى أمتار بفعل قوى الرياح للبقاء في الهواء ثم تسقط على الأرض

وهذا يحدث عندما يتوفر توازن قوى الجاذبية مع قوى رفع الهواء [36]



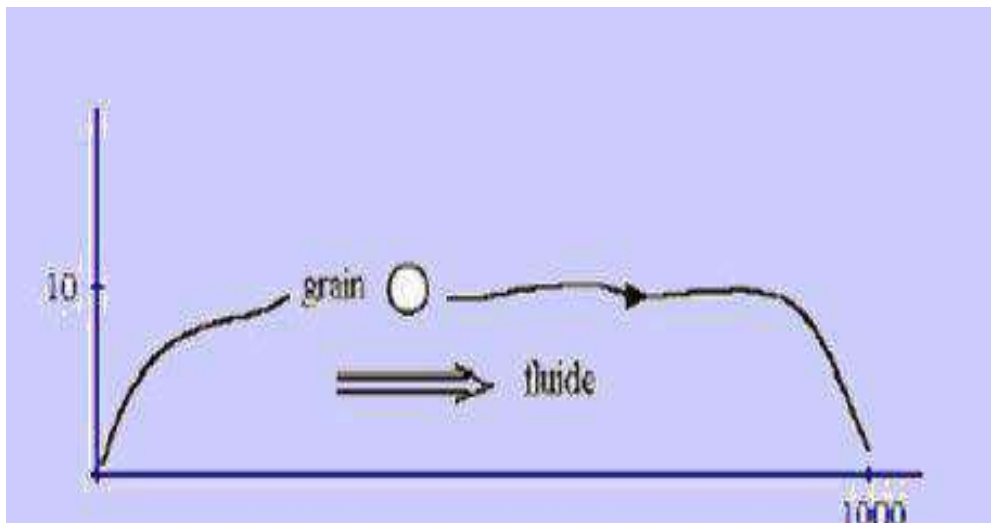
الشكل (8.1): رسم تخطيطي يوضح كيفية قفز الجسيمات على سطح الأرض

**1-8-3. التعليق :**

يتم رفع المواد الرسوبية عن طريق الهواء ويتم تعليقها بواسطة الرياح. إذا كانت الجسيمات صغيرة بما يكفي (قطرها أقل من حوالي 10 ميكرومتر) والتيارات الصاعدة قوية بما يكفي لتحمل وزن كل من الحبيبات ، تبقى الأخيرة معلقة. بمجرد تعبئتها ، يمكن أن تظل الجزيئات معلقة لمدة قصير ( يتراوح حجم الجزيئات بين 20 و 70 ميكرون) ولمدى طويل (مع جزيئات أقل من 20ميكرون) في الطبقات العليا من الغلاف الجوي ويتم نقلها بسبب البثمضطربة على مسافات طويلة ، بعيدة عن مصادرها ، وذلك بفضل ديناميكيات الغلاف الجوي على نطاق واسع [03] [18]

يتم رفع جزيئات المواد الرسوبية والتي يكون قطرها أقل من 20 ميكرون متر عن طريق الجو بواسطة الرياح. والجزيئات < 20 ميكرون تكون معلقة في الطبقات العليا من الغلاف الجوي ويتم نقلها بسبب انتشار الاضطرابات على مسافات طويلة ، بعيدا عن مصادرها ، وذلك بفضلديناميكا الغلاف الجوي على نطاق واسع.

نلاحظ أن الرياح القوية يمكن أن ترفع جزيئات الغبار المعلقة إلى عدة آلاف الأمتار فوق الأرض وتحملها عدة آلاف الكيلومترات في اتجاه مجرى النهر ، مع دوامات مضطربة وتحملها عدة



الشكل (9.1): رسم تخطيطي يوضح كيفية تعليق الجسيمات في الهواء

### 9-1. آليات رفع جزيئات الغبار والرمل :

تعبئة الغبار بواسطة الرياح ظاهرة طبيعية مقيدة بخصائص السطح ( الغطاء النباتي خشونة التربة الرطوية.....) وسرعة الرياح بالقرب من السطح , لتحريك عاصفة ترابية يجب إن تكون الرياح قوية بما فيه الكفاية من الأرض , على سمك طبقة الحدود السطحية CLS (سمك الطبقة CLS لا يتجاوز العشر من تلك الطبقة الحدية) بضع عشرات من الأمتار لرفع جزيئات الغبار , الملاحظات والتجارب العملية لها أظهرت إن هناك علاقة غير خطية بين حجم الجسيمات التي أثرت وسرعة الرياح علاوة على ذلك يحدث رفع الجسيمات فقط من سرعة العتبة هذا الحد الأدنى لسرعة الرياح اللازمة لتعبئة الجسيمات في المناطق القاحلة وشبه قاحلة تقدر سرعة العتبة هذه ب 6م/ثا [29]

الجدول يوضح سرعة الرياح اللازمة لرفع الجزيئات في بيئات ذات مصادر مختلفة أول جزيئات الرمل والتربة المحمولة هي تلك التي يتراوح قطرها بين (0.08-1مم) وهذا يتطلب سرعة الرياح بين (5و13 م/ث) [15]

البيئة	سرعة عتبة الرياح م/ثا
الكثبان الرملية تقترب من المتوسط	8-5
المناطق الرملية مع المناطق الحجرية الصغيرة	10
مواد نهائية، الصحراء المسطحة	13-10-
واد الطمي، منخفضات القشرة المالحة	18-13
صحراء الحصى	20

الجدول(6.1) : عتبة سرعة الرياح لرفع الغبار لمختلف البيئات الصحراوية ( source : the COMET

program et NASA

رفع الغبار يتطلب أساسا اضطراب كبير في طبقة الحدود السطحية ،تؤدي عملية قص الرياح عادة إلى حدوث اضطرابات ودوامات أفقية ترفع الغبار .وفقا للملاحظات التجريبية [25] [14] [15] التي تشير

إلأن الرياح الأرضية تهب بسرعة 8م/ثا يجب أن تكون سرعتها على ارتفاع 305م فوق سطح الأرض حوالي 15م/ثا للحفاظ على جزيئات الغبار لتعلق

### 1-10. الظروف الديناميكية في بداية الرياح الرملية :

عملية تحريك الجزيئات المعدنية هي ظاهرة تعتمد بشكل أساسي على طبيعة التربة (خشونة وحجم وكثافة الجزيئات الرطوية) وعمل الرياح (القوة، الاتجاه). الريح في ديناميكياتها تمارس الإجهاد الديناميكي الهوائي على السطح الذي يتفاعل وفقا لخصائصه .

تميل قوة الاحتكاك على السطح  $\rightarrow$  السحب حبات الرمل من الارض بينما الوزن  $\rightarrow$  قوى تماسك الجسيمات  $P$   
 $\rightarrow$  والقوة الشعيرية  $\rightarrow$  والتي يمكن ان تكون مهمة عندما تحتوي التربة على نسبة كبيرة من الماء السائل  $F_C$   
 تميل الى الاحتفاظ بها على الارض بالقرب من السطح ،تقدم الرياح تدرجا عموديا تعتمد قوته على قدرة التربة على إبطاء تدفق الهواء ،تعتبر قوة الاحتكاك للرياح على حبيبات شديدة الحساسية للتغيرات في خصائص السطح صغير الحجم المتصل بوجود الغطاء النباتي او الصخري. [35]

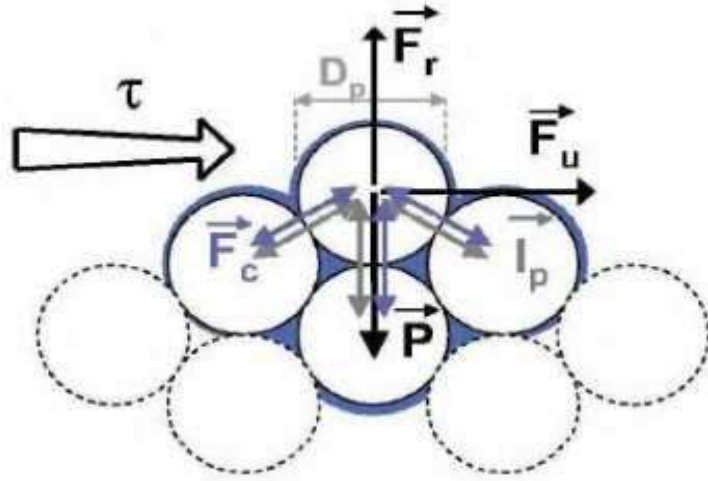
$\rightarrow$  - قوة الاحتكاك  $\tau$

$\rightarrow$  - الثقل  $P$

$\rightarrow$  - قوى تماسك الجسيمات  $I_p$

$\rightarrow$  - القوة الشعيرية  $F_C$

$$\vec{\tau} = \vec{p} + \vec{I}_p + \vec{F}_C (1.1)$$



الشكل (10.1) يمثل توازن القوى التي تتعرض لها حبيبة من الرمل قطرها  $D_p$ ، تحت ضغط القص ( $\tau$ ) القوة

الناجمة عن الحركة الميكانيكية للرياح ( $F_u$ )، وزن الجسيم ( $P$ )، قوى الجسيمات ( $I_p$ )، والقوة الناتجة ( $F_r$ ).

يتطلب حساب هذه القوة إلى وجود علاقة بين الريح فوق الأرض، الطبيعة الفيزيائية للأرض، وتأثير الرياح

الوسطية السينوبتيكية في الطبقة الحدودية السطحية (CLS) على حبيبات التربة بالنسبة للتدفق

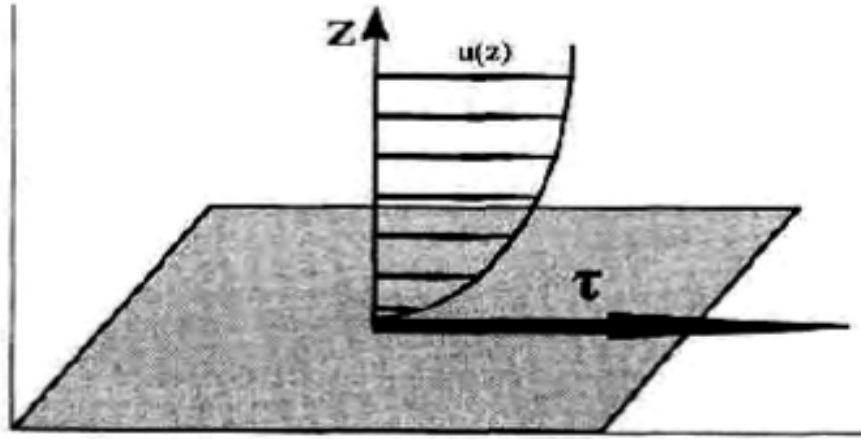
الصفحي على سطح أفقي، يرتبط إجهاد القص ( $\tau$ ) الذي تمارسه الرياح على سطح بالتدرج العمودي

لسرعة الرياح ( $u$ ) بالعلاقة :

$u_a$  : معامل اللزوجة الديناميكية للهواء

$p_a$  : كثافة الهواء





الشكل (11.1): تمثيل تأثير التربة على تدفق الهواء والضغط العرضي ( $\tau$ ) التي يمارسها التدفق على

الأرض. [02] يتم تعريف سرعة الرياح  $U(Z)$  المكون الأفقي لسرعة الرياح اعتمادا على الارتفاع.

غالبا ما يتم شرح قوة الاحتكاك كدالة لسرعة الاحتكاك ( $u_*$ ), المعادلة (2.1) وهي كمية مادية تستخدم

لقياس قوة الاحتكاك بسبب الرياح على السطح. يمثل معدل الاحتكاك معدل الزيادة في سرعة الرياح

كدالة لوغاريتم الارتفاع بالقرب من الأرض في CLS. يتم تحديده في الوضع المحايد من متوسط سرعة

الرياح المقاسة على ارتفاع ( $Z$ ) للأرض ويتميز بارتفاع خشونة ( $Z_0$ )

$u$ : متوسط الرياح الأفقية (م/ث) على ارتفاع متوسط الرياح الأفقية (م/ث) على ارتفاع  $Z$

$u_*$ : سرعة الاحتكاك (م/ث)

$k = 0.38$ : ثابت فون كارمان

$Z_0$ : ارتفاع خشونة الأرض وارتفاع الخشونة الهوائية

**1-11-1. آلية ترسب الهباء الجوي الصحراوي:**

للهباء الجوي في الصحراء دورة حياة مقسمة على ثلاث مراحل : الارتقاء من مناطق المصدر، والنقل الجوي والترسبات الجافة والرطبة، ينبعث الهباء الجوي الصحراوي من مناطق المصدر حول الغلاف الجوي ويسقط في النهاية بطريقة جافة أو رطبة. الشكل (12.1)

**1-11-1. الترسيب الجاف**

تنتهي دورة الهباء الجوي الصحراوي عن طريق ترسيب الجسيمات على مستوى القارات أو الأسطح المحيطية ، في ظروف الجو الجاف أو الرطب (الشكل 12.1). يتم التحكم في الترسيبات الجافة بشكل أساسي بواسطة قوى الجاذبية ، والتي ترسب جزيئاتها .يعتمد الترسيب الجاف للجزيئات على عدة متغيرات مثل سرعة الرياح وسرعة الاحتكاك وشدة الاضطراب والاستقرار الجوي.

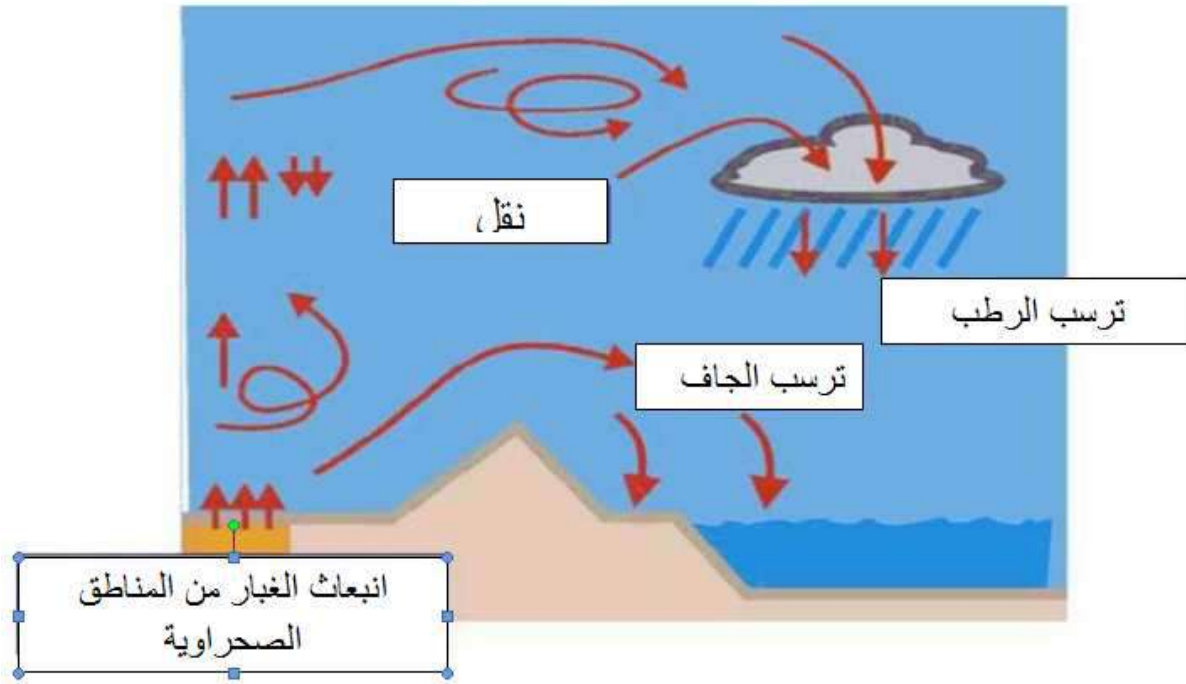
يعتمد معدل الترسيب ، من بين أشياء أخرى ، على حجم الجسيم .يمكن أن تلعب الاضطرابات أيضاً دوراً في تعطيل تدفق الجزيئات .إذا كان الاضطراب بالقرب من السطح ، فترسب الجسيمات بسرعة أكبر .

**1-11-2. الترسيب الرطب:**

يحدث الترسيب الرطب عندما تختلط كتل الهواء المترية مع كتل الهواء الرطبة أو الملبدة بالغيوم. يمكن النقاط الجزيئات المعدنية مباشرة عن طريق هطول الأمطار أو قطرات داخل السحابة (التخثر مع قطرات الماء السائل أو إنشاء نواة التكثيف).

معظم جزيئات الغبار هي استرطابي وبالتالي جذب الماء في الواقع، وعادة ما تشكل نواة سحابة التكثيف أو تكون تحت الغيوم وتنظيفها ببساطة عن طريق سقوط قطرات المطر. بسبب هذا التقارب للرطوبة ،ينظف هطول الأمطار بشكل فعال للغاية ، الغبار من التروبوسفير (الغبار المحمول بالهواء) ، وتعرف هذه العملية باسم المسح أو التمشيط.

يعتمد معدل الترسيب الرطب على معدل هطول الأمطار ، ومعدل سقوط القطرات . يكون للجسيمات التي يتراوح حجمها بين 0.1 وقليل من الميكرونات أدنى معدلات لترسيب الترسبات ، لذلك سيتم ترسيبها في الغالب.



الشكل (1-12): مخطط يمثل دورة الغبار

## 12-1. الظواهر الرملية و الغبارية:

### 1-12-1. ظاهرة الغبار: مكون جزئياً من الهباء الجوي؛ تتواجد الظاهرة وتتواجد أحد عناصرها الأربعة علناً الأقل :

الغبار العالق، الغبار الصاعد، والعاصفة الغبارية والغيش.

- الغبار العالق ( **Brum de sable** ) : حبيبات صغيرة جداً ( تقل أقطارها عن 63 مايكرومتر

4

(وجافة تؤدي إلى انخفاض مدى الرؤية الأفقية إلى الحدود وقد تصل إلى

كموتبقع العالق في الجو لفترة زمنية طويلة لخفة وزنها.

- الغيش ( **Brume sèche** ) : هو عبارة عن سحابة من الغبار تتكون نتيجة ظروف مناخية

معينة في غالبيتها من وجود عوالق غبارية تعيق الرؤية، حيث ينخفض مدى الرؤية الأفقية

إلى حدود قد تصل إلى 4 كم، ويبقى الغبار والعوالق الترابية في الجو لفترة زمنية طويلة لخفة وزنها. ([34])

• **الغبار الصاعد (Chasse sable)**: يحدث نتيجة للحالة غير المستقرة للجو بسبب ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض، وعندما تتراوح سرعة الرياح ما بين 5 - 7 كم/ساعة، وقد يصل ارتفاع الغبار في هذه الحالة إلى 75 متر فوق سطح الأرض وأحياناً إلى ارتفاع 7 كم حسب سرعة الرياح. كما يعرف الغبار الصاعد على النحو التالي: "تعليق في الغلاف الجوي للغبار أو جزيئات رملية صغيرة تم رفعها من الأرض قبل وقت الرصد بواسطة عاصفة ترابية أو عاصفة رملية" [21].

• **العاصفة الغبارية (Tempé de poussière)** : يحدث هذا النوع من الغبار نتيجة الرياح شديدة السرعة 60 - 37 كم/ساعة ويرتفع الغبار إلى عدة كيلومترات فوق سطح الأرض، وعندما يصل مدى الرؤية الأفقية إلى أقل من 1 كم.

## 1-12-2. العاصفة الترابية أو العاصفة الرملية:

تُعرّف عواصف الغبار أو العواصف الترابية بأنها "مجموعة من جزيئات الغبار أو الرمال التي ترفع بقوة من الأرض بواسطة رياح قوية مضطربة تصل إلى ارتفاعات كبيرة." [21]. لاحظ أن غالبية المؤلفين الفرنسيين ما زالوا يستخدمون مصطلح "الرياح الرملية" للإشارة إلى عاصفة ترابية أو عاصفة رملية [08] [06].

يذكر أيضاً جدار الغبار أو الرمل في بعض الأحيان ويميز "الجزء الأمامي من عاصفة ترابية أو عاصفة رملية"، والتي لها مظهر جدار عملاق يتقدم بسرعة أكبر أو أقل [32].

تتوافق العواصف الترابية أو العواصف الرملية مع الأرقام "09 و 30 إلى 36" وفقاً للعنف وحالة نضجها في رمز الوقت الحالي (ww) الموجود في دفاتر الملاحظة. على خرائط الطقس وكذلك في جداول المناخ الشهرية (MCT) ، نسند الرمز (☼) إلى العواصف.



