

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء



مذكرة تخرج لنيل شهادة **ماستر أكاديمي**

المجال : علوم المادة

الفرع : فيزياء

التخصص : فيزياء الأرصاد الجوية

من إعداد الطالبتين

عباس بلقيس

حمدي مريم

بعنوان

الأنماط السيнопتيكية المولدة للعواصف الغبارية والرملية فوق
الصحراء الجزائرية

وأجيزت علنا بتاريخ: 2020/10/01 أمام اللجنة المكونة من الأساتذة :

رئيسا	جامعة قاصدي مرباح	أستاذ مساعد قسم أ	بن مبروك لزه
مشرفا	جامعة قاصدي مرباح	أستاذ محاضر قسم ب	فقيه عبد العالي
مناقشا	جامعة قاصدي مرباح	أستاذ مساعد قسم أ	ناقص محمد الطاهر
مناقشا	جامعة قاصدي مرباح	أستاذ مساعد قسم أ	هبال بلخير

السنة الجامعية: 2020/2019

الاهداء

الحمد لله حمدا كثيرا طيبا مباركا فيه سبحانه لا نخطي ثناء عليك انت كما اثنيت على نفسك، خلقت فابدعت واعطيت فافضت فلا حصر لنعمتك ولا حدود لفضلك وصلى الله على اشرف، عبادك واكمل خلقك وبعد اهدي هذا العمل المتواضع الى ملاكي الحارس اُمي وبطل طفولتي ابي حفظهما الله الى من حبههم يجري في عروقي ويلهج بذكرهم فوادي إخوتي الغالين

(محمد العربي ، محمد تقي الدين ، صلاح الدين ، ريجانة)

الى اختي الكبرى وسندي دائما سعيدة وزوجها محمد الصغير

الى من سرنا سويا نشق الطريق معا نحو النجاح الى من تكاتفنا يدا بيد نمد جسور الود والحب اصدقائي
الأعزاء ...

الى من علموني حروفا من ذهب وصاغوا لي من علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لنا مسيرتنا
أساتذتي الكرام...

الى رمز الوفاء وفخر الاخوة صديقتي مريم حمدي وفقكي الله في بقية المشوار

الى كل من يبحث عن المعرفة بين ثنايا هذه المذكرة الى كل من نساه قلبي ولم ينساه قلبي

أهديكم هذا العمل راجين من المولى عز وجل القبول والنجاح .

” بلقيس ”

الاهداء

قال تعالى (وقل إعملوا فسير الله عملكم ورسوله والمؤمنون) صدق الله العظيم

إلهي لا تطيب الدنيا إلا بذكرك ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك ولا تطيب الجنة إلا
برؤية وجهك جل وعله

الى من بلغ الرسالة وادى الأمانة ونصح الأمة الى نبي الرحمة

صلى الله عليه وسلم

الى من كلفه الله بالهيبه والوقار الى من أحمل اسمه بكل إفتخار أشكر الله أن مد
في عمرك لترى ثمار قد حان قطافها بعد طول إنتصار وستبقى كلمات اهتدي بها الى والدي
العزیز

الى ملاكي في الحياة الى معنى الحب والحنان الى كل من كان دعائها سر نجاحي
وحنانها

بلسم جراحي أُمي الحبيبة

الى زوجي العزيز كريم وعائلته عائلتي الثانية والى مولودي الذي انتظر لقائه قريبا

الى أخي موسى رفيق دربي وزوجته الغالية عيبر

والى أختي العزيزة أمانى والى ام ابرار وفقهم الله في حياتهم .

مريم

شكر و تقدير

نشكر الله عز وجل الذي بتوفيق منه وبفضل منه تمكنا من
إنجاز هذه المذكرة .

نتقدم ب العرفان والشكر الجزيل الى الاستاذ المشرف
الدكتور

فقيه عبد العالي لما منحه لنا من وقت وجهد وتوجيه
كذلك نتقدم بجزيل الشكر والامتنان العظيم والتقدير العميق
الى الأستاذ هبال بلخير.

كما نتوجه بخالص الشكر الى كافة أساتذتنا الكرام بقسم
الفيزياء تخصص أرساد جوية بجامعة قاصدي مرباح ب
ورقلة

والى كل من سعدنا من قريب او بعيد ولو بكلمة او دعوة
صالحة .

مريم

بلقيس

قائمة المحتويات

2.....	الاهداء
iii.....	شكر تقدير
viii.....	قائمة الأشكال
x.....	قائمة الجداول
vii.....	قائمة الإختصارات
xiii.....	قائمة الرموز
1	مقدمة عامة
3	الفصل الاول
3	1.1. المقدمة
5	2.1. الفضاء الصحراوي
5	3.1. الغبار
6	1.3.1. انواع الغبار
6	1.1.3.1. الغبار العالق
6	2.1.3.1. الغبار المتصاعد
6	3.1.3.1. العاصفة الغبارية
6	4.1.3.1. العاصفة الرملية
7	2.3.1. مصادر الغبار على المستوى العالمي وشمال افريقيا
7	1.2.3.1. على المستوى العالمي
8	2.2.3.1. على مستوى شمال إفريقيا
9	3.3.1. أهم المناطق الصحراوية التي قد تكون مصدر للغبار

10	..... الظروف المساعدة في حدوث الغبار .4.3.I
11	..... الحالات السينوبتكية المصاحبة لتطير الرمال .4.I
11	..... الرياح .1.4.I
13	..... الحركة العامة للرياح .1.1.4.I
13	..... الدورة العامة للرياح .2.1.4.I
14	..... أنواع الرياح .3.1.4.I
14	..... الرياح الدائمة .1.3.1.4.I
15	..... الرياح التجارية .1.1.3.1.4.I
15	..... الرياح العكسية/الغربية .2.1.3.1.4.I
15	..... الرياح القطبية .3.1.3.1.4.I
15	..... الرياح الموسمية .2.3.1.4.I
16	..... الرياح المحلية .3.3.1.4.I
16	..... طريقة قياس الرياح .4.1.4.I
16	..... اتجاه الرياح .1.4.1.4.I
16	..... سرعة الرياح .2.4.1.4.I
18	..... الرياح الأفقية : .2.4.I
19	..... مدى الرؤية الأفقية .1.2.4.I
19	..... العوامل التي تؤثر على مدى الرؤية الأفقية : .2.2.4.I
20	..... من وسائل القياس الإستشعار عن بعد : .3.4.I
20	..... السمك الضوئي : .1.3.4.I

20	..... مؤشر الهباء <i>AAI</i> :
21	..... مؤشر الهباء <i>IDDI</i> :
23	..... درجة الحرارة :
23	..... الرطوبة النسبية :
24	..... الامطار :
24	..... الجبهات وعلاقتها بالرياح.
24	..... الجبهات
25	..... تكون الكتل والجبهات الهوائية
27	..... المرتفعات الجوية
28	..... المنخفضات الجوية
29	..... الفصل الثاني
30	..... مقدمة :
31	..... تعريف الرمال
31	..... آلية نقل جزيئات الغبار والرمل
33	..... عملية تطاير الرمال
33	..... (la reptation) : الزحف
34	..... (la saltation) : القفز (الوثب)
35	..... (la suspension) : التعليق
36	..... فيزيائية انتقال ذرات الغبار
37	..... الظروف الديناميكية في بداية الرياح الرملية
42	..... الشروط الحرارية
44	..... آليات الترسيب

44	..... الترسيب الجاف .1.2.3.3.II
44	..... الترسيب الرطب.2.2.3.3.II
46	..... الفصل الثالث
47	..... المقدمة .1.III
48	..... عرض منطقة الدراسة.2.III
49	..... أهم الخصائص الجغرافية.1.2.III
49	..... المعطيات والادوات المستعملة.....3.III
50	..... معطيات الملاحظة ..1.3.III
53	..... معطيات إعادة التحليل المركز الاوروبي .2.3.III
53	..... تعريف اعادة تحليل الأرصاد الجوية .....1.2.3.III
53	..... أنواع إعادة التحليل .....2.2.3.III
54	..... ادوات القياس.....3.3.III
54	..... برنامج GRADS.....1.3.3.III
55	..... النتائج والتحليل :
82	..... خاتمة
84	..... قائمة المصادر و المراجع
88	..... ملخص

قائمة الأشكال

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
الفصل الأول : أنماط الرياح ودورة الغبار في الغلاف الجوي		
5	الشكل I.1: صورة توضح فضاء صحراوي	01
5	الشكل I.2: صورة توضح الغبار	02
7	الشكل I.3: صورة توضح مصادر الغبار على مستوى العالم	03
9	الشكل I.4: صورة توضح أماكن الغبار في شمال إفريقيا	04
10	الشكل I.5: الصورة توضح أهم المناطق الصحراوية	05
10	الشكل I.6 : الحالات السينوبتيكية المصاحبة لتطير الرمال	06
11	الشكل I.7: صورة لانحراف الرياح العامة	07
12	الشكل I.8: صورة توضح اتجاه الرياح حول مراكز الضغط المرتفع ومراكز الضغط المنخفض في نصفي الكرة الأرضية	08
13	الشكل I.9: صورة توضح الحركة العامة للرياح	9
14	الشكل I.10: صورة تمثل الدورة العامة للرياح	10
17	الشكل I.11: وردت رياح بسيطة لتوضيح نسب هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة في الشتاء والصيف	11
18	الشكل I.12: دوارة رياح مركبة	12