الشكل(13.1) : العواصف الرملية والعواصف الغبارية

### 1-12-3. الريح الأفقية (Le vent horizontal):

بالنسبة لخبراء الأرصاد الجوية ، الرياح هي الحركة الأفقية للهواء بالنسبة إلى الأرض. من وجهة نظر ، تبدو الرياح متغيرة بسيطة إلى حد ما من المعادلات ، ولكن في الممارسة العملية ، فإنها تعاني من العديد من القوى العاملة ، العالمية والإقليمية والمحلية ، بحيث تصبح دراستها معقدة للغاية ومثيرة للاهتمام للغاية.

### 1-13-1. سرعة الرياح (Vitesse de Vent):

قد تبدو تعاريف أنواع (الليثيوم)العاصفة الغبارية غير مكتملة لأنها لا تصف مؤشر مناخي هام ، وهي سرعة الرياح. يعرف مراقبو الطقس تقريباً في أي مدى من سرعات الرياح يمكن أن تؤدي إلى صعود الغبار أو العواصف الرملية. لذلك ، يحاول المرء ، للوهلة الأولى ، استخدام معيار سرعة

الرياح للفصل في نوع ظاهرة الرمل الحاصلة. ولكن ، كما أوضحت المنظمة (OMM) جيدا فيما يتعلق بظاهرة الرمل ، "تعتمد معطيات الرياح (السرعة والاضطرابات) اللازمة لحدوث نوع من انواع ظاهرة الرمل على طبيعة التربة وحالة سطحها و درجة الجفاف فيها ."

في الواقع ، لن يكون للرياح التي لها نفس السرعة نفس قدرة نقل الجسيمات من مكان إلى آخر اعتمادًا على حجم الجسيمات المراد تعبئتها. من ناحية أخرى لنفس التربة ، فإن تأثير الرياح يعتمد على ظروف سطح مختلفة من هذه التربة. وهي (1) نسبة الرطوبة على سطح التربة ؛ (2) كثافة غطاء التربة بالنباتات ؛ (3) حجم النباتات التي تغطي التربة ؛ (4) تأثير الجفاف على التربة ؛ (5) اتجاه الرياح [08] ؛ إلخ



الشكل(1-14): يوضح سرعة الرياح (ONM:الديوانالوطني للارصاد الجوية)

#### 14-1. مدى الرؤية الأفقية:

في عالم الأرصاد الجوية يشير مدى الرؤية إلى شفافية الغلاف الجوي بالنسبة لرؤية الإنسان ويعبر عنها أنها مسافة معينة ، وللملائمة تشير قيمة معينة لمدى الرؤية الى نفس ظروف الغلاف الجوي سواء بالليل أو النهار.

ويعرف مدى الرؤية في الأرصاد الجوية أنها أكبر مسافة يمكن عندها رؤية وتمييز جسم اسود ذو أبعاد مناسبة وذلك بالنسبة للأفق كخلفية للجسم ويجب إن يصنع الجسم زاوية عند عين الراصد قدرها نصف درجة على الأقل أفقيا ورأسيا في نفس الوقت ويجب إلا يكون الجسم كبيرا في الاتجاه الأفقي إلى حد انه يصنع زاوية أكبر من 5 درجات

يتم تعريف الرؤية على النحو التالي: "أكبر مسافة يمكن عندها رؤية كائن أسود بالحجم المناسب وتحديده في السماء في الأفق ، أو عندما يتعلق الأمر بالراصدات الليلية ، يمكن تحديد رأى وتحديد ما إذا كانت الإضاءة العامة زادت حتى وصلت إلى شدة الضوء الطبيعي "[21].

كما يعرف مدى الرؤية الأفقية بأنه أقصى مدى يمكن لراصد عادي عند النظر أن يراه في الظروف العادية وبالعين المجردة

العوامل التي تؤثر على مدى الرؤية الأفقية هي : الهطول ، مطر ، الرذاذ، الثلج، الضباب، الشبورة(ضباب الصباح)، العواصف الرملية والترابية، العجاج ، الدخان ، أملاح البحر، هبوب الرياح الشديدة... الخ

الفصل الثاني

النموذج DREAM8b



## الفصل الثاني: النموذج DREAM

## 2-1. مقدمة:

النموذج العددي DREAM هو نموذج رقمي مختص في رصد دورة حياة الغبار والأتربة المتواجدة في الغلاف الجوي. و صمم هذا النموذج من طرف [19] في جامعة أثينا. وتم تطويره في نسخته الثانية إلى BCS-DREAM8bv2.0 من طرف (Pérez et al. 2006a, Père et al. 2006b, Basart et al. 2012). [21] [22] يتم دمج هذا النموذج مع النموذج الرقمي "إيتا" للتنبؤ بالأحوال الجوية حيث تستخدم مخرجات إيتا الخاصة بالرياح التساقط ، درجة الحرارة ، الرطوبة ... لرصد دورة الغبار في الجو.

## 2-2. خصائص النموذج DREAM :

- مخطط (Shao et al, 1993) [27]، لإنتاج الغبار مع إدخال الطبقة السفلية للزجة ل (Janjic, 1994). [14]
- توزيع الحجمي ل 4 جزيئات ( Tegen and fuong, 1994 ). [12].
- عامل الرطوبة على إنتاج الغبار. (Fécan et al 1999) .
- نمط الترسيب الجاف والرطب الذي يفسر عمليات التشتت والاعتراض ، والانحراف البراوني ، [11] وعمليات ترسيب الجاذبية استنادًا إلى أعمال [30]
- انتشار التصاق الأفقي والرأسي ، والانتشار المضطرب والجانبية الذي يمثله نموذج إيتا. [14]

**2-3. معالجة الغبار في النموذج DREAM:****2-3-1. دورة الغبار:**

يصف النموذج DREAM دورة حياة الهباء الصحراوي من معادلات أولر (euler)  $k$  المستقلة. يتم إدراجها بالكامل كواحدة من المعادلات التي تحكم التوقعات في معادلات نموذج الغلاف الجوي / Eta NCEP. تحاكي معادلة التركيز جميع عمليات دورة الغبار، يتم حساب تدفق حقن الغبار فوق نقاط النموذج التي تم إعلانها على أنها صحراء. بمجرد ضخها في الهواء ، يتم تحريك الجزيئات بواسطة المتغيرات الجوية للنموذج:

بواسطة المعلمات المضطربة عندما يتم رفع الغبار إلى مستويات أعلى ؛ بواسطة الرياح في المراحل اللاحقة عندما يتحرك الغبار بمسافة كبيرة من مصادر الإنتاج من خلال العمليات الديناميكية الحرارية وهطول الأمطار وخصائص استخدام الأرض التي توفر ترسب جاف ورطب للغبار على سطح الأرض . يعالج النموذج DREAM 4 أنواع من الجزيئات وهي الرمل والطين والطيني الكبير والطيني الصغير (الشكل 3-2).

يقل تمثيل الجسيمات هذا من المعادلات إلى عدد 4. يتم حساب تركيز كل جسيم بشكل مستقل ويتم الحصول على التركيز الكلي للهباء المنبعث عن طريق إجراء مجموع مرجح لتركيزات الجسيمات الأربعة. يعتمد وزن كل جسيم على الجزء الذي تشغله على السطح المنبعث.

**2-3-2. معادلة أولر:**

في هذه الوحدة ، توصف معادلة Euler  $K$  دورة حياة الهباء الصحراوي المستقل عن التركيزات (معادلة نموذج DREAM):

$$\begin{aligned} \frac{\partial C_K}{\partial t} = & -u \frac{\partial C_K}{\partial x} - v \frac{\partial C_K}{\partial y} - (w - V_{gk}) \frac{\partial C_K}{\partial z} - \nabla(K_H \nabla C_K) - \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial C_K}{\partial z} \right) \\ & + \left( \frac{\partial C_K}{\partial t} \right)_{\text{source}} - \left( \frac{\partial C_K}{\partial t} \right)_{\text{SINK}} \quad ; K \\ = & 1 \dots \dots \dots K \quad (1 - 2) \end{aligned}$$

بما أن النموذج يتعامل مع أربع فئات من الجزيئات وبشكل مستقل ،  $k = 4$  فأن

$C_k$ : هو التركيز المطابق للفئة  $k$  من الجسيمات

$u, v$  : تمثل الرياح الأفقية التي يوفرها النموذج الرئيسي. (Eta)

$w$  : هي سرعة الرياح الرأسية التي يوفرها أيضًا نموذج Eta .

$v_{gk}$  : هي سرعة ترسب الجاذبية لكل فئة من الجسيمات.

$K_H$  : هو معامل الانتشار الجانبي.

$K_z$  : هو معامل التبادل المضطرب

$\left( \frac{\partial C_K}{\partial t} \right)_{\text{source}}$  : هو المصدر

$\left( \frac{\partial C_K}{\partial t} \right)_{\text{SINK}}$  : يمثل الترسيب التي يمكن تنفيذ ه إما عن طريق الترسيب الجاف أو الترسيب الرطب

التركيز الكلي  $C$  هو مجموع مرجح لتركيزات الفئات الأربعة للجسيمات:

$$C = \sum_{K=1}^K \delta_K C_K; \sum_{K=1}^K \delta_K = 1 \quad (2 - 2)$$

$\delta_K$  : يمثل جزء من كتلة كل فئة الجسيمات

### 3-3-2. مصادر الأتربة والغبار:

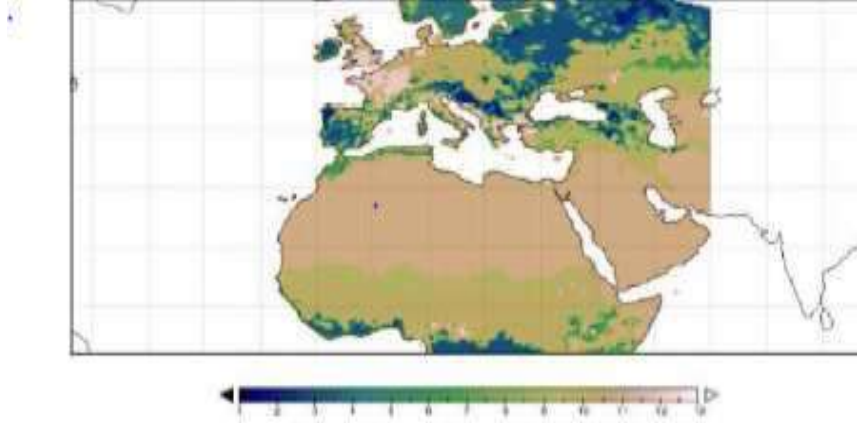
يعتمد تآكل الرياح بشكل رئيسي على العوامل التالية: نوع التربة حسب منظمة الأغذية والزراعة

(FAO)، و رطوبة التربة المتبقية والاضطرابات في الطبقات السطحية المعنية. فيما يتعلق بأنواع الغطاء

النباتي ، يستخدم النموذج بيانات المسح الجيولوجي الأمريكي (USGS) بدقة مكانية عند 30 ثانية (خط

الاستواء 1 كم ) ثم يتم تحويل 100 نوع من النباتات إلى 13 نوعًا من النباتات من المحيط الحيوي

البسيط المبسط SSiB (الشكل 1-2 والجدول 1-2)



الشكل (1-2): أنواع النباتات الـ 13 المستخدمة في النموذج

(Dorman and sellers, 1989)

الانواع	الوضع
1	أشجار عريضة الأوراق (الغابات الاستوائية)
2	عريضة الأوراق الأشجار المتساقطة
3	عريضة الأوراق وأشجار أوراق الإبرة (غابة مختلطة)
4	إبرة دائمة الخضرة الأشجار
5	أشجار ورقة إبرة - نفضي (السنوبر)
6	أشجار عريضة الأوراق مع غطاء أرضي (السافانا)
7	الأرضيفقط (دائم)
8	شجيرة عريضة الأوراق مع غطاء أرضي دائم
9	الشجيرات عريضة الأوراق مع التربة العارية
10	أشجار قزمية وشجيرات مع غطاء أرضي (التندرا)
11	التربة العارية
12	زراعة
13	الجليدية

الجدول (1-2): الأنواع الـ 13 من النباتات المستخدمة في النموذج DREAM

(Dorman and sellers, 1989)

لتحديد قاعدة بيانات نصية موثوقة لنموذج Eta ، تم استخدام ملفين من البيانات بدقة مختلفة. ملف Zobler بدقة 1 درجة مع سبعة أنواع من نسيج التربة وملف الفاو بدقة 2 دقيقة مع 134 أسطورة من وحدة التربة. لمطابقة ملفي البيانات هذين ، يعتبر تمثيلاً في كل مربع شبكة ، وهو نوع التربة لملف CAM عالي الدقة الأكثر شيوعاً. وبهذه الطريقة ، يمكنك توزيع ملف نسيج التربة عالي الدقة التابع لمنظمة الأغذية والزراعة (900 قيمة) على ملف Zobler الذي الدقة المنخفضة مع الاحتفاظ بخصائص كل منها. وهكذا يتم الحصول على سبعة أنواع من التربة ، ولكل منها نسب الجسيمات الأربعة التي تعالج إيتا.

الجدول (2-2): أنواع التربة وجزيئات التربة

(Dorman and sellers, 1989)

				انواع تربة كوسبي (kosby)	نسيج الفئات zobler
رمل	طمي كبير	طمي صغير	طين		
0.80	0.08	0.08	0.12	التربة الطميية	1 الخشنة
0.10	0.56	0.56	0.34	الطين الغريني	2متوسطة
0.25	0.30	0.30	0.45	طين	رقيقة
0.70	0.18	0.18	0.12	الرمليية الطميية	الخشنة المتوسطة
0.50	0.10	0.10	0.40	تربة طينية	متوسطة
0.30	0.36	0.36	0.34	الصلصال الرملي	الخشنة
0.60	0.18	0.18	0.22	التربة الطينية الخصبة	7الخشنة المتوسطة

في DREAM ، يتم حساب معدل انبعاث تركيزات الغبار في أربع خطوات:

- الخطوة الأولى هي تحديد المصادر الصحراوية على نقطة الشبكة. تُستخدم قاعدة بيانات النباتات لتصنيف المناطق القاحلة وشبه القاحلة.

للقيام بذلك ، نقوم بإجراء تعيين (تعيين) لملف الغطاء النباتي العالمي على الشبكة الأفقية للنموذج ثم نحسب عدد مناطق مصدر الصحراء المحاطة بكل صندوق شبكة من طراز Eta. ثم نقوم بحساب الكسر الصحراوي  $\alpha$  لكل مربع شبكة عن طريق جعل النسبة بين عدد النقاط الصحراوية على إجمالي عدد نقاط الغطاء النباتي التي تحتوي على مربع الشبكة

$$\alpha : \text{عدد النقاط الصحراوية} / \text{إجمالي عدد النقاط الصحراوية}$$

- تتمثل الخطوة الثانية في تقدير الكسر  $\beta$  لكل جسيم (رمل ، طين ، طمي كبير و طمي صغير) عن طريق تعيين ملف نسيج التربة العالمي إلى الشبكة الأفقية للنموذج.
- الخطوة الثالثة هي تقدير حجم وكثافة كل جسيم

يتم تقدير النسبة  $\gamma$  بين كتلة الهباء الجوي الصحراوية المتاحة والجاهزة والكتلة الكلية لكل فئة جسيم.

- تتمثل الخطوة الرابعة في حساب عامل إنتاج غبار الصحراء  $\delta$  عن طريق إنتاج منتج القيم المحسوبة لـ  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$ . يتم تنفيذ الخطوات الأربع السابقة في مرحلة ما قبل المعالجة ، أي قبل تنفيذ النموذج.

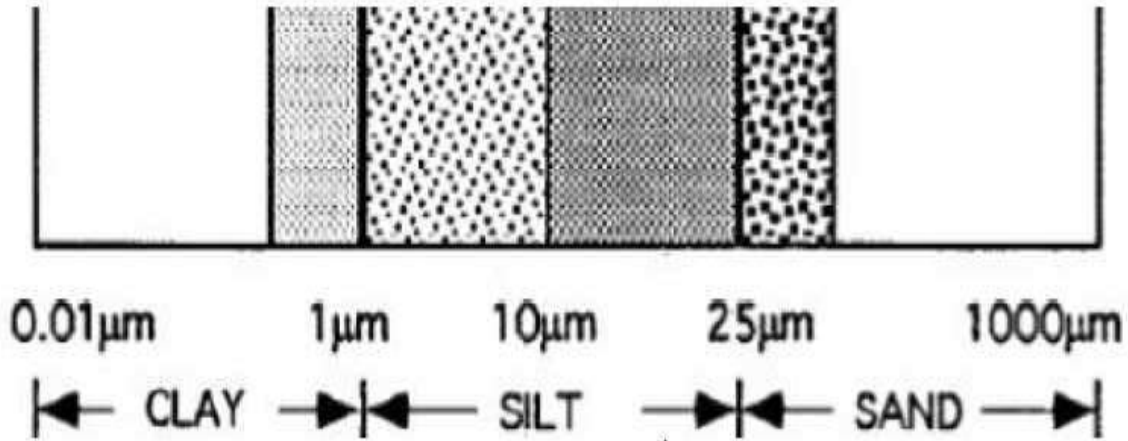
- الخطوة الخامسة هي بعد ذلك حساب معدلات تركيز الغبار الفعالة عند تشغيل النموذج باستخدام تصحيحات من الظروف الجوية (الرياح ، عدم الاستقرار ، اللزوجة ، الاضطراب ، إلخ) والظروف الهيدرولوجية (رطوبة التربة).

4-3-2. الحجم والانتشار الكتلي للجزيئات الترابية:

تعتمد كمية الغبار المنبعثة والمحقونة في الجو بشدة على حجم الجسيمات وتوزيعاتها على التربة

(الشكل 2-2). في هذه الوحدة يتم اعتبار كل تربة مكونة من أربعة أنواع من الجزيئات ولكل منها

نصف قطر وكثافة محددة. وهكذا يتم تقدير الكسر لكل جسيم [12].



الشكل (2-2): الفئات الأربعة للجسيمات المستخدمة للنموذج DREAM

(Tegen and fang, 1994).

الجدول (3.2): فئات الجزيئات ذات القطر والكثافة المقابلة [12]

K	فئات الجسيمات	نوع الجسيمات دائرة نصف قطرها $R_k(\mu\text{m})$	كثافة الجسيمات $\rho_k(\text{g.cm}^{-3})$
1	الطين	0.73	2.50
2	الطمي الصغير	6.10	2.65
3	الطمي الكبير	18.00	2.65
4	الرمال	38.00	2.65

تُقدّر كتلة جسيم الصلصال بأقل من درجة واحدة إلى درجتين من كتلة جزيئات الرتبة (1-10 μm)، وتقديرات Tegen و fung بين 0.02 و 0.17. في DREAM ، يتم إصلاح الجزء القابل للتآكل من الطين عند 0.08. حجم جزيئات الطمي يتراوح بين 1 و 25 ميكرون. ترسب الجزيئات التي يقل حجمها عن 10 ميكرون على السطح إما عن طريق الاضطراب أو الترسيب الرطب. جزيئات أكبر من 10 ميكرون تخضع لترسيب الجاذبية. هذه الخصوصية لجزيئات الطمي تجعله يُنظر إليه في فئتين (طمي كبير وصغير). ومع ذلك ، في DREAM ، يُعتبر أن لديهم نفس المساهمة في تدفق غبار الصحراء وتقدر كسورها القابلة للتآكل وتعادل 1. عمر الجسيمات الرملية يبلغ ساعة واحدة أو أقل بسبب وزنها ، يتم استبعاد النقل على مسافات طويلة. ومع ذلك ، فإن نمذجة نقل الرمال تجعل من الممكن فهم العملية التي تنطوي عليها تحريك الكتلان الرملية. ويقدر الكسر القابل للتحلل بـ 0.12.

### 2-3-5. حساب التدفق العمودي:

تم اقتراح العديد من المعلمات من طرف، (Gillette and Passi) (حيث يقدر التدفق العمودي كدالة لسرعة الاحتكاك وسيُعتبر مساوياً للقدرة الرابعة لهذه القوة).

$$F_s = Const \times u_*^4 \left(1 - \frac{u_{*t}}{u_*}\right) \text{ pour } u_* \geq u_{*t} (3 - 2).$$

يمثل  $u_*$  و  $u_{*t}$  على التوالي سرعة الاحتكاك العتبة وسرعة الاحتكاك.

يستخدم [Tegen and Fung 1994] صيغة أخرى:

$$F_s = Const \times u_*^2 (u_* - u_{*t}) \text{ pour } u_* \geq u_{*t} \quad (4 - 2)$$

في DREAM ، هي صيغة (Shao et a 1993) التي تُستخدم لحساب تدفقات المساحة

هذه صيغة تم تطويرها في المختبر وتتوافق جيداً مع قياسات الرياح النفقية:



$$F_s = Const \times u_*^3 \left(1 - \left(\frac{u_{*t}}{u_*}\right)^2\right) \text{ pour } u_* \geq u_{*t} \quad (5 - 2)$$

تكامل عامل الإنتاج  $\delta_k$  يسمح بمراعاة الآثار المركبة لهياكل التربة وتوزيع حجم الجسيمات في تقدير التدفق الرأسي.

$$\delta_k = \alpha \gamma_k \beta_k \quad (6 - 2)$$

$k$ : يشير إلى حجم الجسيمات .