21	الشكل I.13: المخطط الانسيابي لمؤشر الغبار <i>IDDI</i>	13
22	الشكل I.14: المبدأ الفيزيائي للكشف عن الغبار في <i>IRT</i>	14
26	الشكل A.15: خريطة تظهر شروط حدوث عاصفة غباري	15
27	الشكل A.16: الصورة تمثل الوضع الشامل لعاصفة ترابية فوق الصحراء الجزائرية	16
الفصل الثاني : العمليات الفيزيائية المرتبطة بتطاير الرمال		
31	الشكل II.1: صورة رمال (1)	1
32	الشكل II.2: آلية نقل جزيئات الغبار والرمل	2
34	الشكل II.3: عملية الزحف [2] (<i>la reptation</i>)	3
34	الشكل II.4: عملية القفز [10] (<i>la saltation</i>)	4
35	الشكل II.5: عملية التعليق [10] (<i>la suspension</i>)	5
38	الشكل II.6: صورة توضح توازن القوى التي تتعرض لها حبة رمل ذات القطر D_P تحت إجهاد القص [10] τ	6
39	الشكل II.7: تمثيل تأثير التربة على تدفق الهواء وإجهاد القص τ الذي يمارسه التدفق على الأرض [2]	7
43	الشكل II.8: قوة الاحتكاك بدلالة الاستقرار الحراري للـ <i>CLS</i> منحني الرياح العمودي وفقا لظروف الاستقرار .	8
الفصل الثالث : جرد العواصف الغبارية في فترة الدراسة		
48	الشكل III.1: منطقة الدراسة موضحة باللون البرتقالي (المصدر <i>ONM</i>)	1

55	الشكل. III. 2. برنامج GRADS	2
56	الشكل. III. 3. : خرائط الضغط ودرجة الحرارة (T-Td) على مستوى السطح (2016/04/01)	3
56	الشكل. III. 4. : خرائط الضغط ودرجة الحرارة (T-Td) على مستوى السطح (2016/04/02)	4
57	الشكل. III. 5. : خرائط الضغط ودرجة الحرارة (T-Td) على مستوى السطح (2016/04/03)	5
57	الشكل. III. 6. : خرائط الضغط ودرجة الحرارة (T-Td) والرياح على مستوى السطح (2016/04/04)	6
58	الشكل. III. 7. : خرائط الضغط ودرجة الحرارة (T-Td) والرياح على مستوى السطح (2016/04/05)	7
59	الشكل. III. 8. : خرائط سرعات حقول الرياح على مستوى السطح (2016/04/05-01)	8
60	الشكل. III. 9. : خرائط الارتفاع الجهدي والرياح ودرجة الحرارة عند مستوى 500mb	9
61	الشكل. III. 10. : خرائط الارتفاع الجهدي ، درجة الحرارة ، الرياح عند مستوى 500mb (2016/04/02)	10
61	الشكل. III. 11. : خرائط الارتفاع الجهدي الرياح ودرجة الحرارة لمستوى 500mb (2016/04/03)	11
62	الشكل. III. 12. : خرائط الارتفاع الجهدي الرياح درجة الحرارة لمستوى 500mb (2016/04/04)	12
62	الشكل. III. 13. : خرائط الارتفاع الجهدي ، درجة الحرارة ، الرياح لمستوى 500mb (2016/04/05)	13
64	الشكل. III. 14. : خرائط الرياح و الرطوبة النسبية لمستوى 850 mb (01/04/2016)	14

65	الشكل 15..III: خرائط الرياح والرطوبة النسبية لمستوى 850 mb (02/04/2016)	15
66	الشكل. III. 16: خرائط الرياح والرطوبة النسبية لمستوى 850 mb (03/04/201)	16
67	الشكل III.17: خرائط الرياح والرطوبة النسبية لمستوى 850mb (2016/04/04)	17
68	الشكل III.18: خرائط الرياح والرطوبة النسبية لمستوى 850 mb (05/04/2016)	18
70	الشكل III. 19: خرائط الضغط لمستوى السطح (2002/11/15)	19
71	الشكل. III. 20. خرائط درجات الحرارة (T-Td) لمستوى السطح (2002/11/15)	20
72	الشكل. III. 21: خرائط حقول الرياح لمستوى السطح (2002/11/15)	21
74	الشكل III. 22: خرائط الارتفاع الجهدي و درجة الحرارة والرياح لمستوى 500mb (2002/11/15)	22
76	الشكل III. 23: خرائط الرياح لمستوى 850 mb (2002/11/15)	23
77	الشكل. III. 24: خرائط الرطوبة النسبية لمستوى 850mb (2002/11/15)	24

قائمة الجداول

الفصل الثاني : العمليات الفيزيائية المرتبطة بتطاير الرمال والغبار		
الصفحة	العنوان	الجدول
36	سرعة عتبات رفع الغبار لمختلف البيئات الصحراوية	الجدول 1.II
41	يبين عتبة سرعة الاحتكاك u_{*t} وعتبة السرعة المتوسطة u_t بدلالة سطح الأرض	الجدول 2.II
44	يبين معدلات الاحتكاك بدلالة الاستقرار الحراري لل CLS لقيم مختلفة من متوسط سرعات الرياح	الجدول 3.II
الفصل الثالث : جرد العواصف الغبارية في فترة الدراسة		
49	الخصائص الجغرافية لمحطات الدراسة	الجدول 1.III
50	جرد العواصف الترابية في فترة الدراسة 1996 الى 2019	الجدول 2.III
79	المقارنة بين نتائج الملاحظة ونتائج تحليل المركز الاوروبي لتنبؤات الطقسية	الجدول 3.III

قائمة الاختصارات

التسمية باللغة العربية	التسمية باللغة الاجنبية	اختصار
اللجنة الغير حكومية لخبراء الطقس	Groupe d'experts Intergouvernemental sur L'Evolution du Climat	GIEC
منطقة التقارب المداري	Zone Converge Inter-Tropicale	Z. C. I. T
مؤشر غبار الفرق بالأشعة تحت الحمراء	Infrared Difference Dust Index	IDDI
الطبقة الحدودية للسطح	Couche Limite de Surface	CLS
المنظمة العالمية للأرصاد الجوية	Organisation Météorologique Mondiale	OMM
مؤشر امتصاص الهباء الجوي	Absorbing Aerosol Index	AAI
مطياف خرائط الأوزون الكلي	Total Ozane Mapping Spectrometer	TOMS
الأشعة تحت الحمراء الحرارية	Infra-Rouge Thermique	IRT
الأشعة تحت الحمراء	Infra-Rouge	IR
برنامج مراقبة ومعالجة المعطيات المناخية	CLImate COMputing	CLICOM
الديوان الوطني للأرصاد الجوية	Office National de la Météorologique	ONM
قمر صناعي أوروبي	/	METEOSAT
المركز الأوروبي للتنبؤات الطقسية المتوسطة المدى	European Centre for Medium- range Weather Forecasts	ECMWF

قائمة الرموز

الوحدة	تسمية الرموز	الرمز
Pa	قوة الاحتكاك على السطح	$\vec{\tau}$
Pa	الثقل	\vec{p}
N	قوة التماسك بين الجزيئات	\vec{lp}
N	القوى الشعرية	\vec{Fc}
m	قطر حبة الرمل	D_p
N	القوة الناتجة عن الحركة الميكانيكية للرياح	\vec{Fu}
N	القوة الناتجة	\vec{Fr}
m/s	متوسط عتبة رياح السطح المطلوبة لرفع الجزيئات	μ_z
m/s	متوسط الرياح الأفقية (م/ث) على ارتفاع (Z)	$u_{(z)}$
m/s	سرعة الاحتكاك (م/ث) وعادة ما تعطى ب (سم / ث)	u_*
بدون وحدة	ثابت فون كارمان $K=0.38$	k
P	معامل اللزوجة الحركية للهواء	μ_a
kg/m^3	الكتلة الحجمية للهواء	ρ_{air}
Pa	خشونة السطح	Z و Z_0
m/s	عتبة سرعة الاحتكاك	u_{*t}
بدون وحدة	معامل تجريبي دون بعد	A
Kg/m^3	الكتلة الحجمية للجسيمات	ρ_p
بدون وحدة	عدد رينولدز	R_t
m^2/s	اللزوجة الحركية للهواء	ν_{air}
W	تدفق الحرارة المضطرب	Q_0
m	الطول الخاص ب (Monin-Obukhov)	L
m/s	تسارع الجاذبية	g
بدون وحدة	معامل الاستقرار (Monin-Obukhov)	Z
I	الإشعاع الضوئي لمصدر ضوئي قبل اختراق وسط معين	$I_0(\lambda)$

I	قيمة الإشعاع بعد اختراق الوسط	$I(\lambda)$
Pa	الجزء الضائع عبر الوسط عن طريق الامتصاص والانتشار	$\tau(\lambda)$
بدون وحدة	الشعاع المسترجع على طول الموجة المقاسة	I_{MEAS}
بدون وحدة	الشعاع المسترجع على طول الموجة المحسوبة	I_{CAL}

مقدمة

مقدمة عامة

عندما خلق الله تعالى الأرض، جعل فيها تنوعاً مذهلاً في البيئات بما يتناسب مع طبيعة الكائنات التي تعيش فيها، وتعدّ البيئة الصحراوية من أكثر البيئات الحيوية، فالبيئة الصحراوية تتميز بالجفاف الشديد وقلة الموارد، خصوصاً الموارد المائية التي تكاد تكون معدومة في معظم مناطقها، وقليلة جداً في بعضها، وذلك بسبب قلة تساقط الأمطار فيها، وطبيعة تربتها التي لا تستطيع الاحتفاظ بالمياه لفترةٍ طويلة، وهذا انعكس بطريقةٍ مباشرة عليها، وأصبحت جافة وقاحلة (2) .