$\beta$ : تأثير نسيج التربة .

مما يؤدي إلى تقدير التدفق الفعلي المعطى بواسطة:

$$F_{SK}^{EFF} = \gamma_k F_s \quad (7 - 2)$$

6-3-3. السرعة الابتدائية:

في DREAM ، يتم تحديد سرعة الابتدائية التي اقترحها (Bagnold, 1941) [26] والتي يتم استخدامها:

$$U_{*tk} = A_k \sqrt{2gR_k \frac{\rho_{pk} - \rho_a}{\rho_a}} \quad (8 - 2)$$

$\rho_{pk}$  و  $\rho_a$  و  $g$  و  $R_k$  هي على التوالي كثافة الجسيم  $p$  ، وكثافة الهواء ، وتسارع الجاذبية ، ونصف قطر

الجسيم ،  $A_k$  هي وظيفة رقم رينولدز . يستخدم DREAM للجسيمات الأربعة (الرمال والطين والطيني

الصغير والطيني الكبير) القيم التجريبية  $A_k$  حيث

$$A_k = \{1; 0,7; 0,4; 0,25\} [13] .$$

7-3-2. رواسب الغبار الصحراوي:

يترسب الغبار الصحراوي إما عن طريق الترسيب الجاف أو الترسيب الرطب . سيكون وصف هذه الرواسب

موجزا وهذا بسبب تعدد المعادلات والمعلومات المستخدمة.

## أ) الترسيب الجاف:

تعتمد الجسيمات الجافة المترسبة على السطح بعد تعليقها في الغلاف الجوي عن طريق التدفق الرأسي

للرياح على الخصائص التالية:

الترسيب الجاف يعتمد على حجم وتكوين الجزيئات. اعتمادًا على طبيعة السطح الذي يتم فيه الإيداع ؛

ووفقًا لخصائص التربة إذا كانت راسبًا في القارة (نسيج ، خشن ، مغطى جزئيًا أو مغطى بالنباتات) تشمل

جميع خصائصه التي يعتمد عليها الترسيب الجاف للجزيئات على العوامل التي تم أخذها في الاعتبار

بواسطة نموذج Eta .

يستند مخطط التوصيف للترسيب الجاف إلى عمل (Georg , 1986) [11]. يتضمن هذا

المخطط عمليات الترسيب عن طريق الانتشار المضطرب والتشتت البراوني والتعبئة الجاذبية والاعتراض

والانحشار على العناصر السطحية الخشنة. وبالتالي يتم تحديد سرعة الإيداع على النحو التالي:

$$V_{dep} = \frac{1}{\frac{1}{v_{SL}} + \frac{1}{f_{BO}v_{IL}}} \quad (9 - 2)$$

مع

$$v_{SL} = C_{DIO} U_{IO} \frac{\sqrt{C_{DIO}}}{\sqrt{C_{DO}} \sqrt{C_{DIO}}} \quad (10 - 2)$$

و

$$v_{IL} = G \sqrt{C_{DIO} u_*} \quad (11 - 2)$$

و 10م يتم الحصول  $Z_s$ : هو معدل الترسيب المضطرب في الطبقة الواقعة بين الطبقة العليا للزجة  $V_s$  عليها من المعاملات

$$C_{10} = U_*^2 / U_{10}^2$$

$$C_{D0} = U_*^2 / U_{Z_s}^2 \text{ و}$$

محسوبة على التوالي من الرياح على ارتفاع 10 أمتار وفي الجزء العلوي من الطبقة الفرعية للزجة حيث  $Z_s$  هو معدل الترسيب المضطرب في الأعلى الطبقة للزجة  $Z_s$

$f_{B0}$  عبارة عن ثابت تجريبي يدمج الغطاء النباتي للسطح وفقاً لما إذا كان موجوداً أم لا. للأسطح

المجردة (البحار والثلج والجليد)  $f_{B0=1}$  ; للأسطح المغطاة:  $St_\alpha = 1/e^{\sqrt{St_\alpha}}$  مع  $f_{B0}$

المحسوبة بالصيغة:  $V_g U_* / g_\alpha$  رقم Stanton للغطاء النباتي على السطح ،  $V_g$  هو معدل ترسيب الجسيمات الجاذبية

$$V_{gk} = \frac{2g P_{PK} R_K^2}{9V} \quad (12 - 2)$$

حيث  $\alpha = 0.5$  مم هو متوسط نصف قطر العقبات على السطح.

الوظيفة  $G$  في التعبير عن  $V$  تدمج خصائص الجزيئات والأسطح ، في الصيغة [11] (Giorgi, 1986):

$$G = \frac{B_{st}}{\sqrt{C_{D0}}} \quad (13 - 2)$$

يتم التعبير عن مجموع الانتشار والاعتراض والتأثيرات البراونية [30]:

$$G = G_{BD} + G_{int} + G_{imp} \quad (14 - 2)$$

يتم النظر في وظيفة G بشكل منفصل لنوعين من الأسطح: الأسطح ذات الأنظمة المضطربة في كل من الظروف الملساء والخشنة ، والأسطح المغطاة بالنباتات ، (Nickovic et al. 2001).  $B St$  هو رقم Stanton للجسيمات السطحية .يتم تقييم مساهمة الرواسب الجافة في المصدر في المستوى الأول من النموذج من العلاقة:

$$\left(\frac{\partial C}{\partial t}\right)_{SINKddep} = - \left(\frac{Cv_{dep}}{\Delta z}\right)^{LM} \quad (15 - 2)$$

ب ( الترسيب الرطب:

يعتمد النظر في الترسيب الرطب بواسطة DREAM على نمط هطول الأمطار لنموذج Eta. لكل مربع شبكة يحسب النموذج معدل الغبار الناجم عن هطول الأمطار في سقوطهم

$$\left(\frac{\partial C}{\partial t}\right) = -\phi \frac{\partial}{\partial t} \left(C \frac{\partial P}{\partial t}\right) \quad (16 - 2)$$

حيث:

$$\frac{\partial P}{\partial t} \text{ هو معدل هطول الأمطار}$$

عند نقطة الشبكة الخاصة بالنموذج ،  $\phi = 5 \times 10^5$  هو ثابت الترشيح للنموذج .يتم حساب الترسيب الكلي الرطب على السطح في المستوى الأول من النموذج بعد دمج تركيزات مستوى أعلى من العلاقة التالية:

$$3/31 \left(\frac{\partial C}{\partial t}\right)_{SINKwdep} = -\phi \left(\frac{C}{\Delta z} \frac{\partial P}{\partial t}\right)^{LM} \quad (17 - 2)$$

### 2-3-8. حساب التدفق المنبعث العلوي:

المخطط المستخدم هو نفس مخطط طراز Eta استنادًا إلى أعمال (Janjic 1997) [11] وهو تقريب فرق محدود من معادلة التآفق.

$$\left(\frac{\partial C}{\partial t}\right)_{adv} = -u \frac{\partial C}{\partial x} - v \frac{\partial C}{\partial y} \quad (18 - 2)$$

في الخطوة الأولى ، يتم استخدام مخطط تكامل Euler لتقييم التدفق المستمر.

في الخطوة الثانية من الوقت ، يتبع التآفق (advection) خطوة مضادة للانتشار يمكن من خلالها التحكم

في مستوى الانتشار. من جانب واحد مع سرعة التآفق (advection) ثابتة ، النموذج DREAM يناسب التقريب التالي:

$$C_j^{n+1} = C_j^n - \mu \frac{C_j^n - C_{j-1}^n}{\Delta x} - \frac{1}{3} \mu (C_{j-1}^n - 2C_j^n + C_{j+2}^n) \quad (19 - 2)$$

مع  $\mu = c \frac{\Delta t}{\Delta x}$  رقم التيار،  $c$  هي سرعة التآفق،  $\Delta t$  و  $\Delta x$  هما على التوالي الخطوة الزمنية وحجم

الشبكة. يتم الحصول على الحالة ثنائية الأبعاد عن طريق جمع المساهمات على طول المحورين  $x$  و  $y$

### 2-3-9. حساب التدفق المنبعث الأفقي:

يعتمد هذا المخطط على (Von Leer, 1977). يتم تحديد مساهمة تدفق التآفق الرأسي وفقاً لمخطط

يتم إعطاء التآفق الرأسي بواسطة: .للاتصاق بالرطوبة Eta نفس المبدأ المستخدم في نموذج

$$\left(\frac{\partial C}{\partial t}\right)_{adv} = -w \frac{\partial C}{\partial z} = -\frac{\partial}{\partial z} (CW) + C \frac{\partial w}{\partial z} \quad (20 - 2)$$

مع  $W = w - v g$  هو معدل ارتفاع الجزيئات حيث

$W$ : السرعة الرأسية للهواء ،

$v g$  هي سرعة التعبئة الجاذبية التي تختلف وفقاً لحجم

## الفصل الثالث

دراسة فعالية النموذج - DREAM

8b للحالة من 08-10/03/2007

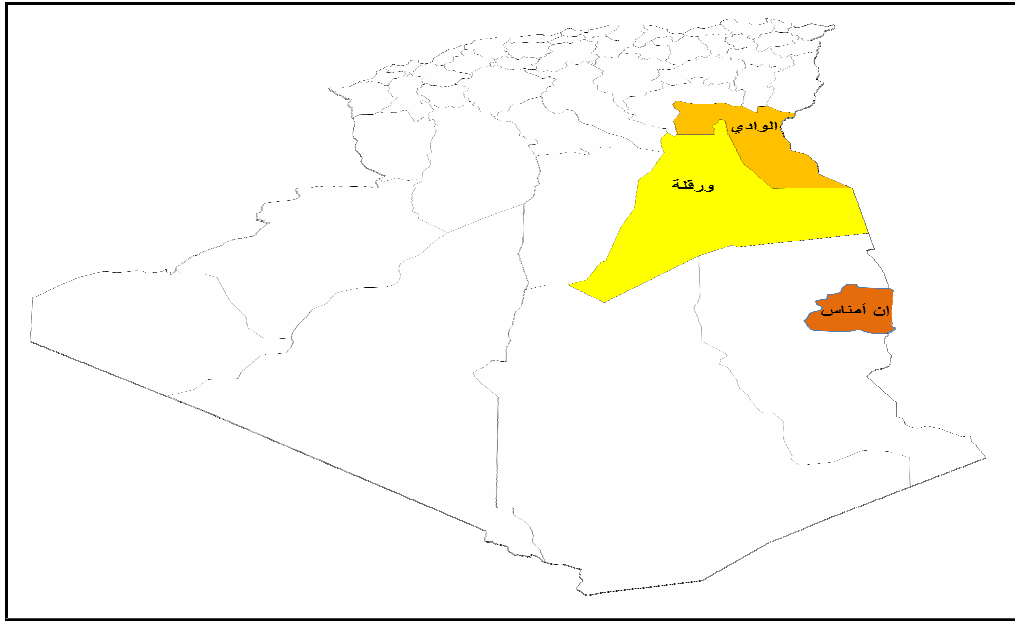
## الفصل الثالث: دراسة فعالية النموذج DREAM-8b للحالة من 2007/03/10-08

## 1-3. مقدمة :

في هذا الفصل سنقوم بدراسة مناخية للمناطق (ورقلة الوادي ان اميناس ) و دراسة مقارنة بين العناصر الفيزيائية (التركيز، السرعة المتوسطة، مدى الرؤية ) وهذا بواسطة التحليل الزمني والمكاني وذلك لدراسة فعالية النموذج DREAM-8b .

## 2-3.دراسة مناخية لمناطق الدراسة:

يوضح الشكل (1-3) المناطق التي قمنا بدراستها ، وكما يوضح الجدول (1-3) المعطيات الجغرافية لمناطق الدراسة.



الشكل (1.3):مناطق الدراسة المناخية ( المصدر: ONM )الجدول رقم (1.3):الإحداثيات الجغرافية

لمناطق الدراسة (المصدر: ONM)

المحطة	خط العرض	خط الطول	الارتفاع(م)	رمز المحطة	الفترة الزمنية
ورقلة	31°56 شمالا	5°24 جنوبا	144م	60580	2014-2018
الوادي	33°30 شمالا	6°47 جنوبا	64م	60559	2014-2018
عين اميناس	28°03 شمالا	09°38 جنوبا	561م	60611	2014-2018

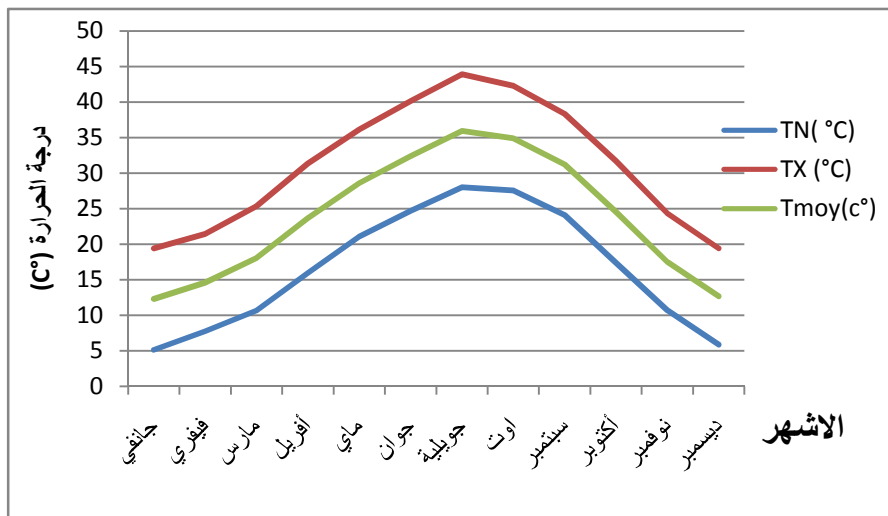
## 3-2-1. منطقة ورقلة:

تقع منطقة ورقلة في الجزء الجنوبي من جمهورية الجزائر، على خط عرض  $31^{\circ}56'$  شمالاً، وخط طول  $5^{\circ}24'$  جنوباً، وترتفع ورقلة عن سطح البحر حوالي 144م كما هو مبين في الشكل (1.3). يحدها من الجهة الشمالية ولايتي الجلفة والوادي، ومن الجهة الشرقية دولة تونس ومن الجهة الجنوبية ولايتي تمنراست واليزي، ومن الجهة الغربية ولاية غرداية. كما يسود هذه المنطقة مناخاً صحراوياً جافاً بشكل عام، إذ يبلغ متوسط درجات الحرارة صيفاً حوالي  $41^{\circ}$ ، بينما تنخفض شتاءً.

## 3-2-1-1 . البيانات المناخية بمنطقة ورقلة (2014-2018):

## ✓ درجة الحرارة:

يسود هذه المنطقة مناخاً صحراوياً جافاً بشكل عام إذ يبلغ متوسط درجة الحرارة القصوى  $44^{\circ}$  في شهر جويلية حيث يعتبر من الأشهر الأكثر سخونة في هذه المنطقة وتسجل أدنى درجات الحرارة في كل من شهر جانفي وديسمبر وتبلغ  $5^{\circ}$  وتعتبر هذه الأشهر الأكثر برودة في الفترة الممتدة من (2014-2018) انظر الشكل (2.3). حيث تمثل TN درجة الحرارة الدنيا، TM درجة الحرارة القصوى، Tmoy درجة الحرارة متوسطة

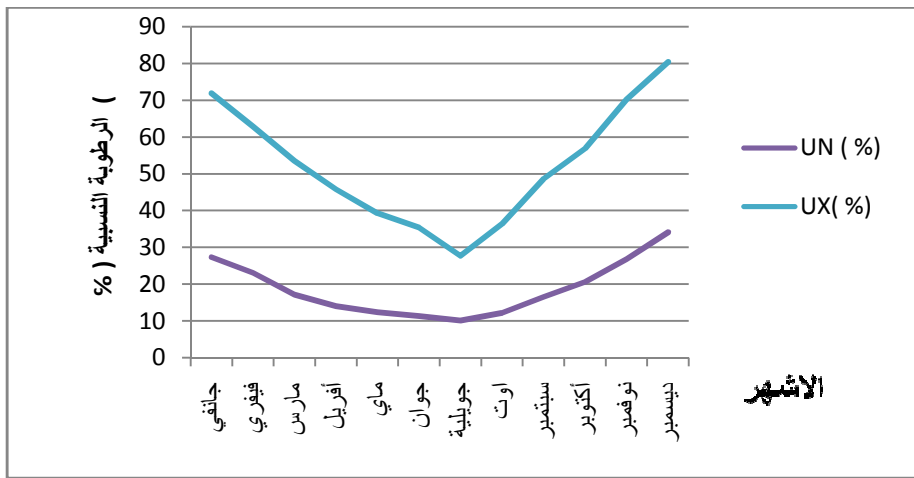




الشكل (2.3): تغيرات درجة الحرارة بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة (2014-2018)

✓ الرطوبة النسبية:

كما نسجل أكبر نسب الرطوبة في فصل الشتاء في شهر جانفي وديسمبر حيث تبلغ نسبة الرطوبة بين 71-80% وتتناقص حتى تصل إلى نسبة 30% في فصل الصيف سجلت هذه القيمة في شهر جويلية، نلاحظ انخفاض نسبة الرطوبة خلال فصل الصيف وهذا يرجع إلى زيادة درجة الحرارة وشمح الأمطار الشكل (3.3). حيث توضح UN الرطوبة النسبية الدنيا وUX الرطوبة النسبية القصوى.

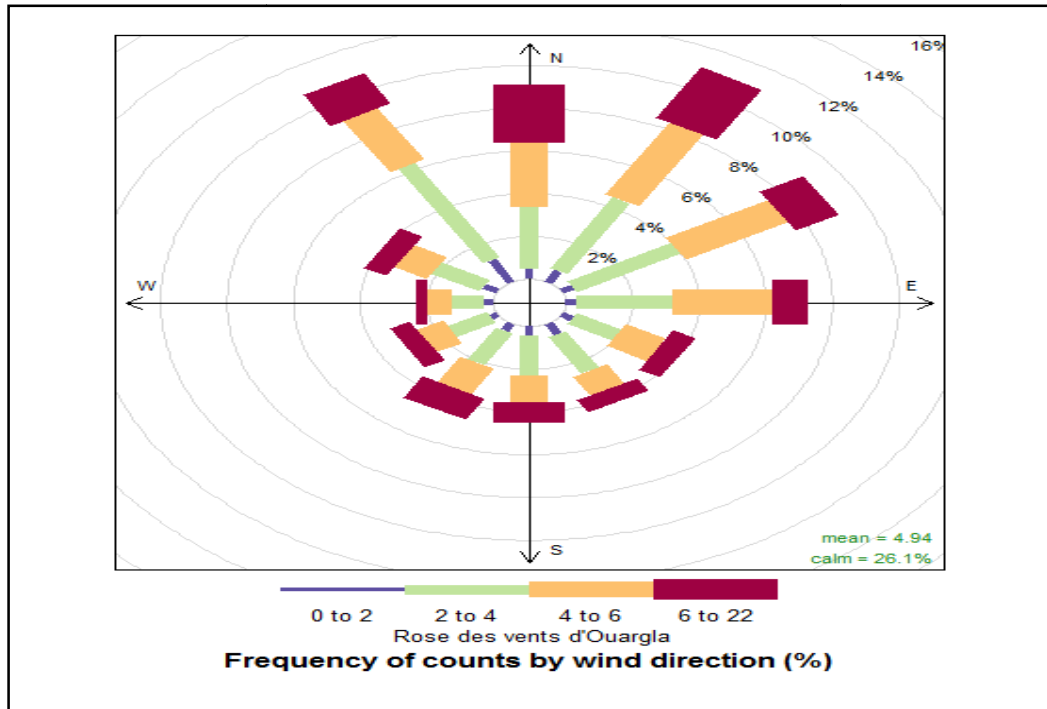


الشكل (3.3): تغيرات الرطوبة النسبية بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة (2014-2018)

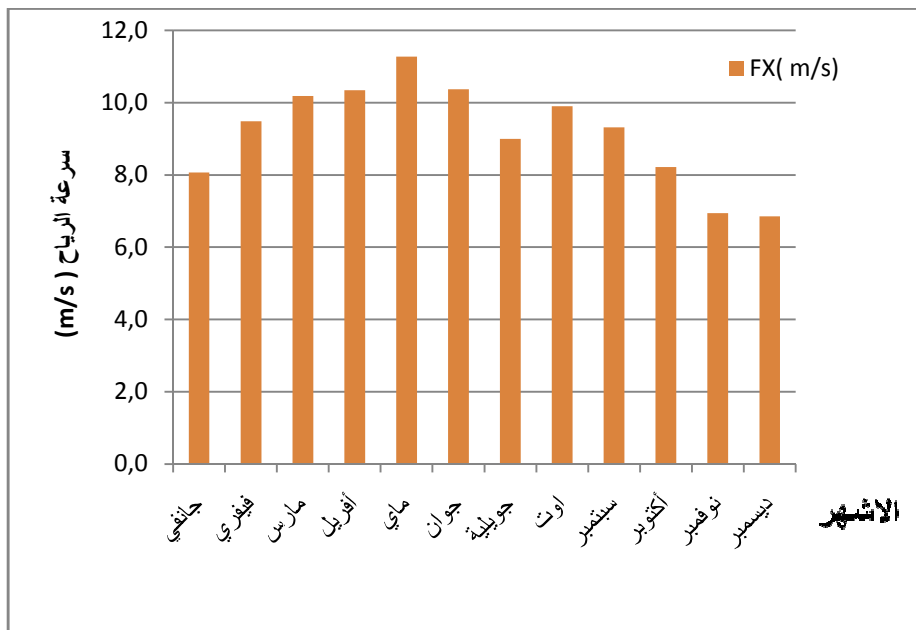
✓ الرياح:

يتبين في هذه المنطقة هبوب رياح تكون شمالية شرقية في فصل الصيف حيث يبلغ متوسط السرعة 5م/ث كما هو مبين في الشكل (4.3).

كما تكون هذه الرياح نشطة في الفترة الممتدة من شهر فيفري حتى شهر جويلية، وتبلغ السرعة القصوى للرياح 11م/ث في شهر ماي الشكل (5.3). حيث FX السرعة القصوى للرياح.



الشكل (4.3): واردة الرياح لمنطقة ورقلة

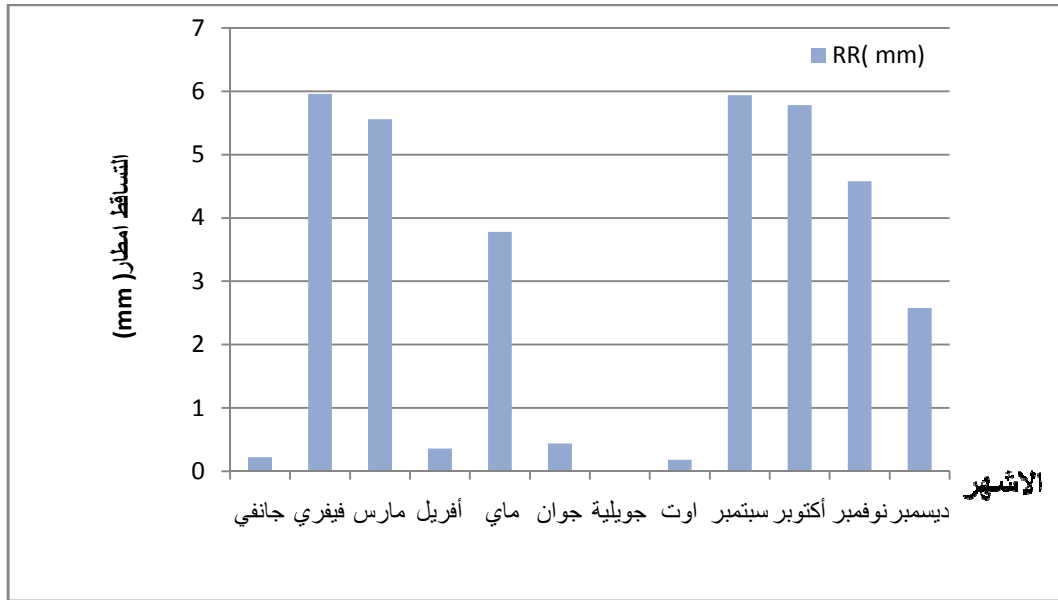


الشكل (5.3): تغيرات السرعة القصوى للرياح بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة الممتدة (2014-

2018)

## ✓ كمية التساقط:

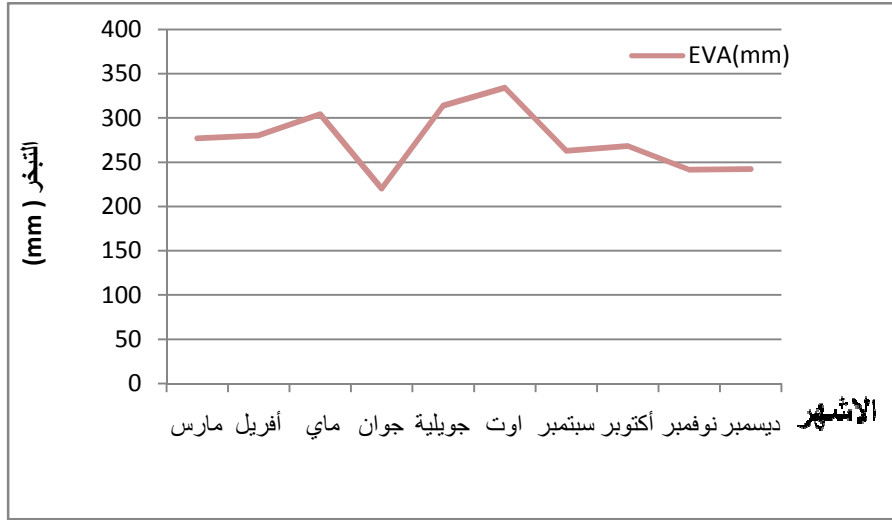
تشهد المنطقة شح في الأمطار حيث يبلغ المعدل السنوي للتساقط 35.38 ملم، وتبلغ أكبر نسبة للتساقط في شهر فيفري وسبتمبر تقريبا 6 ملم كما يكون التساقط في شهر جويلية منعدم. شهدت هذه المنطقة فترة ممطرة في فيفري مارس ماي متزامنة مع فصل الربيع ومن سبتمبر إلى ديسمبر متزامنة مع فصل الخريف كما يشهد شهر جانفي وافر يل جوان جويلية أوت حالة من الجفاف و تقدر نسبة التساقط لهذه الأشهر اقل من 1ملم الشكل (6.3). حيث RR تمثل كمية تساقط الامطار.



الشكل (6.3): تغيير كمية التساقط بدلالة الأشهر بمنطقة ورقلة في الفترة (2014-2018)

## ✓ التبخر:

تتميز منطقة الدراسة بتذبذب في كمية التبخر حيث ادني قيمة تقدر 240 ملم واكبر قيمة التي تقدر 340 ملم اكبر. قيمة للتبخر تسجل خلال فترت الصيف في شهر أوت وتبلغ 340 ملم وادني قيمة تسجل في شهر ديسمبر وتقدر ب245ملم الشكل (7.3). حيث EVA يمثل التبخر.



الشكل (7.3) : تغيرات كمية التبخر بدلالة الاشهر بمنطقة ورقلة في الفترة (2014-2018)

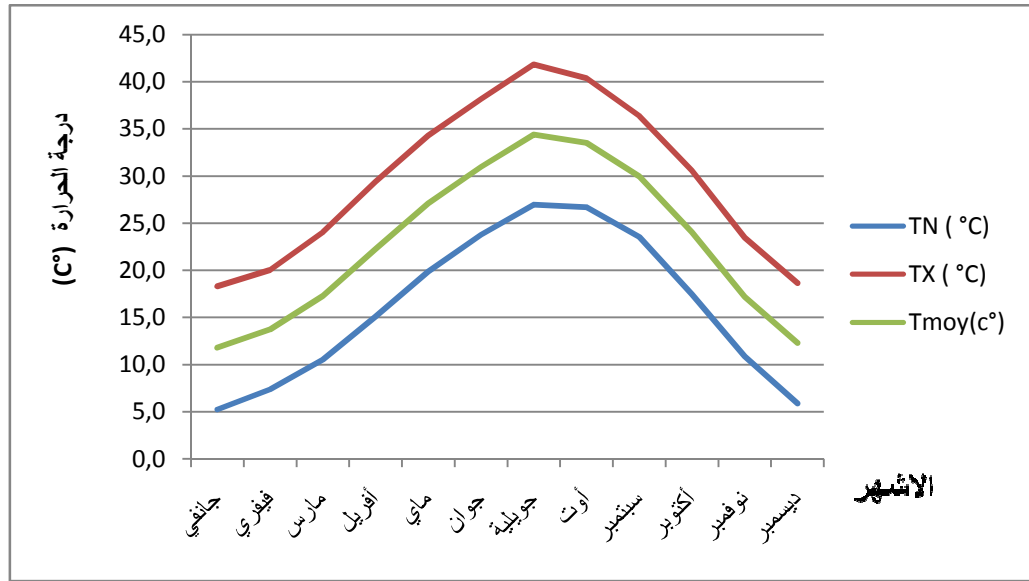
### 3-2-2. منطقة الوادي:

تقع منطقة الوادي في الجزء الجنوبي الشرقي من الجزائر، وفي منتصف الصحراء الكبرى، على خط عرض  $30^{\circ}33'$  شمالاً وخط طول  $47^{\circ}6'$  جنوباً. وهي مغطاة من قبل العرق الشرقي الكبير في  $3/2$  من أراضيها. يحدها من الشمال، ولاية تبسة وخنشلة، ومن الشمال والشمال الغربي ولاية بسكرة، ومن الجنوب والجنوب الشرقي ولاية ورقلة، ومن الشرق تونس. يوضح ذلك الشكل (1.3)

### 3-2-2-1. البيانات المناخية بمنطقة الوادي (2014-2018):

#### ✓ درجة الحرارة:

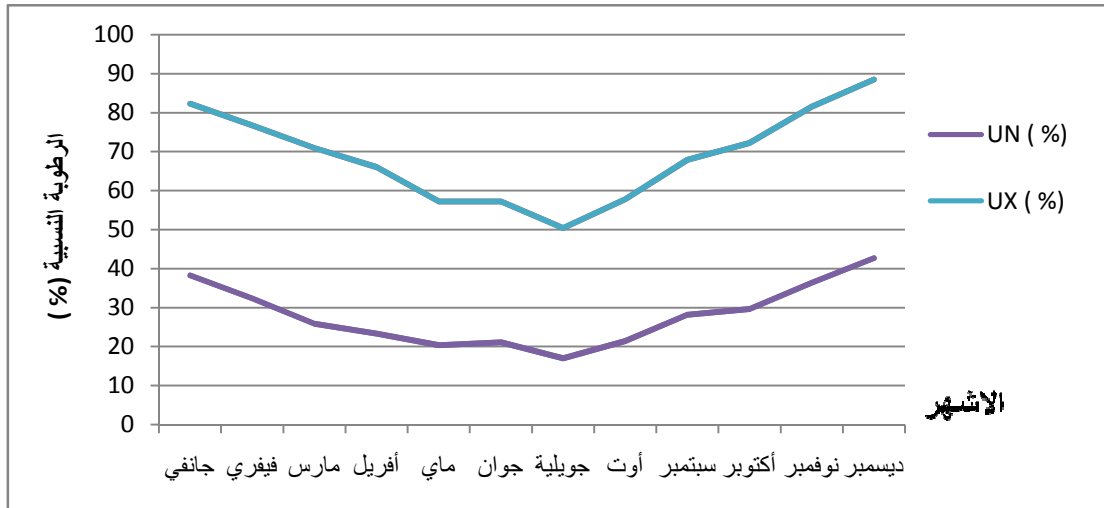
يسود هذه المنطقة مناخاً صحراوياً جافاً بشكل عام إذ يبلغ متوسط درجة الحرارة القصوى  $41^{\circ}$  في شهر جويلية حيث يعتبر من الأشهر الأكثر سخونة في هذه المنطقة وتسجل أدنى درجات الحرارة في كل من شهر جانفي وديسمبر وتبلغ  $5^{\circ}$  وتعتبر هذه الأشهر الأكثر برودة في الفترة الممتدة من (2014-2018) الشكل (8.3). حيث تمثل TN درجة الحرارة الدنيا، TM درجة الحرارة القصوى، Tmoy درجة الحرارة متوسطة



الشكل (8.3): تغيرات درجة الحرارة بدلالة الأشهر بمنطقة الوادي في الفترة (2014-2018)

### ✓ نسبة الرطوبة:

نجد في هذه المنطقة أكبر نسب لرطوبة القصوى في فصل الشتاء في شهر جانفي وديسمبر حيث تبلغ نسبة الرطوبة بين 81-89% وتتناقص حتى تصل إلى نسبة 50% في فصل الصيف سجلت هذه القيمة في شهر جويلية، نلاحظ انخفاض نسبة الرطوبة خلال فصل الصيف وهذا يرجع إلى زيادة درجة الحرارة وشح البخار والأمطار. تجدر الإشارة إلى أن هناك نسبة منخفضة من الرطوبة الجوية حتى في الظل، والتي يمكن أن تصل إلى 17% في جويلية هذه الظاهرة ناتجة عن التبخر الشديد، إلى درجات الحرارة المرتفعة جنباً إلى جنب مع رياح دافئة للرياح. ومع ذلك، في فصل الشتاء، يتجاوز 40% في ديسمبر و جانفي الشكل (9.3). حيث توضح UN الرطوبة النسبية الدنيا و UX الرطوبة النسبية القصوى.



الشكل (9.3): تغيرات الرطوبة النسبية بدلالة الأشهر لمنطقة الوادي في الفترة (2014-2018)

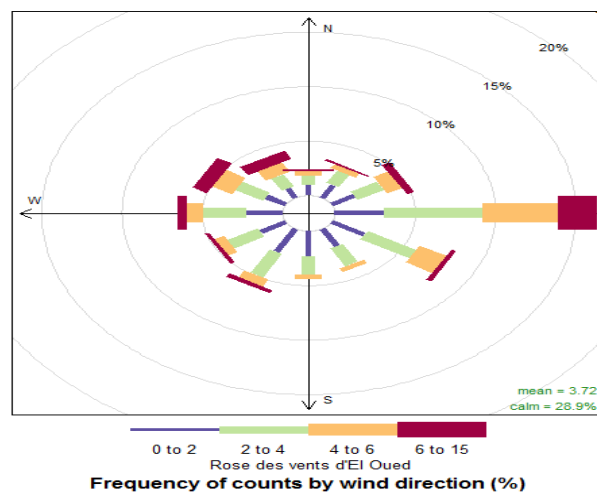
✓ الرياح :

يتبين في هذه المنطقة هبوب رياح غربية في الصيف يبلغ متوسط السرعة 4م/ث كما هو موضح في

الشكل (10.3).

كما تكون هذه الرياح نشطة في الفترة الممتدة من شهر مارس حتى شهر أكتوبر، وتبلغ السرعة القصوى

للرياح 7 م/ث في شهر ماي وأوت. الشكل (11.3). حيث السرعة القصوى للرياح.



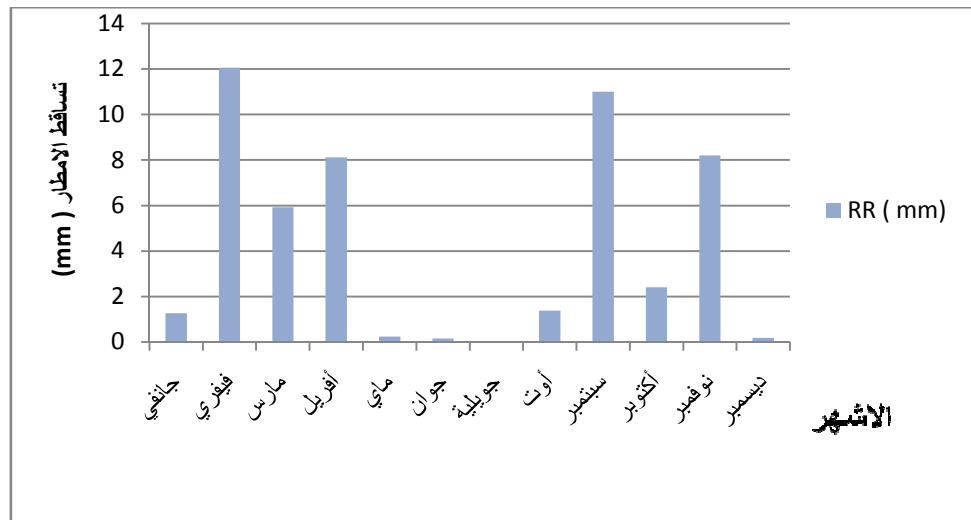
الشكل (10.3): واردة الرياح لمنطقة الوادي



الشكل (11.3) تغيرات سرعة الرياح بدلالة الأشهر بمنطقة الوادي في الفترة (2014-2018)

#### ✓ التساقط:

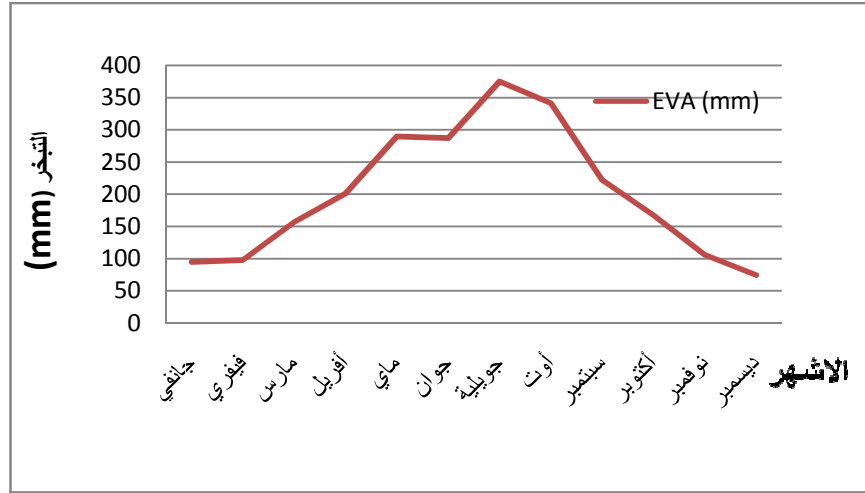
تشهد المنطقة شح في الأمطار حيث يبلغ المعدل السنوي للتساقط 51 ملم. وتبلغ أكبر نسبة للتساقط في شهر فيفري تقدر بـ 12 ملم كما يكون التساقط في شهر جويلية منعدم. شهدت هذه المنطقة فترة ممطرة في شهر فيفري، مارس، أفريل متزامنة مع فصل الربيع ومن شهر سبتمبر أكتوبر نوفمبر متزامنة مع فصل الخريف كما تشهد الفترة الممتدة من شهر ماي إلى أوت حالة من الجفاف حيث تقدر نسبة التساقط لهذه الأشهر أقل من 1 ملم أنظر الشكل (12.3). حيث تمثل كمية تساقط الأمطار



الشكل (12.3): تغيرات كمية التساقط بدلالة الأشهر بمنطقة الوادي في الفترة (2014-2018)

### ✓ كمية التبخر :

تكون في هذه المنطقة اكبر كمية من التبخر في شهر جويلية وتقدر ب 360 ملم ، كما نسجل اقل كمية للتبخر في كل من شهر جانفي وديسمبر وتبلغ كمية التبخر من 80-100 ملم أنضر الشكل(13.3). حيث EVA يمثل التبخر.



الشكل (13.3) : تغيرات كمية التبخر بدلالة الأشهر بمنطقة الوادي في الفترة(2014-2018)

### 3-2-3. منطقة إن اميناس:

تقع منطقة إن اميناس في ولاية اليزي بالجزائر في أقصى الجنوب الشرقي بالقرب من الحدود الليبية، على خط عرض  $28^{\circ}03'$  شمالا وخط طول  $09^{\circ}38'$  جنوبا. ترتفع إن اميناس عن سطح البحر حوالي 561م. يحدها من الشمال الدبداب ، و من الجنوب ولاية اليزي ، و من الشرق دولة ليبيا ، ومن الغرب برج عمر إدريس انظر الشكل (1.3).