تقع الصحاري على مستوى العالم في المنطقة المدارية حيث أنها تتميز بدرجات حرارة مرتفعة لأنها تمتص حرارة الشمس، وتكون سرعة الرياح فيها مرتفعة لعدم وجود عوائق كالنباتات والأشجار وغيرها، والترربة الجافة أيضاً مما يؤدي إلى نقل كميات كبيرة من الأتربة، وينتج عنها ما يطلق عليه بالعواصف الترابية أو الرياح الرملية. تكتسي دراسة العواصف الرملية أو الغبارية أهمية بالغة من الناحية الاقتصادية والاجتماعية وذلك مما تسببه هذه الظواهر من تأثير على نوعية الهواء وظهور بعض الأمراض التنفسية وحساسية العيون كما تسبب هذي الظواهر إعاقة في عجلة التنمية في القطاعات الاستراتيجية كالنقل الجوي والبري والزراعة والأشغال العمومية، كما له العديد من الإيجابيات أهمها أنها تساهم في تشكل الأمطار، لأن قطيرات الماء في الغلاف الجوي لا يمكن ان تتشكل من تلقاء نفسها ولكن على جزيئات الغبار، والتي يمكن ان يتراوح حجمها من بضعة نانومترات إلى بضعة ميكرو نات [1] .

حيث اعتمدنا في دراستنا على معطيات مناخية لحالات العواصف الترابية المرصودة عبر محطات الأرصاد الجوية للجنوب الشرقي و المتمثلة في (ورقلة، الوادي، حاسي مسعود، غرداية، تقرت، المنيعه، إليزي) خلال الفترة الممتدة من 1996 إلى 2019 ثم دراسة الأنماط السينوبتيكية المولدة لهذه الظواهر وذلك بتحليل خرائط الضغط و الرياح السطحية و خرائط الارتفاع الجهدى و حقول الرياح للمستويين 500mb و 800mb مستعملين في ذلك معطيات اعادة التحليل ERA-interim للمركز الاوروبى للتنبؤات الطقسية المتوسطة المدى. تحتوي هذه المذكرة على أربعة فصول. تناولنا في الفصل الأول أنماط الرياح و دورة الغبار في الجو، كما أبرزنا من خلال الفصل الثاني العمليات الفيزيائية المتعلقة بدورة الغبار في الغلاف الجوي، كما خصص

الفصل الثالث للطريقة و المناطق المستهدفة للجرد حالات العواصف الترابية ليتم في الفصل الرابع عرض النتائج و تحليلها.

و في الأخير قمنا بتقديم خلاصة عامة لما توصلنا اليه من استنتاجات و توصيات.

الفصل الاول:

انماط الرياح ودورة الغبار في
الغلاف الجوي

انماط الرياح ودورة الغبار في

الغلاف الجوي

1.1. دراسات سابقة :

إن الصحراء أكبر مناطق العالم ، حيث تقع أكبر الصحاري في إفريقيا في جزئها الشمالي بمساحة قدرها 9065000 كم ابتداء من المحيط الأطلسي في الغرب إلى البحر الأحمر في الشرق بطول 4830 كم ، وبين البحر الأبيض المتوسط من الشمال وجبال الأطلس إلى وادي نهر النيجر و السودان من الجنوب بعرض 1930 كم [2] .

يغلب على هذه المناطق ندرة الغطاء النباتي لذا تنشط العمليات الريحية في المنطقة وتحرك الرياح حبيبات الرمل والغرين والطين حسب التصنيف الحجمي من التربة السطحية لتكون رواسب ريحية أو تدرجها على هيئة عواصف رملية وغبارية لمسافات بعيدة .إن العاصفة الرملية أو الغبارية هي مجموعة حبيبات رملية وغرينية وطينية معدنية المصدر في الأغلب عالقة في الهواء بارتفاع قد يصل الى عدة مئات من الأمتار ويعرض عشرات وأحيانا مئات الكيلومترات ،وبدرجة تركيز تختلف وفقا : لجهة القوم ، سرعة الرياح ، جفاف المصدر [3] .

تحدث هذي الأخيرة من خلال هجوم متكرر وعشوائي من جزئيات الرمال والغبار على سطح الأرض .

وقد بينت بعض الدراسات العلاقة بين شدة الرياح ومقدار التربة المنقولة بواسطة التعرية الريحية كما ان هناك مؤثرات خارجية وداخلية لحدوث العواصف الترابية منها ذات تأثير مباشر ،مثل تأثير العناصر المناخية ذات الأثر المباشر في زيادة نسب تكرار حدوثها في الجو .

وقد ادى الاستخدام السيئ للأراضي عبر استخدام المصادر الطبيعية إضافة إلى الظروف المناخية من طقس حار وجاف ورياح سائدة شديدة ، إلى تكون انواع متعددة من مظاهر تدهور التربة وتعزى كلها إلى مشكلات إقليمية ومحلية متصلة . إلا إن أهم الانواع التي لوحظت هي :

المعدلات العالية من نحت التربة والتدهور الشديد للغطاء النباتي وازدياد ظاهرة حركة الرمال والغبار

(زحف ، وقفز ، وتعليق ،) وتكون حقول كثبان رملية جديدة وتتحوّل الفرشات الرملية الثابتة الى متحركة .