### 3-2-3-1.البيانات المناخية لمنطقة إن اميناس (2014-2018):

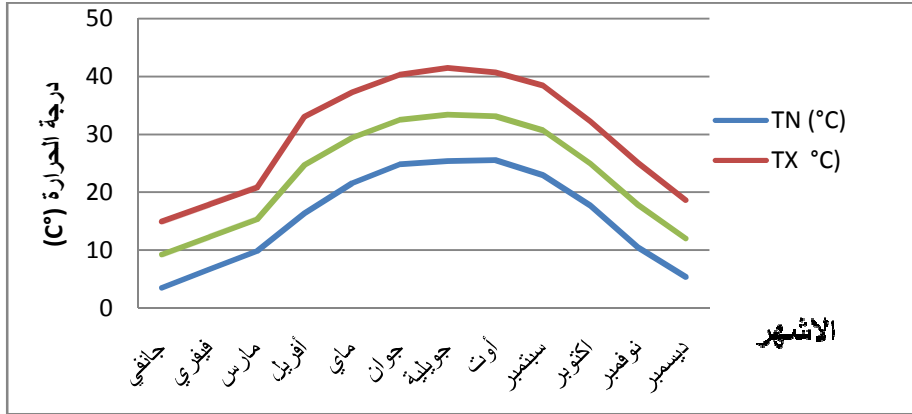
### ✓ درجة الحرارة :

يسود منطقة إن أميناس مناخا صحراويا جافا بشكل عام إذ يبلغ متوسط درجة الحرارة القصوى  $41^{\circ}$  في شهر جويلية حيث يعتبر من الأشهر الأكثر سخونة في هذه المنطقة وتسجل أدنى درجات الحرارة



في كل من شهر جانفي وديسمبر وتبلغ بين 4-5° وتعتبر هذه الأشهر الأكثر برودة في الفترة الممتدة من (2014-2018) أنظر الشكل (14.3). حيث تمثل TN درجة الحرارة الدنيا، TM درجة الحرارة

القصى، Tmoy درجة الحرارة متوسطة



الشكل (14.3): تغيرات درجة الحرارة بدلالة الأشهر لمنطقة عين اميناس (2014-2018)

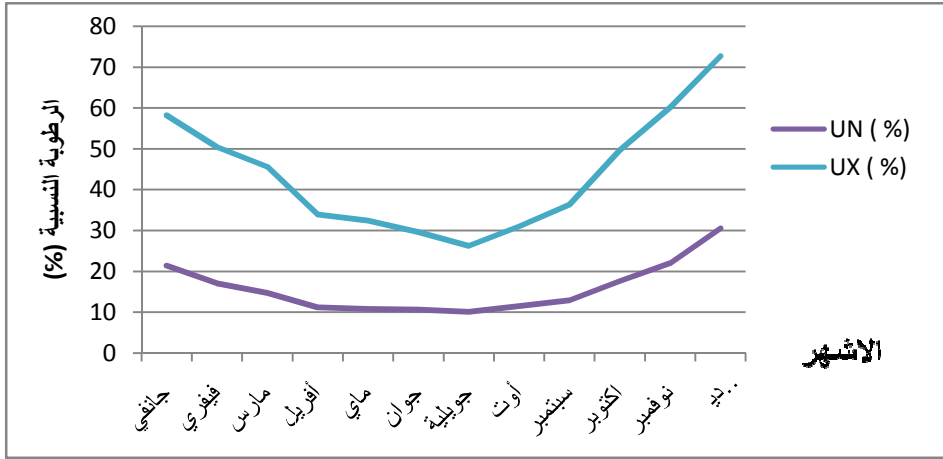
#### ✓ نسبة الرطوبة:

توجد في هذه المنطقة أكبر نسب لرطوبة في فصل الشتاء في شهر ديسمبر حيث تبلغ نسبة الرطوبة 72% وتتناقص حتى تصل إلى نسبة 28% في فصل الصيف سجلت هذه القيمة في شهر جويلية

، نلاحظ انخفاض نسبة الرطوبة خلال فصل الصيف وهذا يرجع إلى زيادة درجة الحرارة

وشحاً للأمطار أنظر الشكل (16.3). حيث توضح UN الرطوبة النسبية الدنيا و UX الرطوبة النسبية

القصى.



الشكل (16.2): تغيرات نسبة الرطوبة بدلالة الأشهر بمنطقة عين أميناس في الفترة (2014-2018)

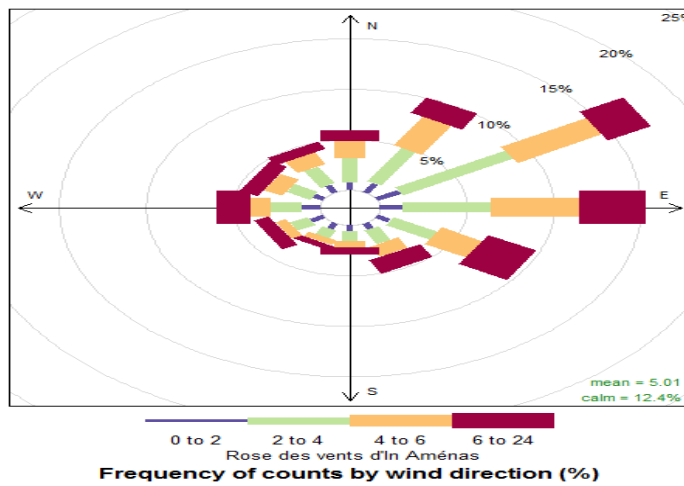
✓ سرعة الرياح:

يتبين في منطقة إن أميناس هبوب رياح تكون غربية في الصيف يبلغ متوسط السرعة 5م/ث كما هو

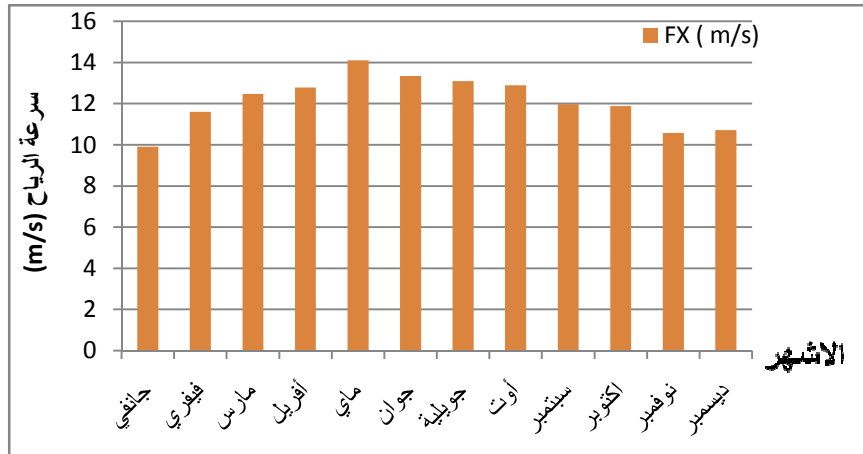
موضح في الشكل (17.3).

كما تكون هذه الرياح نشطة في الفترة من شهر فيفري حتى شهر أكتوبر وتبلغ السرعة القصوى للرياح

14م/ث سجلت في شهر ماي الشكل (18.3). حيث FX السرعة القصوى للرياح.



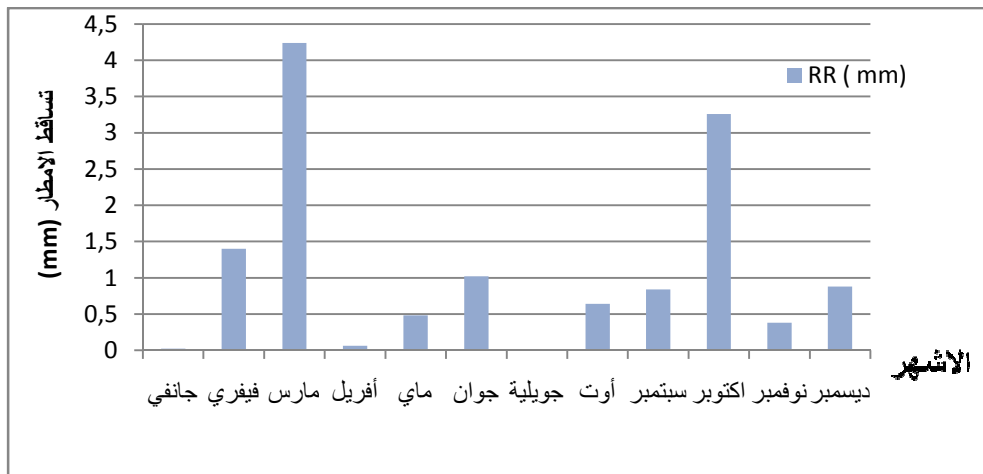
الشكل (17.3): وردة الرياح لمنطقة عين اميناس



الشكل (18.3): تغيرات سرعة الرياح بدلالة الأشهر بمنطقة عين اميناس في الفترة (2014-2018)

✓ التساقط :

تشهد المنطقة شح في الأمطار حيث يبلغ المعدل السنوي للتساقط 13.22 ملم . وتبلغ اكر نسبة للتساقط في شهر مارس تقدر ب 4.1 ملم كما يكون التساقط في شهر جويلية منعدم. شهدت هذه المنطقة فترة ممطرة في شهر فيفري , مارس , أكتوبر نوفمبر قدرت نسبة التساقط فيها اكر من 1ملم أما بالنسبة لباقي الأشهر تشهد فيها المنطقة حالة من الجفاف حيث تقدر نسبة التساقط لهذه الأشهر اقل من 1ملمانضر الشكل (20.2). حيث RR تمثل كمية تساقط الامطار



الشكل (19.3):تغيرات كمية التساقط بدلالة الأشهر بمنطقة عين أميناس (2014-2018)

## ✓ كمية التبخر:

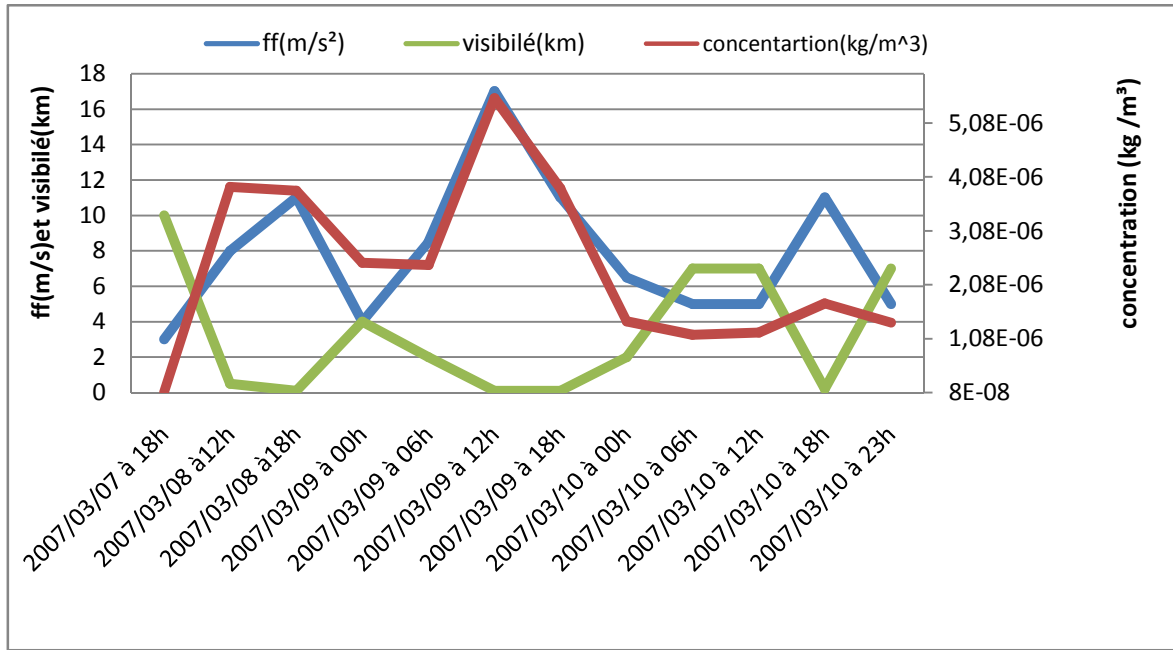
تشهد هذه المنطقة زيادة في كمية التبخر من شهر جانفي بحيث تبلغ 190 ملم إلى غاية جويلية تقدر كمية التبخر عندها 510 ملم ثم تتناقص إلى غاية شهر نوفمبر تقدر عنده كمية التبخر 150 ملم. سجلت اكبر قيمة للتبخر خلال فترة الصيف في شهر جويلية وذلك لارتفاع درجة الحرارة و أدنى قيمة في شهر نوفمبر تقدر بـ 150 ملم أنظر الشكل (20.3). حيث EVA يمثل التبخر.



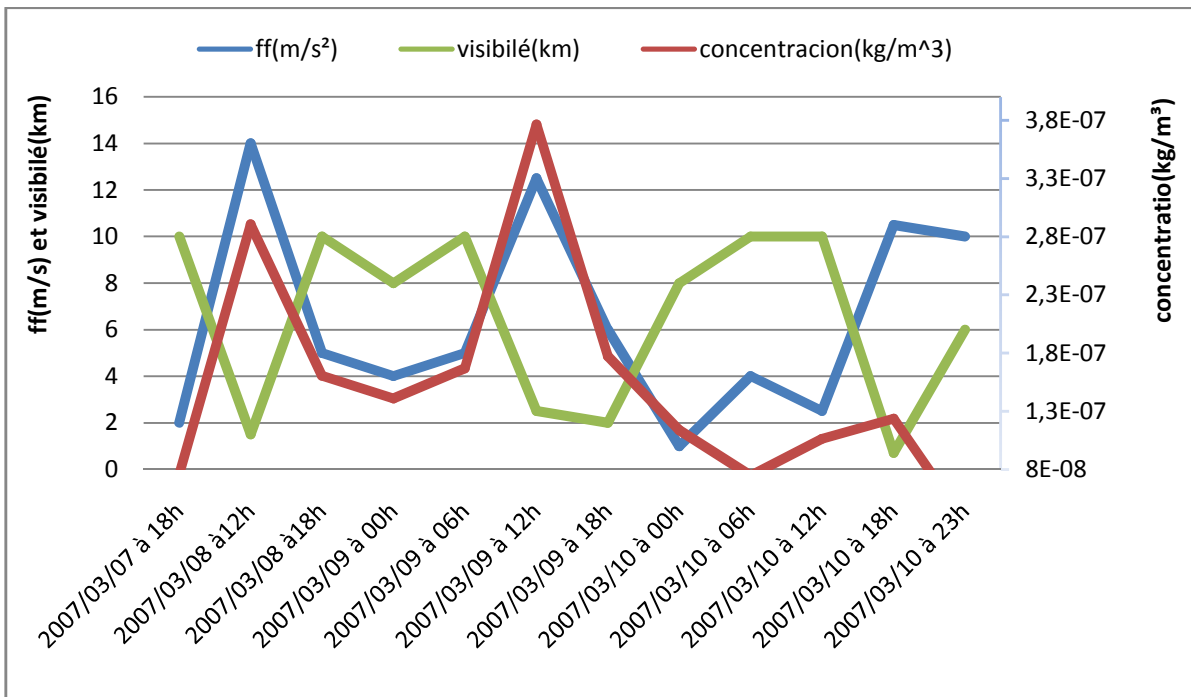
الشكل (20.3): تغيير كمية تبخر المياه بدلالة الأشهر بمنطقة عين اميناس (2014-2018)

## 3-3. التحليل الزمني لمناطق دراسة (ورقلة، الوادي، إن اميناس):

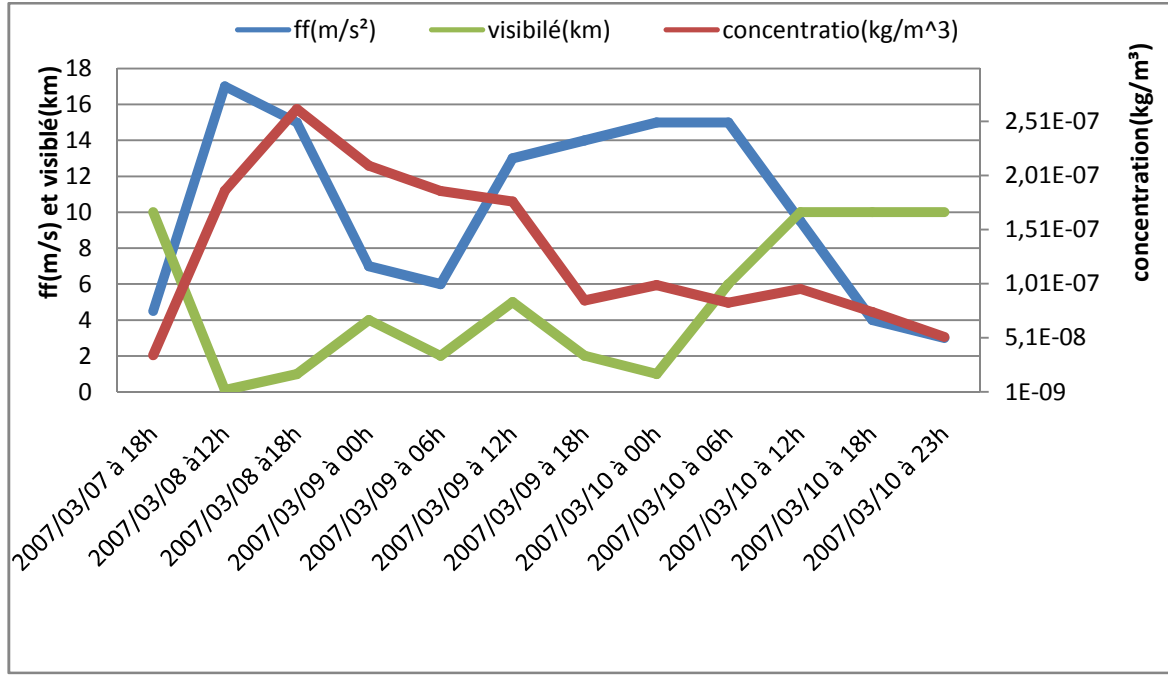
لدراسة فعالية النموذج DREAM للتنبؤ للحالة الغبارية المختارة من (2007/03/10-2007/03/07) قمنا بمقارنة التغيير الزمني لتراكيز الغبار في مناطق الدراسة مع سرعة الرياح السطحي والرؤية الأفقية



الشكل أ: ورقة



الشكل ب: الوادي



الشكل ج: ان اميناس

الشكل (21.3): دراسة مقارنة بين التركيز والسرعة المتوسطة ومدى الرؤية للمناطق أ: ورقلة، ب:

الوادي، ج: اين اميناس

### 1-3-3. تحليل وتفسير المنحنيات:

الشكل (21.3) يمثل دراسة مقارنة بين السرعة المتوسطة ومدى الرؤية والتركيز لمناطق ورقلة الوادي عين مينااس في الفترة الممتدة من 2007/03/07 إلى 2007/03/10 فمن خلال ملاحظتنا نجد انه قبل بداية حدوث الظاهرة الغبارية كانت قيمة التركيز والسرعة منخفضة وقيمة الرؤية عالية وهذا في المناطق الثلاثة مما يدل على عدم وجود إثارة للغبار إما بعد بداية الظاهرة تبدأ القيم الثلاث في تغيير بحيث تصل إلى درجات قصوى ودنيا مما أدبالي وجود علاقة عكسية بين الرؤية و السرعة المتوسطة وكذلك الرؤية و التركيز أما بالنسبة للسرعة المتوسطة والتركيز تكاد تصل قيمهم تقريبا إلى التتابع في معظم أوقات الدراسة.

✓ منطقة ورقلة:

من خلال ملاحظتنا نجد انه قبل بداية حدوث الظاهرة الغبارية كانت قيمة التركيز منعدمة و مدى الرؤية (10كم) والسرعة المتوسطة (3 م/ثا) أما عند زيادة السرعة عن (03م/ثا) تبدأ الرؤية في التناقص حتى أحيانا تنعدم مما يقابلها زيادة في قيم السرعة والتركيز وهذا خلال اليوم الأول والثاني من الدراسة أما مع بداية اليوم الثالث من الدراسة نلاحظ تناقص مشهود في قيم التركيز والسرعة وزيادة في مدى الرؤية حتى ثبوتها عند القيمة (07كم) خلال الساعة 12:00-18:00 ويفسر هذا باستقرار جو المنطقة ونهاية حدوث الظاهرة الغبارية .

#### ✓ منطقة الوادي :

نلاحظ انه قبل بداية الدراسة كان يسود المنطقة جو مستقر حيث كانت قيم التركيز منعدمة والسرعة تساوي (02م/ثا) ومدى رؤية جيدة تقدر ب (10كم) ويفسر هذا بعدم وجود إثارة للغبار أي حالة مستقرة أما بعد بداية الظاهرة نلاحظ تذبذب في كل من قيم التركيز والسرعة والرؤية حتى تصل أقصى قيمة لتركيز إلأكثر من ( $3.3 \cdot 10^{-08}$  كغ/م<sup>3</sup>) والسرعة إلأكثر من (12م/ثا) ويقابله انخفاض في الرؤية يقدر ب (02كم) وهذا كان في اليوم الثاني من الدراسة ويفسر هذا إن الظاهرة الغبارية كانت في أقصى قوة لها وبعدها يرجع الى حالة الاستقرار فنلاحظ تناقص في قيم التركيز والسرعة وزيادة في قيم الرؤية حتى تصل إلى (10كم) .

#### ✓ منطقة اين مينااس:

من خلال المنحنى نلاحظ انه تميز اليوم الأول والثالث من الدراسة برؤية منخفضة جدا أحيانا تكاد تنعدم وهذا راجع إلى وصول قيم تركيز الغبار إلى أكثر ( $2.5 \cdot 10^{-7}$  كغ/م<sup>3</sup>) والسرعة إلى (17م/ثا) في الجو يفسر هذا بوجود ظاهرة غبارية أما بالنسبة لليوم الثالث نلاحظ انخفاض لقيم التركيز والسرعة وزيادة

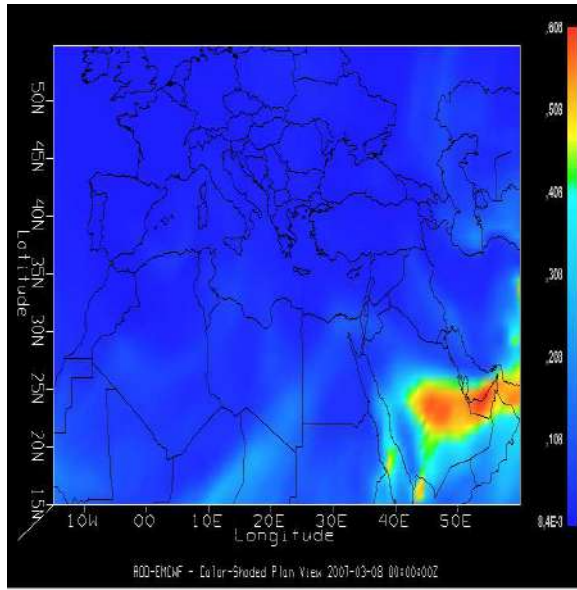
في قيم الرؤية إلى غاية ثبوتها في (10كم) خلال الساعة 12:00 نهارا ويفسر هذا بنهاية الظاهرة الغبارية ورجوع المنطقة إلى حالة استقرار.

### 4-3. تحليل المكاني للسك الضوئي للغبار للنموذج DREAM8b والسك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي ECMWF وسرعة الرياح السطحية:

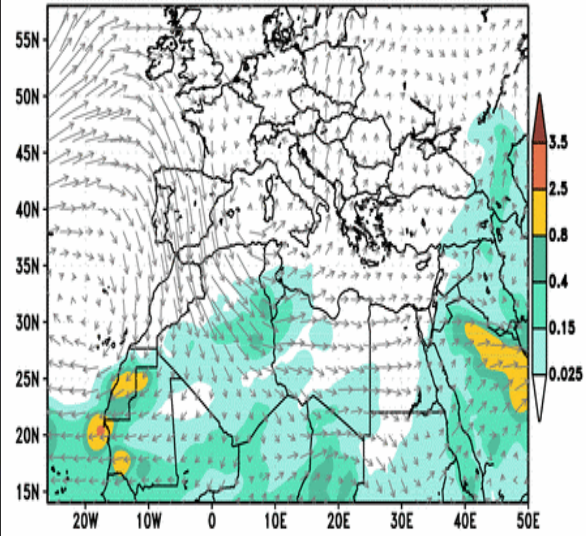
اعتمدنا على مقارنة السك الضوئي لنموذج DREAM8b وحقول رياح السطحية للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية المتوسطة وذلك بالاستعانة ببرنامج McIDAS والذي يعرف على انه برنامج تفاعلي لتصوير بيانات الارصاد الجوية وتحليلها. تم تطويره في جامعة ويسكونسن -ماديسون في السبعينات من القرن الماضي، ويستخدم بشكل مستمر حتى يومنا هذا . في الايام الاولى، كان يستخدم على نطاق واسع لانشاء رسومات للقنوات التلفزيونية، ولكنه يستخدم على نطاق واسع في مراكز التنبؤ بالطقس التشغيلية. كما انه يستخدم في العديد من الجامعات والمراكز المتخصصة لتلبية احتياجات البحث والتطوير والتحقق من صحة نماذج التنبؤ بالطقس .



الوضع يوم 2007/03/08:

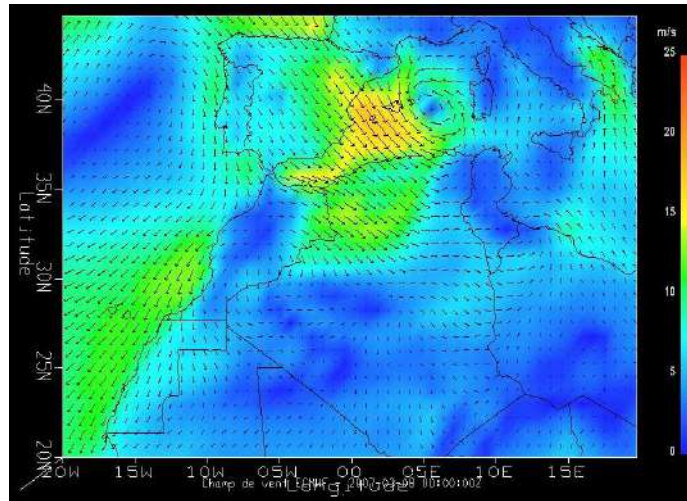


BSC/DREAM Dust Opt. Depth 550nm and 3000m Wind  
12h forecast for 00z 08 MAR 07



ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي  
للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

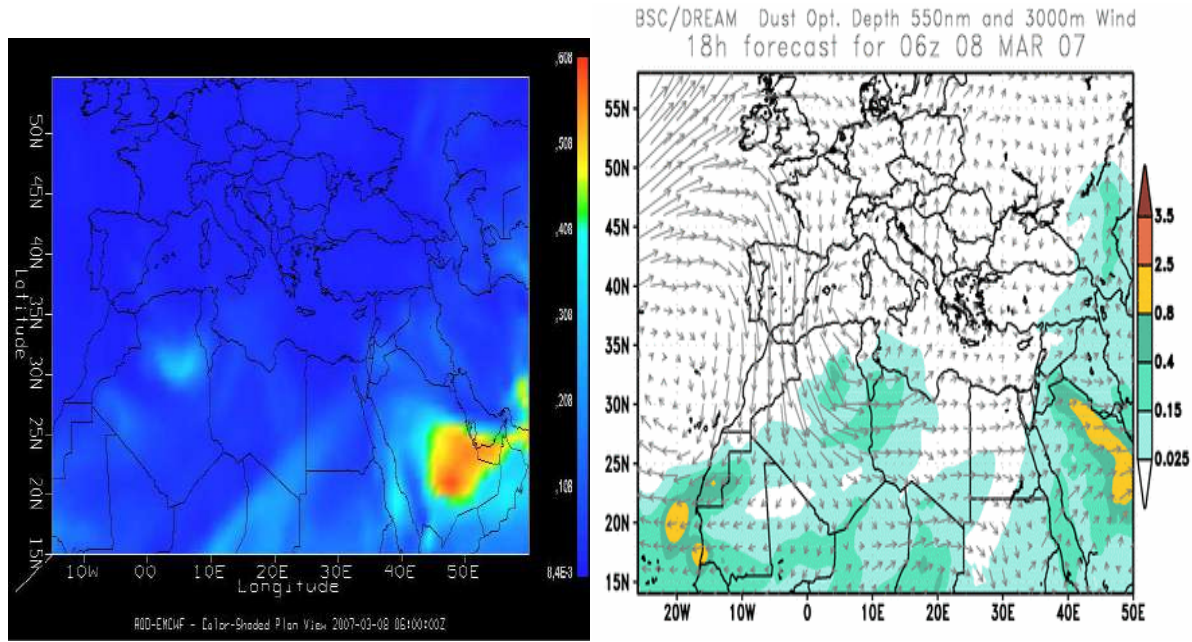
أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج  
DREAM8b



ج : سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

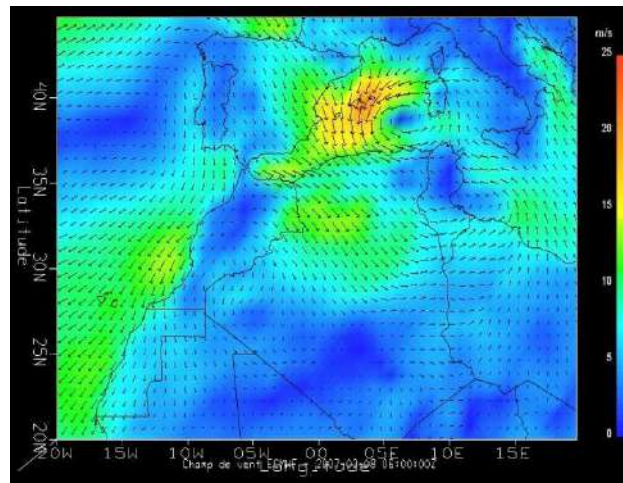
الشكل (22.3) : التوزيع المكاني ل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREAM8b, ب :  
السمك الضوئي للغبار للمركز الاوروي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF, ج: سرعة الرياح

السطحية (10م) للمركز الاوروي ECMWF عند الساعة 00:00 في يوم 2007/03/08



ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي  
للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

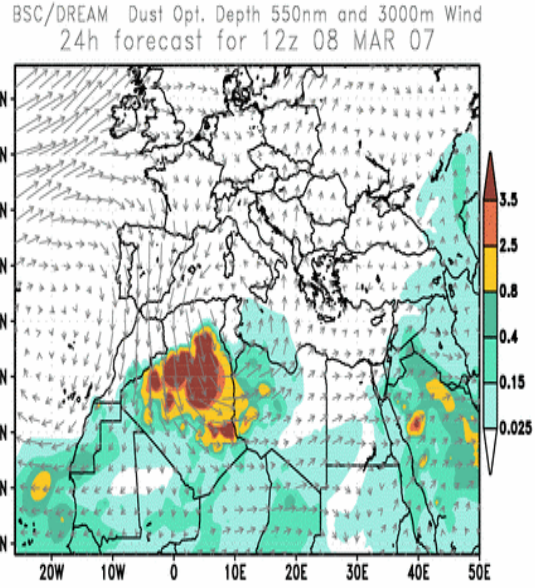
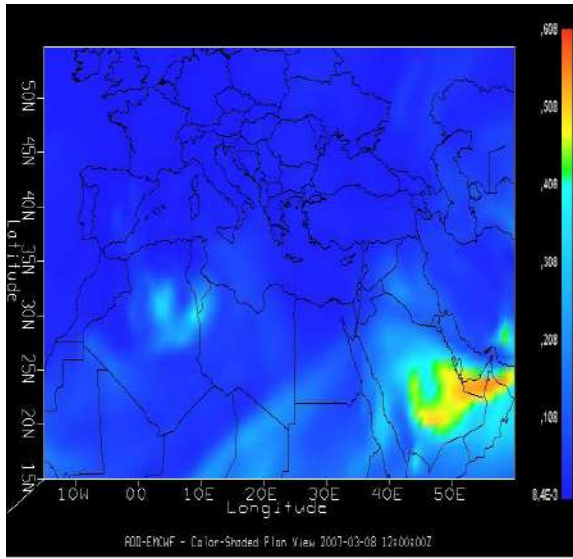
أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج  
DREAM8b



ج : سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

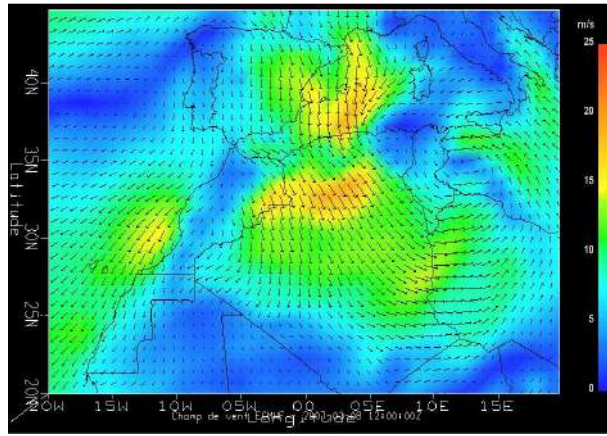
الشكل (23.3) : التوزيع المكاني ل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREAM8b, ب :  
السمك الضوئي للغبار للمركز الاوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF, ج: سرعة الرياح

السطحية (10م) للمركز الاوروبي ECMWF عند الساعة 06:00 في يوم 2007/03/08



الشكل ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

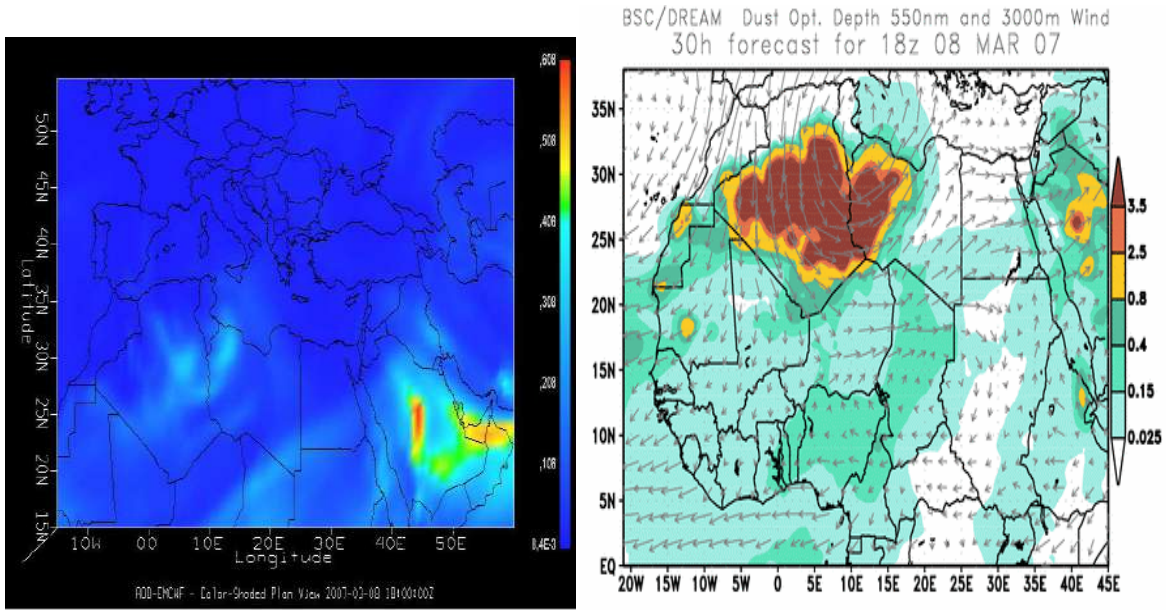
الشكل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM8b



ج: سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

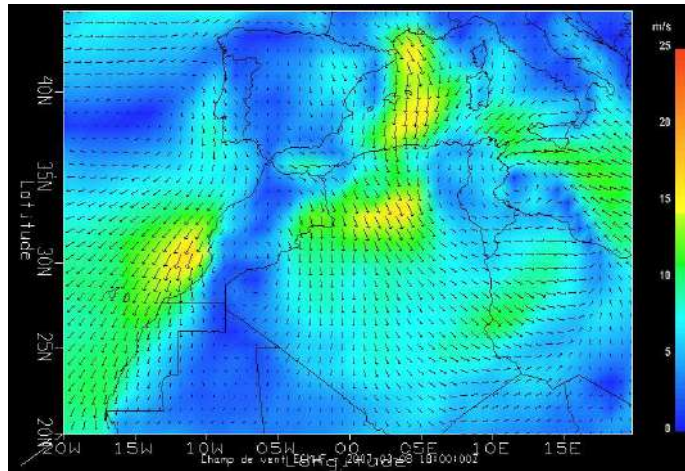
الشكل (24.3) : التوزيع المكاني ل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM8b, ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF, ج: سرعة الرياح

السطحية (10م) للمركز الأوروبي ECMWF عند الساعة 12:00 في يوم 2007/03/08



ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي  
للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج  
DREEM8b



ج: سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

الشكل (25.3) : التوزيع المكاني ل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM8b, ب : السمك

الضوئي للغبار للمركز الاوروي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF, ج: سرعة الرياح السطحية

(10م) المركز الاوروي ECMWF عند الساعة 00:18 في يوم 2007/03/08

من خلال الشكل (22.3) نلاحظ بداية سرعة رياح في المناطق الشمالية والشمالية الغربية لمجال الدراسة، حيث تقدر سرعة الرياح ما بين 10 إلى 15 م/ث. ان اشتداد سرعة الرياح ناتج عن انخفاض في الضغط على شرق البحر الابيض المتوسط في مما يؤدي الى رياح شمالية غربية ، تزحف الرياح من المناطق الغربية للوطن وتتجه تدريجيا نحو مناطق الدراسة. ان اشتداد سرعة الرياح على المناطق الترابية تؤدي الى اثاره الغبار كما هو موضح من خلال الشكل (أ) والشكل (ب). كما يبلغ السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM8b من 0.15 إلى 0.25 والتي تعتبر قيمة عالية مقارنة بقيم السمك الضوئي للمركز الاوروبي ECMWF التي تصل الى قيمة 0.075 .

و بالنظر الى هذه النتائج نلاحظ تمكن النموذج من رصد الظاهرة في المكان والزمان لكن بقيم اكبر من قيم السمك الضوئي للمركز الاوروبي.

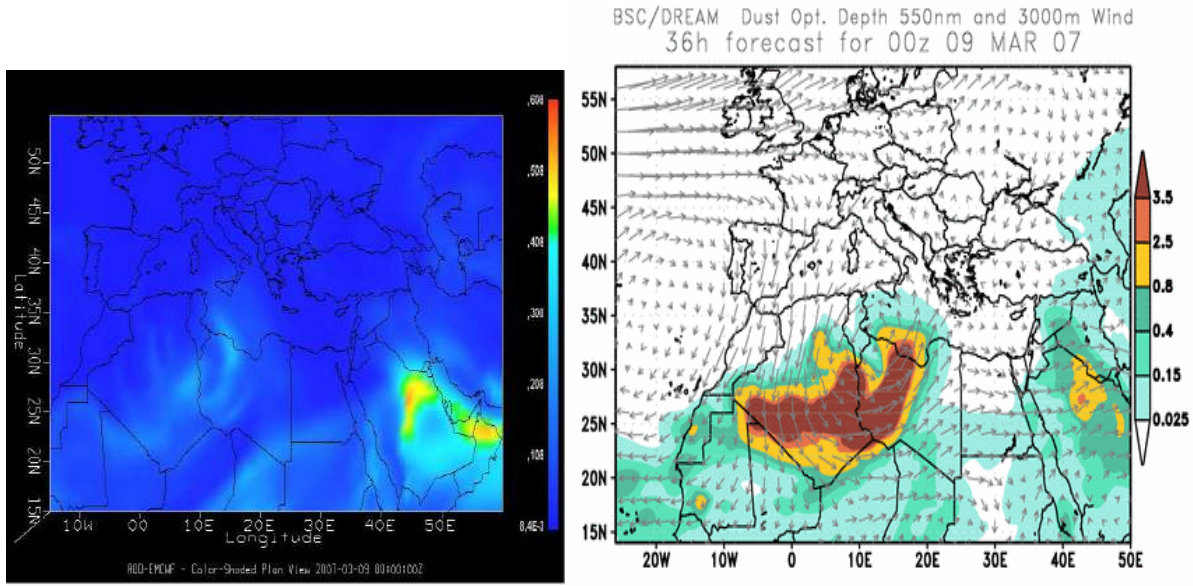
من خلال الشكل (23.3) نلاحظ بداية سرعة رياح في المناطق الشمالية والشمالية الغربية حيث تقدر سرعة الرياح ما بين 10 إلى 14 م/ث. ان اشتداد سرعة الرياح ناتج عن انخفاض الضغط في البحر الابيض المتوسط في المنطقة الشرقية مما يؤدي الى رياح شمالية غربية ، تزحف الرياح من المناطق الغربية للوطن وتتجه تدريجيا نحو مناطق الدراسة تبلغ السرعة عندها تقريبا 13 م/ث اشتداد السرعة يؤدي الى اثاره الغبار. كما نلاحظ من خلال الشكل (أ) و (ب) حيث يبلغ السمك الضوئي بواسطة النموذج DREEM8b من 0.15 إلى 0.4 وبواسطة المركز الأوروبي ECMWF 0.408، تدل هذه المعطيات على اثاره الغبار في مناطق الدراسة

توضح الشكل (24.3) ان السمك الضوئي يغطي تقريبا الجزء الشمال الجنوبي ، حيث يقدر سمك الضوئي بواسطة النموذج DREEM8b من 0.8 الى اكثر من 3.5 و تقدر قيمته بواسطة المركز

ECMWF 0.3 الى 0.4 كما نلاحظ ان الرياح تحافظ على نفس الاتجاه وتزداد حيث تبلغ من 10 الى 16م/ث.