والذي زاد اهتمامنا هي ظاهرة الغبار في الآونة الاخيرة حيث يلعب هذا الاخير دورا مهما في المناخ

العالمي .

من خلال تداخله في التأثير بدورة التوازن الاشعاع الشمسي في الغلاف الجوي ، اضافة الى هذا يمثل سطحاً تفاعلياً لأنواع عدة من الغازات في الغلاف .

ان الغبار يلعب بلا شك دوراً فعالاً في الكثير من العمليات البيوكيميائية في عالم البحار وغيرها ، وبالرغم

من ان الدراسات التي تناولت أهمية الغبار وخواصه ، على مستوى الصحراء الجزائرية ودراسة السلوك الزمني والمكاني له احرزت تقدماً ملحوظاً ، الا ان الدراسات التي تناولت تحديد مصادره على مستوى العالمي او الاقليمي والعوامل البيئية التي تؤثر على تكون الغبار في هذه المصادر والظواهر المناخية ، المؤثر على انتشاره وحركته والأنماط السينوبتيكية المتدخلة في هذا كانت اقل تطرقاً في الأبحاث العلمية السابقة [3].

وقد كانت ملاحظتنا لدراسات سابقة في ما يخص موضوع الدراسة الزمنية والمكانية لسلوك وتوزيع ومصادر الزوابع الرملية والترابية على بعض المناطق الصحراوية على نطاق الجنوب الشرقي الجزائري ، في مدة قدرها 22 سنة .

(1996-2017) حيث تم الاستخلاص في الاخير ان نشاط الزوابع الرملية والترابية اعظمي في فصل

الربيع ما بين شهر مارس وشهر ماي وفي سنوات 2002 و 2004 و 2006 كما ان الرياح تكون شمالية غربية [2] .

وفي دراسة اخرى لفاعلية نموذج التنبؤات الطقسية DREAM لمحاكاة ظاهرة غبارية لعاصفة ترابية شديدة من

3 الى 7 مارس 2004 على المناطق الصحراوية . اظهرت النتائج قدرة النموذج DREAM على

اعادة انتاج دورة الحياة للغبار على المناطق الصحراوية وتحديد الظروف الجوية التي ميزت هذا الحدث مثل الرياح من حيث السرعة والاتجاه [4] .

2.I. الفضاء الصحراوي

الصحراء هي منطقة قاحلة حيث المطر قليل جدا ، وبالتالي ظروف الطقس معادية للحياة النباتية والحيوانية . وان انعدام الغطاء النباتي في الصحراء يعرض سطحها لعمليات التعرية ، حوالي ثلث سطح اليابسة في العالم قاحل أو شبه قاحل وتصف الصحاري حسب كمية الأمطار التي تسقط فيها أو درجة الحرارة التي تسودها .



الشكل 1.I: صورة توضح فضاء صحراوي (1)

3.I. الغبار

يحتوي الغلاف الجوي كميات ضخمة من ذرات الغبار الدقيقة جدا ، والذي يعرف على أنه عبارة عن حبيبات غبارية غير متماسكة تتراوح أقطارها بين (0.05-100) مايكرومتر والدقائق الصغيرة التي تقل أقطارها عن (1) مايكرومتر تبقى عالقة في الجو لفترات تصل الى عدة ايام ، وترتفع مئات الامتار عن السطح وتقل أقطار الدقائق المكونة للغبار كلما ارتفعت الى الأعلى [5][6] .



الشكل 2.I: صورة توضح الغبار (1)

1.3.I. أنواع الغبار

وهي من بين اهم العوامل التي تؤدي الى خفض مدى الرؤية ، يقسم حالات الغبار الى عدة انواع اعتمادا على مدى الرؤية ، وسرعة الرياح .

1.1.3.I. الغبار العالق

هي دقائق صغيرة خفيفة الوزن تكون أقطارها أقل من (1) مايكرومتر تبقى عالقة في الجو لعدة ساعات او لعدة أيام مع رياح هادئة ، ويظهر هذا النوع من الغبار بعد حصول العواصف الغبارية والغبار المتصاعد .

2.1.3.I. الغبار المتصاعد

عبارة عن دقائق صغيرة الحجم أقطارها تتراوح ما بين (1 - 10) مايكرومتر ترتفع الى الاعلى نتيجة لعدم استقراره الجو بسبب التغيرات المفاجئة في انحدار الضغط وارتفاع درجة حرارة سطح الأرض .