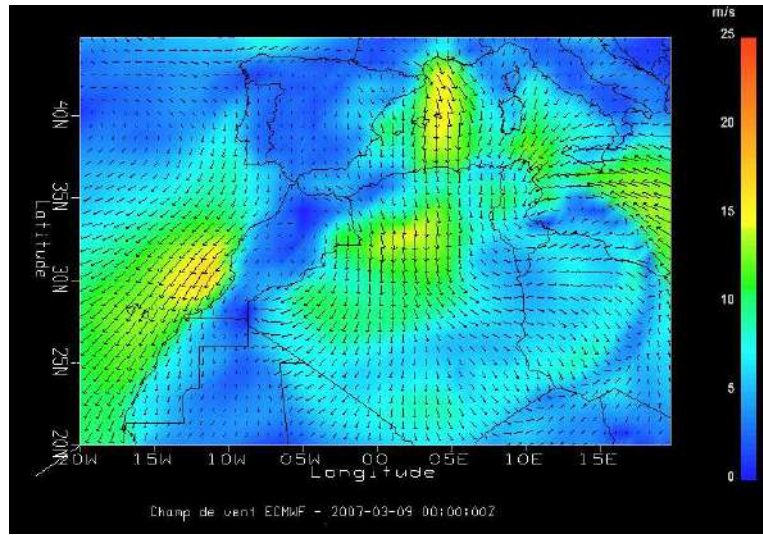
يوضح الشكل (25.3) زيادة وانتشار في السمك الضوئي على المناطق الجنوبية الشرقية وصولاً إلى المناطق الغربية من دولة ليبيا حيث يقدر السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREAM8b إلى أكثر من 3.5 ومن 0.35 إلى 0.4 بواسطة المركز ECMWF، كما نلاحظ ان الرياح تحافظ على نفس الاتجاه وتقدر سرعتها من 10 الى 15 م/ث.

الوضع يوم 2007/03/09:



ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطية ECMWF

أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM8b

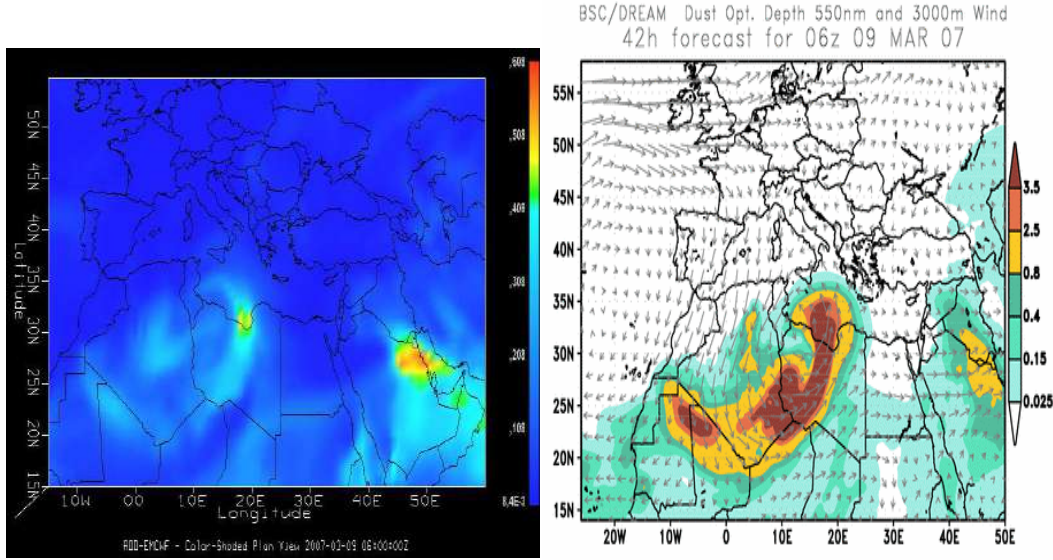


ج: سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطية ECMWF

الصورة (26.3) : التوزيع المكاني ل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM8b, ب

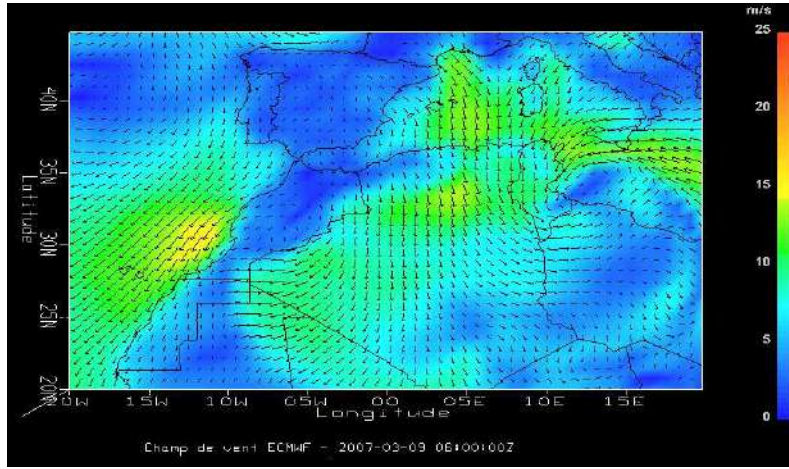
: السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطية ECMWF, ج: سرعة الرياح

السطحية (10م) للمركز الأوروبي ECMWF عند الساعة 00:00 في يوم 2007/03/09



ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي  
للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج  
DREEM8b



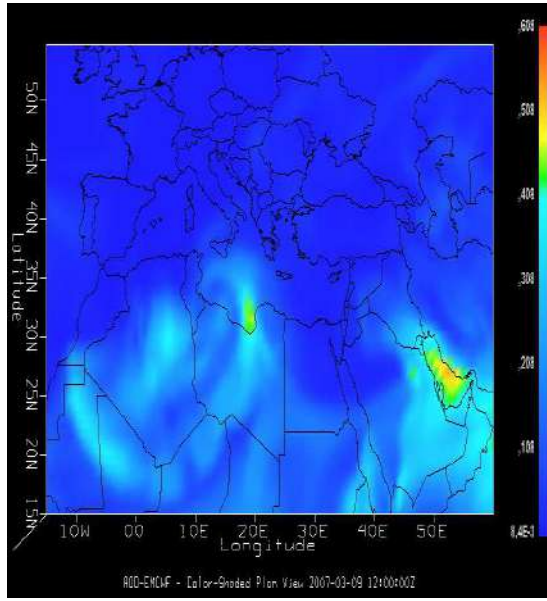
ج: سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

الشكل (27.3) : التوزيع المكاني ل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREEM8b, ب

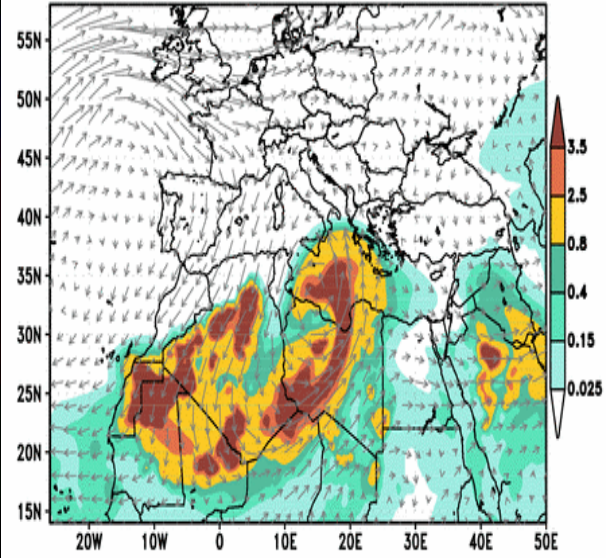
: السمك الضوئي للغبار للمركز الاوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF, ج: سرعة الرياح

السطحية (10م) للمركز الاوروبي ECMWF عند الساعة 06:00 في يوم 2007/03/09



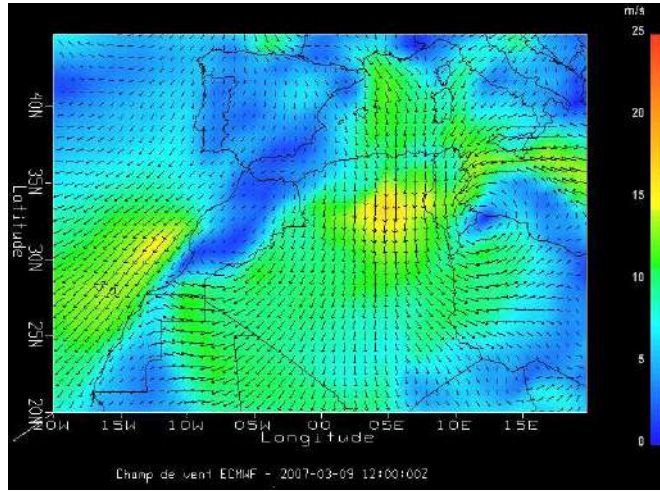


BSC/DREAM Dust Opt. Depth 550nm and 3000m Wind  
48h forecast for 12z 09 MAR 07



ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي  
للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج  
DREAM8b

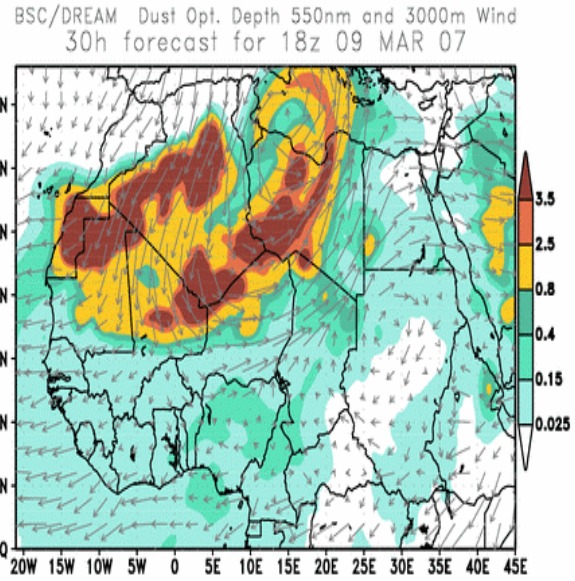
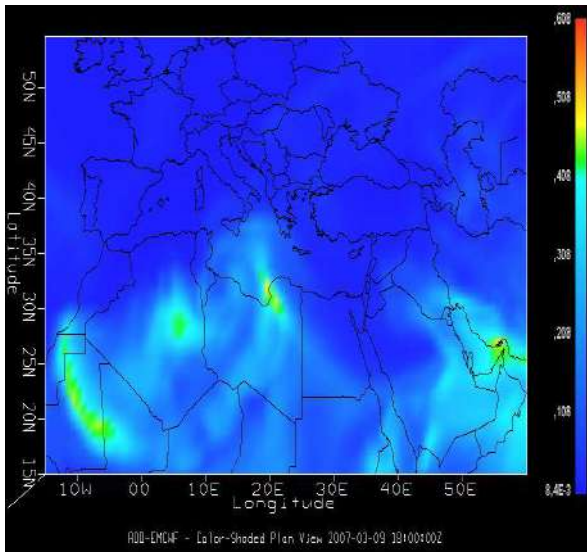


ج : سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

الشكل (28.3) : التوزيع المكاني ل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREAM8b, ب : السمك

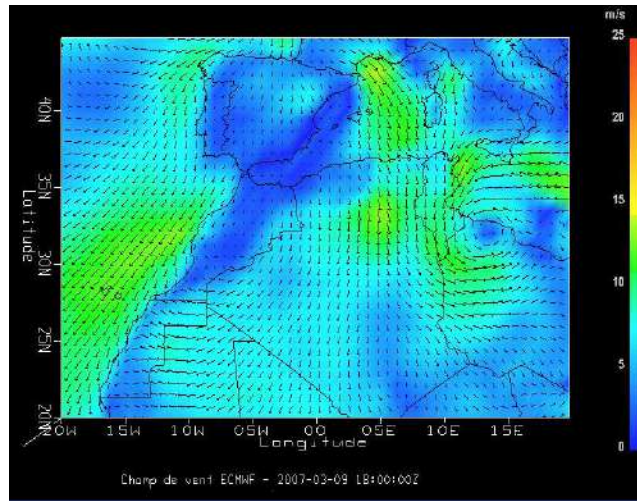
الضوئي للغبار للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF, ج : سرعة الرياح السطحية

(10م) للمركز الأوروبي ECMWF عند الساعة 12:00 في يوم 2007/03/09



ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي  
للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة  
النموذج DREAM8b



ج : سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

الشكل (29.3): التوزيع المكاني ل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREAM , ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF, ج: سرعة الرياح السطحية (10م)

للمركز الأوروبي ECMWF عند الساعة 18:00 في يوم 2007/03/09

يوضح الشكل (26.3) توسع وانتشار السمك الضوئي على المناطق الجنوبية للوطن وصولاً إلى ليبيا ومالي والنيجر حيث تقدر القيمة القصوى أكثر من 3.5 بواسطة النموذج DREAM8b وتكون في مناطق أقصى الجنوب ووسط ليبيا أما بالنسبة للسمك الضوئي للمركز الأوروبي ECMWF تقدر قيمته من 0.208 إلى 0.30 كما نلاحظ قدوم رياح شمالية ثم تتجه نحو جنوب الشرقي والغربي وتقدر سرعتها القصوى 14 م/ث في المناطق الغربية الوسطى و 10 م/ث على باقي مناطق الوطن.

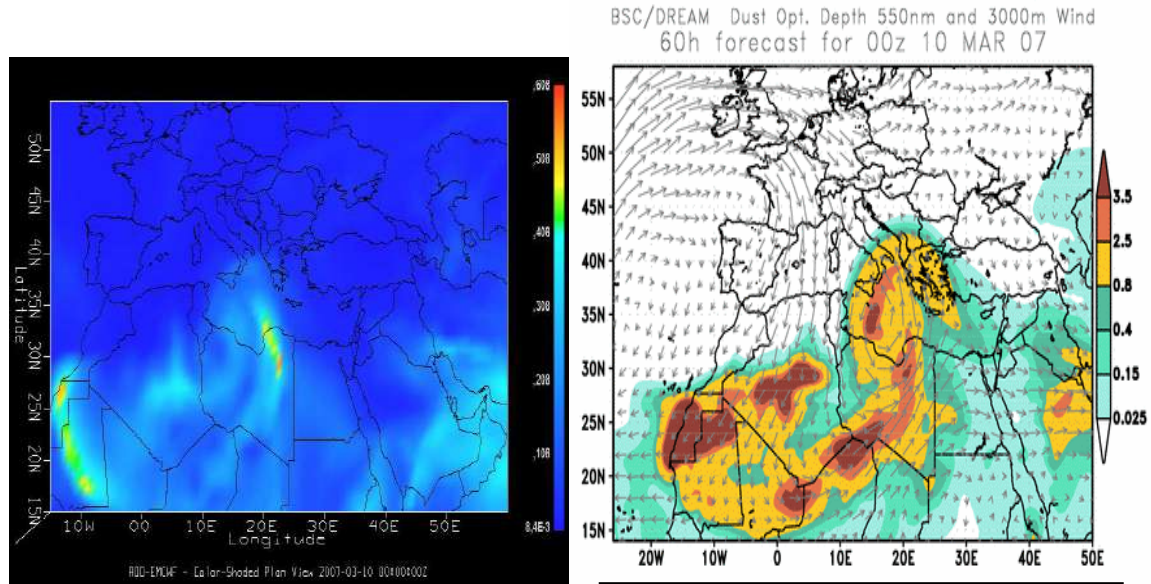
توضح الشكل (27.3) السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREAM8b حيث تكون أقصى قيمة له في أقصى الجنوب الشرقي وشمال شرقي لمالي والنيجر حيث يبلغ 3.5 أما بالنسبة للقيم المأخوذة من المركز الأوروبي ECMWF تبلغ 0.3 إلى 0.4 ، كما نلاحظ أن الرياح تحافظ اتجاهها وسرعتها تتراوح ما بين 8 و 13 م/ث.

يوضح الشكل (28.3) انتشار السمك الضوئي للغبار على أغلب مناطق جنوب الوطن والدول المجاورة في الجنوب حيث تقدر قيمة السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي ECMWF 0.408 و تقدر بواسطة النموذج DREAM8b من 0.8 إلى 3.5 تسجل أقصى قيمة للسمك الضوئي في مناطق الوسطى لشمال الصحراء بالإضافة إلى مناطق أخرى في الدول المجاورة وتبلغ أكثر من 3.5 كما نلاحظ أن رياح تحافظ على اتجاهها وتبلغ أقصى سرعة لها في مناطق الوسطى للوطن وتبلغ من 10 إلى 17 م/ث

يوضح الشكل (29.3) زيادة شدة السمك الضوئي للغبار في المناطق شمال الصحراء الجنوبية الشرقية والوسطى وأقصى الجنوب حيث تقدر قيمة السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DREAM8b من 0.8 إلى 3.5 ويقدر السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي ECMWF من 0.4 إلى 0.45، كما نلاحظ رياح قادمة من مناطق شمالية وتتجه نحو مناطق الجنوبية ثم تتجه نحو الجنوب لغربي ونحو

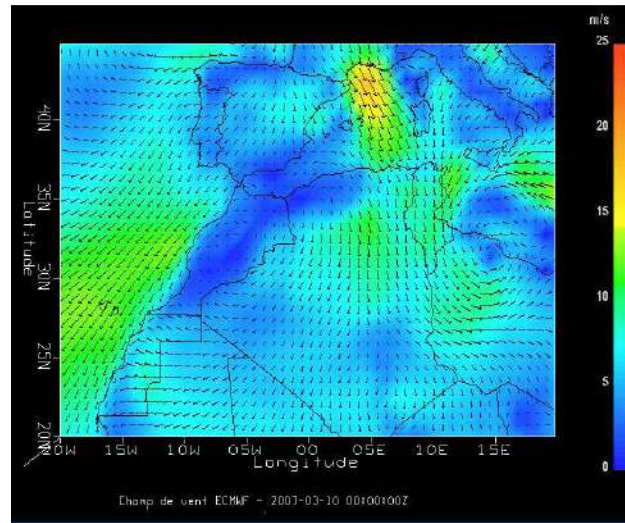
الجنوب الشرقي ثم تتجه نحو شمال ليبيا محدثة انخفاض في الضغط ، تبلغ سرعة الرياح من 8 الى 14 م/ث ونلاحظ اقصى قيمة للرياح تكون ف شمال الشرقي للصحراء وتقدر 14م/ث.