3.1.3.I. العاصفة الغبارية

هي عبارة عن حبيبات صغيرة الحجم لا تتجاوز أقطارها (100) مايكرومتر تنشأ مع رياح شديدة سرعتها اكثر من (8) متر /الثانية وتكون محملة بالأتربة المنقولة من التربة السطحية المفككة في المناطق الجافة حيث تعمل تلك الرياح على رفع الغبار الى ارتفاعات عالية تبلغ عدة آلاف من الأمتار وتؤدي الى خفض مدى الرؤية

4.1.3.I. العاصفة الرملية

هي دقائق كبيرة الحجم تتراوح أقطارها بين (100 - 250) مايكرومتر يكون الرمال مادتها الأساسية ، تمتاز بأن سرعة الرياح اللازمة لحدوثها يجب أن تكون كبيرة وذلك لكبر حجم دقائق الرمل .

2.3.I. مصادر الغبار على المستوى العالمي وشمال إفريقيا

1.2.3.I. على المستوى العالمي

يأتي الهباء الجوي على مستوى العالمي من عشر مصادر رئيسية [7] .

1. بحر سالتون (في جنوب كاليفورنيا)

2. باتاغونيا (الأرجنتين تشيلي)

3. منطقة الساحل (غرب إفريقيا)

4. صحراء الكبرى (شمال إفريقيا)

5. صحراء ناميبيا (جنوب إفريقيا)

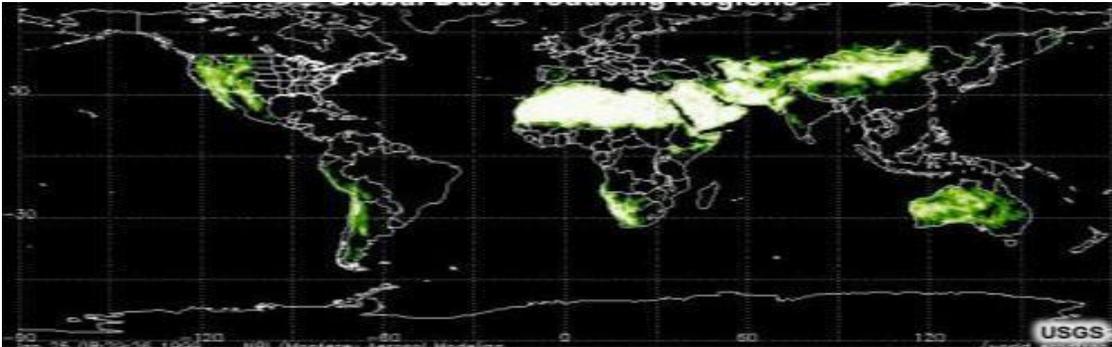
6. واد السند (باكستان والهند)

7. صحراء تاكلاماكان (الصين)

8. صحراء جوبي (منغوليا)

9. حوض لاك آير (أستراليا)

10. ألتيلانو (أنديس كورديليرا)



الشكل 3.1: صورة توضح مصادر الغبار على مستوى العالم [8]

2.2.3.1. على مستوى شمال إفريقيا

تعد منطقة صحراء الساحل في شمال أفريقيا المصدر الرئيسي للغبار الصحراوي في العالم حيث يبلغ إنتاجها السنوي من الهباء الجوي ما بين 400 و700 مليون طن. وتعد الصحراء الكبرى من أكبر صحراء في العالم بمساحة 8.5 مليون كيلومتر مربع. يحدها من الغرب المحيط الأطلسي، ومن الشرق البحر الأحمر، ومن الشمال البحر الأبيض المتوسط، ومن الجنوب منطقة الساحل الشبه القاحلة التي تتميز بظهور بعض الغطاء النباتي [9].

تقع مناطق المصدر الرئيسية لصحراء الساحل بالقرب من المناطق الجبلية وخاصة عند سفح الجبال أو "سفوح الجبال" وهذا ناتج عن عاملين رئيسيين :

الوجود الوفير للرواسب في هذه المناطق بسبب التآكل والانحراف، وجود رياح سطحية قوية التي يتم تعزيز ترددها وشدتها من خلال وجود التضاريس الجبلية .

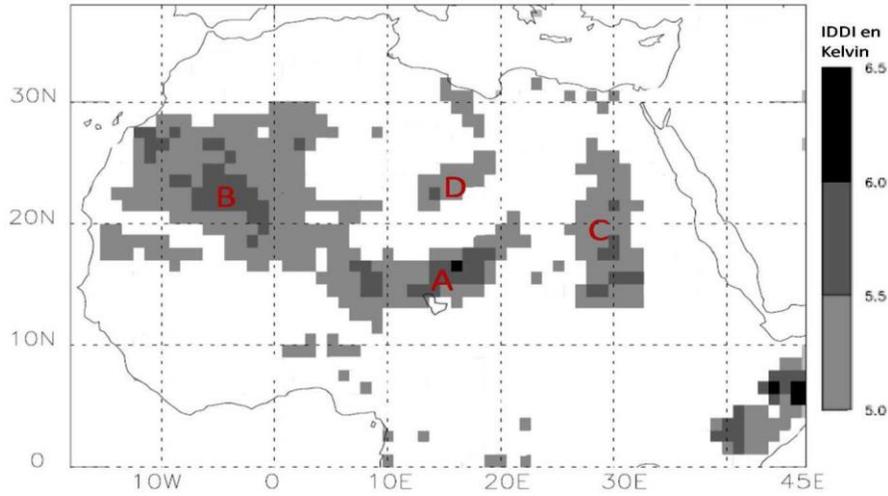
حدد أربعة مناطق مصدر رئيسية في شمال إفريقيا أربعة من مؤشر غبار IDDI المصور (METEOSAT) كما هو موضح في الشكل و هي [6] :