الوضع يوم 2007/03/10:



أ: السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DRAEM8b

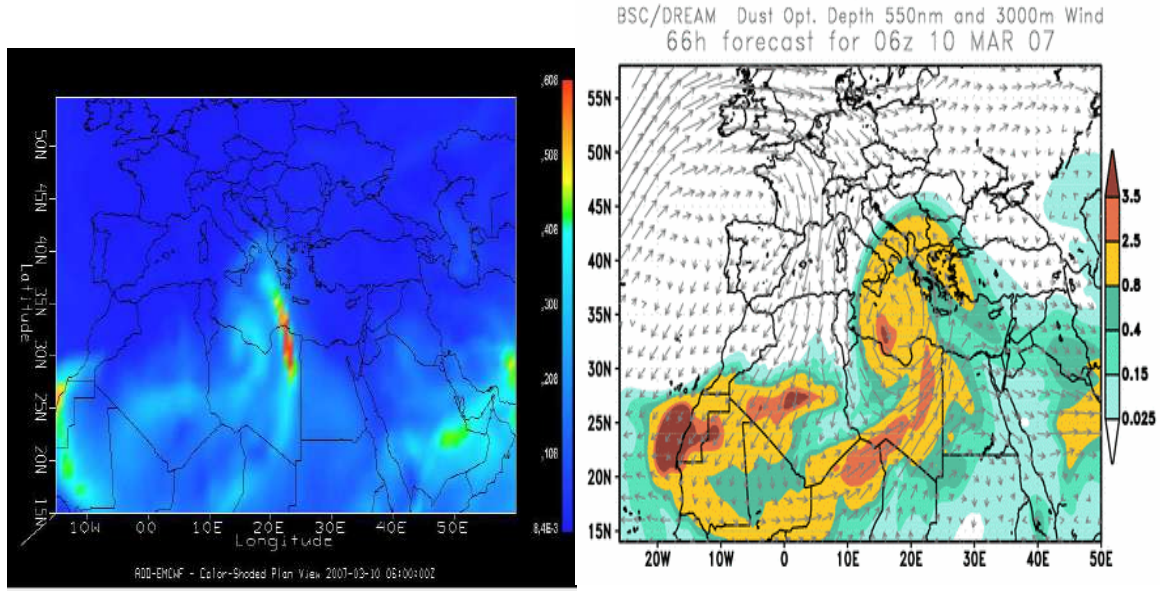
ب: السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة EMCWF



ج: سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

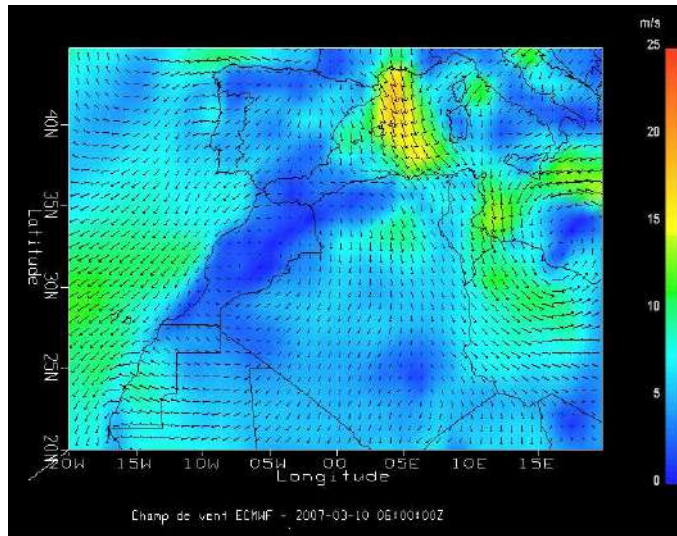
الشكل (30.3): التوزيع المكاني ل أ: السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DRAEM8b, ب: السمك الضوئي للغبار للمركز الاوروي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF, ج: سرعة الرياح

السطحية (10م) للمركز الاوروي ECMWF عند الساعة 00:00 في يوم 2007/03/10



ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي  
للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج  
DRAEM8b

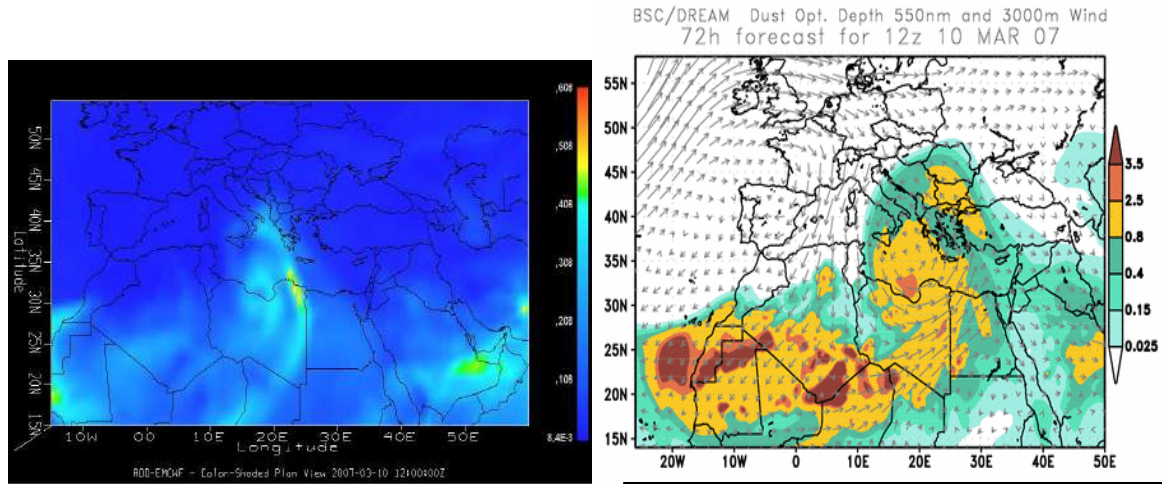


ج : سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة  
ECMWF

الشكل (31.3) : التوزيع المكاني ل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DRAEM8b, ب

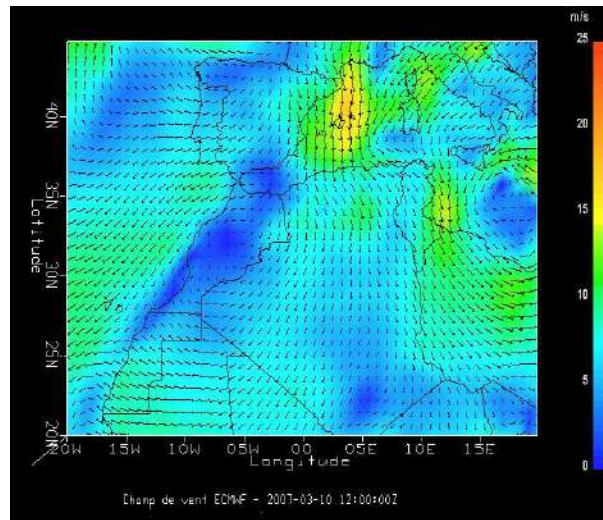
: السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF, ج: سرعة الرياح

السطحية (10م) للمركز الأوروبي ECMWF عند الساعة 06:00 في يوم 2007/03/10



ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي  
للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج  
DRAEM8b

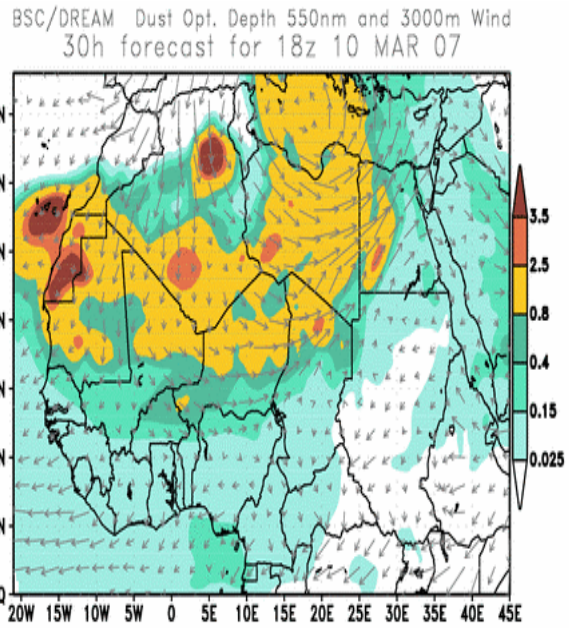
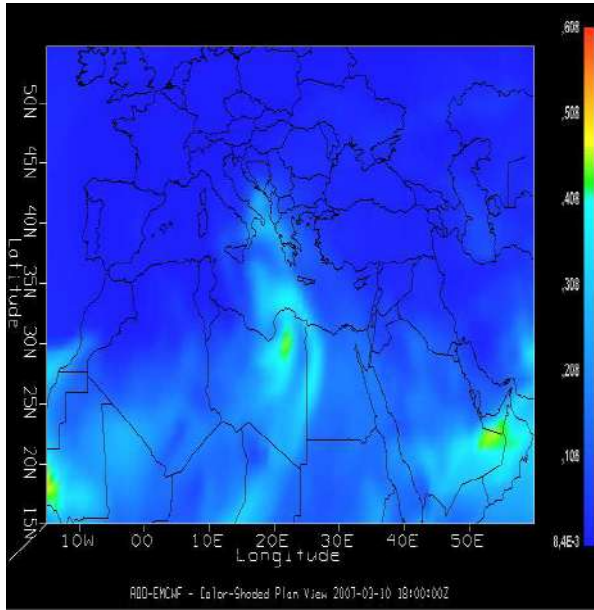


ج: سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة  
ECMWF

الشكل (32.3) : التوزيع المكاني ل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DRAEM8b, ب

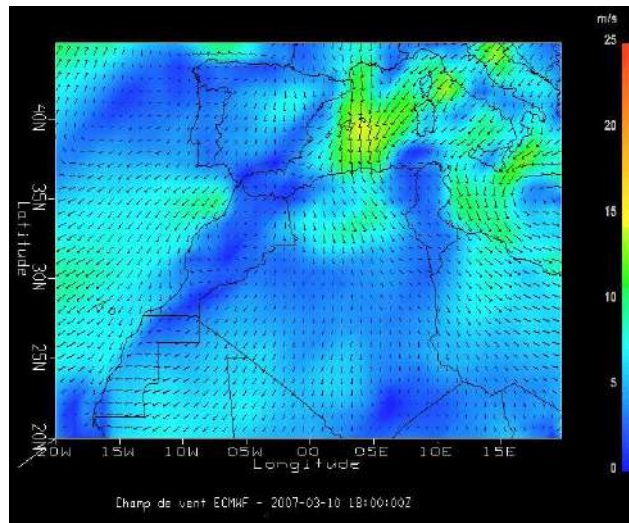
: السمك الضوئي للغبار للمركز الاوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF, ج: سرعة الرياح

السطحية (10م) للمركز الاوروبي ECMWF عند الساعة 12:00 في يوم 2007/03/10



ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي  
للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF

أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج  
DRAEM8b



ج : سرعة الرياح السطحية (10م) للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة  
ECMWF

الشكل (33.3) : التوزيع المكاني ل أ : السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DRAEM8b,

ب : السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية والمتوسطة ECMWF, ج: سرعة الرياح

السطحية (10م) للمركز الأوروبي ECMWF عند الساعة 18:00 في يوم 2007/03/10



يوضح الشكل (30.3) قيمة السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DRAEM8b وتقدر من 0.4 إلى 0.8 على مناطق الدراسة وتصل إلى 3.5 في المناطق الجنوبية الوسطى وفي كل من موريتانيا والصحراء الغربية وتقدر قيمة السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي ECMWF من 0.3 إلى 0.4 في مناطق وسط الصحراء وتصل إلى 0.5 في كل من شمال ليبيا وجنوب موريتانيا أما بالنسبة للرياح تكون سرعتها تقدر من 8 إلى 11 م/ث وتتجه من شمال نحو مناطق جنوبية شرقية وجنوبية غربية

توضح الشكل (31.3) تناقص في شدة السمك الضوئي حيث يقدر بواسطة السمك الضوئي النموذج DRAEM8b من 0.15 إلى 2.5 أما بالنسبة لمناطق الدراسة يقدر عندها 0.025 إلى 0.8 أما بواسطة المركز الأوروبي ECMWF يقدر السمك الي 0.29 في الجنوب و 0.6 في كل من شمال شرقي في ليبيا وموريتانيا ، كما نلاحظ ان سرعة الرياح تتناقص الى ما بين 7 و 10 م/ث واتجاهها تكون قادمة من شمال الغربي وتتجه نحو الجنوب الشرقي والجنوب الغربي.

توضح الشكل (32.3) السمك الضوئي للغبار بواسطة النموذج DRAEM8b ويقدر من 0.15 إلى 2.5 في أقصى الجنوب بالإضافة الى كل من ليبيا ومالي والنيجر وموريتانيا والصحراء الغربية ويقدر السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي ECMWF من 0.1 إلى 0.2 ، ونلاحظ ان سرعة الرياح تقدر من 6 إلى 10 م/ث وتحافظ على نفس الاتجاه.

توضح الشكل (33.3) السمك الضوئي للنموذج DRAEM8b ويقدر من 0.4 إلى 3.5 في مناطق الدراسة أما بالنسبة للمناطق الأخرى يقدر من 0.4 إلى 2.5 ويقدر السمك الضوئي الخاص بالمركز الأوروبي ECMWF 0.1 إلى 0.2 و يبلغ من 0.4 إلى 0.45 في الشمال الشرقي من ليبيا ونلاحظ ان الرياح تكون شمالية شرقية وتبلغ سرعتها من 5 إلى 8 م/ث .

يمثل الجدول نتائج قيم السمك الضوئي للغبار بواسطة نموذج DREAM8b السمك الضوئي للغبار

للمركز الأوروبي ECMWF سرعة الرياح للمركز الأوروبي ECMWF م/ثا.

### الجدول (2.3) نتائج التحليل المكاني لمناطق الدراسة

سرعة الرياح للمركز الأوروبي ECMWF م/ثا	السمك الضوئي للغبار للمركز الأوروبي ECMWF	السمك الضوئي للغبار بواسطة نموذج DREAM8b	التوقيت
15-10	0.075	0.15-0.25	h00:00
14-10	0.8-0.4	0.4-0.15	06 :00h
16-10	0.4-0.3	3.5-0.8	12 :00h
15-10	0.4-0.35	اكثر من 3.5	18 :00h
14-10	0.30-0.208	اكثر من 3.5	00 :00h
13-08	0.4-0.3	3.5	06 :00h
17-10	0.408	3.5-0.8	12 :00h
14-10	0.45-0.4	3.5-0.8	18 :00h
11-08	0.5-0.3	0.8-0.4	00 :00h
10-07	0.6-0.29	2.5-0.15	06 :00h
10-06	0.2-0.1	2.5-0.15	12 :00h
08-05	0.45-0.4	3.5-0.4	18 :00h

قائمة المراجع

- [01]- A.Bozlaker, J. Prospero, M. P. Fraser, S. Chellam. Quantifying the Contribution of Long-Range Saharan Dust Transport on Particulate Matter Concentrations in Houston, Texas, using Detailed Elemental Analysis. *Environmental Science & Technology*, 2013.
- [02]- Alfaro, S. C., and L. Gomes, Modeling mineral aerosol production by wind erosion: Emission intensities and aerosol size distributions in source areas, *J. Geophys. Res.*, 106(D16), 18,075–18,084. 2001.
- [03]- A.S. Goudie, N.J. Middleton; Desert Dust in the Global System; ISBN-10 3-540-32354- 6 Springer Berlin Heidelberg New York. 2001.
- [04] Basart, S., Pérez, C., Nickovic, S., Cuevas, E. & Baldasano, J.M. Development and evaluation of the BSC-DREAM8b dust regional model over Northern Africa, the Mediterranean and the Middle East. *Tellus B*, 64, 1-23 (2012).
- [05]- (Caquineau et al2002)
- [06]- -Coudé-Gaussen, G., 1984. Le cycle des poussières éoliennes désertiques actuelles et la sédimentation des loess péri-désertiques quaternaires, *Bull. Centre Rech. Explor Product. Elf Aquitaine*, 8, 167-182.
- [07]- D. BENAOUDA , simulation des émissions d'aérosols désertiques a l'échelle régionale : analyse climatologique des émissions du nord de l'Afrique , diplôme de doctorat , Université des Sciences et de la technologie Mouhmed Boudiaf-Oron ,2014.
- [08]-Dubief, J., 1953. Les vents de sable dans le Sahara Français, *Colloques Internationaux du CNRS* 35, 45-70.
- [09] Fécan, F., Marticorena, B. & Bergametti, G.. Parameterization of the increase of the aeolian erosion threshold wind friction due to soil moisture for semi arid areas, *Ann. Geophys.*, 17, 149-157 (1999).

- [10]- Ginoux P, Prospero JM, Torres O, Chin M, Long-term simulation of global dust distribution with the GOCART model: correlation with North Atlantic Oscillation, *Environmental Modelling & Software* 19 (2), 113-128.2004.
- [11] Giorgi, F. A Particle Dry-Deposition Parameterization for Use in Tracer Transport Models, *J. Geoph. Res.*, 91, 9794-9806 (1986).
- [12]- I. Tegen, I. Fung; Modeling of mineral dust in the atmosphere: Sources, transport, and optical thickness; *Journal of Geophysics* 99, p. 22,897-22,914; 1994.
- [13] Iversen JD, White BR (1982) ,Saltation threshold on Earth, Mars and Venus. *Sedimentology* 29: 111–119 ,1982.
- [14]-Janjic, Z.I., The step-mountain eta coordinate model: further developments of the convection, viscous sublayer and turbulence closure schemes, *Mon. Wea. Rev.*, 122, 927-945. 1994.
- [15]-Marticorena, B., and Bergametti, G.: Modeling the atmospheric dust cycle: 1. Design of a soil-derived dust emission scheme, *J. Geophys. Res.*, 100, 6415-16430, 1995.
- [16] MARTINY.N.ROUCAUP.POHL B , XVIIIe colloque de l'association internationale de climatologie , Liege, 2015.
- [17]- (Mikami et al2005)
- [18]- N. Mahowald, K. Kohfeld, M. Hansson, Y. Balkanski, S. Harrison, C. Prentice, M. Schulz, H. Rodhe, 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. *Journal of Geophysical Research*, 104, 15895-15916, 1999.
- [19] Nickovic, S., Papadopoulos, A., Kakaliagou, O. & Kallos, G. Model for prediction of desert dust cycle in the atmosphere. *J. Geophys. Res.*, 106, 18113-18129 (2001).
- [20] Oumar DIOP, Détection de nuage de poussière dans les images Météosat à l'aide des attributs

de textures et de la fusion de segmentation : application à la zone sahélienne du continent

Africain, diplôme de doctorat, Ecole doctorale Matisse ,Rennes,2007.

[21]- Organisation Météorologique Mondiale (O.M.M), 1966. Vocabulaire Météorologique International. 182, TP.91, 276 p.

[22]- Organisation Météorologique Mondiale (O.M.M), 1956. Atlas International des Nuages. Volume 1. 165 p.

[23] Pérez, C., Nickovic, S., Baldasano, J. M., Sicard, M., Rocadenbosch, F. & Cachorro, V. E. A long Saharan dust event over the western Mediterranean: Lidar, Sun photometer observations, and regional dust modeling, J. Geophys. Res., 111, D15214, doi:10.1029/2005JD006579 (2006a).

[24] Pérez, C., Nickovic, S., Pejanovic, G., Baldasano, J. M. & Özsoy, E. Interactive dust-radiation modeling: A step to improve weather forecasts, J. Geophys. Res., 111, D16206, doi:10.1029/2005JD006717 (2006b).

[25]- Rashidi M, Hetsroni G, and Banerjee S, "Particle-turbulence interaction in a boundary layer," International Journal of Multiphase Flow, vol. 16, no. 6, pp. 935–949, 1990.

[26] R. Bagnold; The Physics of Blown Sand and Desert Dunes; Proceedings of the Royal Society A 225 49; 1954

[27] Shao, Y., Raupach, M. R., Findlater, P. A.: Effect of Saltation Bombardment on the Entrainment of Dust by Wind. J. Geoph. Res., 98, 12719-12726 (1993).

[28]-Taylor. D.A. Dust in the wind. Environ Health Perspect. 110(2): A80-7. 2002.

[29]-Todd M. C., R. Washington, J. V. Martins, O. Dubovik, G. Lizcano, S. M'Bainayel, and S. Engelstaedter, 2007 : Mineral dust emission from the bodele depression northern chad, during bodex 2005. J. Geophys. Res., 112, D06207.

[30] Slinn, W.G.N. Predictions for particle deposition to vegetative canopies, Atmos. Environ., 16, 1785-1794 (1982).

[31] W. G.N. Slinn, "Predictions for particle deposition to vegetative canopies," Atmospheric Environment, vol. 16, no. 7, pp. 1785–1794, 1982.

[32] Y. Shao, A. H. Fink, and M. Klose, "Numerical simulation of a continental-scale Saharan dust event," Journal of Geophysical Research, vol. 115, no. 13, 2010.

[33] د.محمد جمال الدين الفندي, الطبيعة الجوية, مكتبة الفلاح, الكويت, الطبعة الثانية, 1977, ص, 268.

[34] د.علي محمد الدوسري, ظاهرة الغبار محليل اقليمي عالميا معهد الكويت للابحاث العلمية مركز ابحاث البيئة, والعلوم الحياتية, الكويت, الطبعة الاولى, السنة 2018, ص, ص, ص, ص, (21), (22), (23), (24).

[35] Mémoire MASTER ACADEMIQUE, AMRANE Afaf HAMDIA Safa , Simulation numérique du cycle de vie d'unetempête de sable et de poussière Université KASDI Merbah d'Ouargla, 2016/2017.

[36] Mémoire MASTER ACADEMIQUE -Belkhir HEBBAL -Nadjib TALBI , Etude spatio-temporelle des événements de poussière et de sable sur le Sud Algérien. Validation avec l'indice de poussière IDDI Université KASDI Merbah d'Ouargla. 2017/2016

ملخص: يهدف هذا العمل الى دراسة فعالية نموذج التنبؤات الطقسية DREAM لمحاكاة ظاهرة غبارية على المناطق الصحراوية. تم اجراء تحليل مكاني وزماني على اساس تركيز وسماكة الغبار (AOD) للنموذج DREAM. يتم التحقق من صحة النتائج من خلال بيانات المراقبة الارضية وكذلك بيانات المركز الاوربي للتنبؤات الطقسية المتوسطة المدى ECMWF. اظهرت النتائج قدرة النموذج DREAM على اعادة انتاج دورة الحياة للغبار على المناطق الصحراوية.

الكلمات المفتاحية : DREAM-8b ، الرياح ، التركيز ، AOD

**Resumé:** Le présent travail est basé sur une étude de performance d'un modèle de prévision météorologique DREAM -8b à simuler un événement de sable et de poussières sur les régions désertiques. Une analyse spatio-temporelle basée sur la concentration de sable ainsi que l'épaisseur optique des aérosols (AOD) simulés par le modèle est effectuée. Les résultats sont validés par des données d'observation au sol ainsi qu'aux données réanalysées du centre (ECMWF). Les résultats montrent que le modèle est capable de reproduire d'une façon satisfaisante le cycle de vie des poussières sur les régions étudiées.

**Mots cle :** DREAM-8b ,vent ,concentracion ,AOD

**Abstract :** The present work is based on a performance study of the weather and forecast model DREAM-8b on simulating a dust event on desert regions. A spatial and temporal analysis based on the dust concentration as well as the aerosol optical thickness (AOD) simulated by the model is performed. The results are validated by ground-based observations data as well as reanalysis data from the European center for medium range forecast (ECMWF). The results show that the model is able to reproduce in a satisfactory way the life cycle of the dust on the studied regions.

**Keywords:** DREAM-8b, wind, concentracion, AOD