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

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

C. الصحراء الواقعة شمال السودان وجنوب مصر

D. الصحراء الواقعة في شمال النيجر وجنوب ليبيا [10]



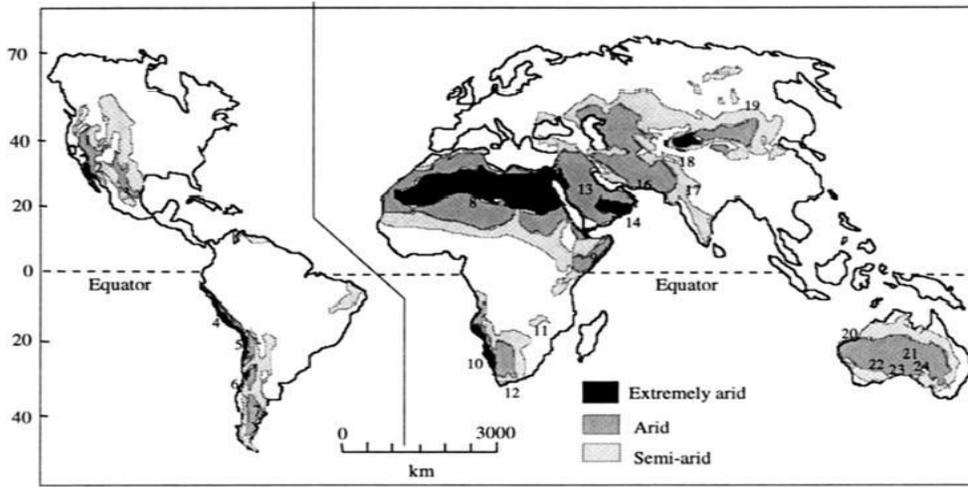
الشكل 4.1: صورة توضح اماكن الغبار في شمال افريقيا [11]

I.3.3.1 أهم المناطق الصحراوية التي قد تكون مصدر للغبار:

تمثل الأرقام الموضحة في الشكل ما يلي :

- 1- حوض العظيم ، 2- سونورا ، 3- الشيباويية ، 4- بيروا 5- أتاكاما 6- مونتي 7- باتاغونيا -
- 8- الصحراء الكبرى 9- الصومالية-شبلي 10- ناميب 11- كلاهاري 12 - كارو 13 - العربية 14-
- الربع الخالي 15 - تركستان 16- إيران 17- ثار 18- تكلمكان 19- جوبي 20- صحراء الرمال الكبرى-
- 21 سيمبسون 22- جيبسون 23- صحراء فكتوريا الكبرى 24- ستورت ستوني [2][10] .

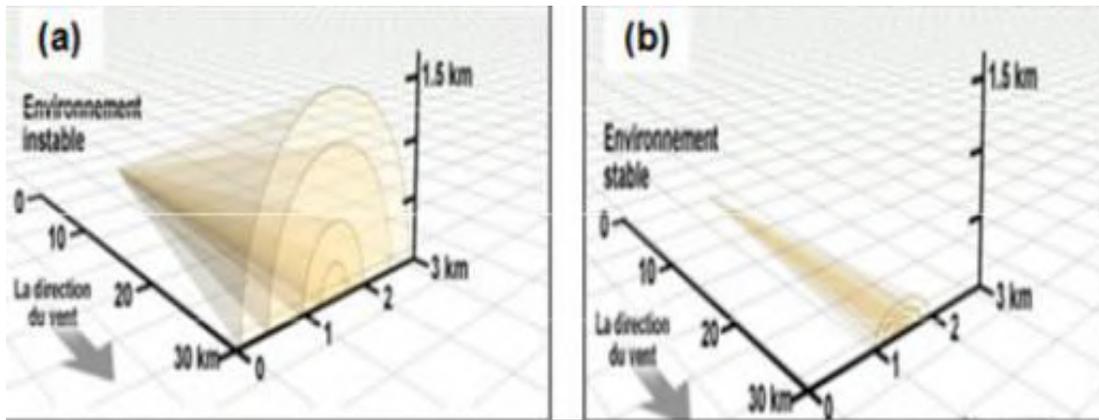
بالإضافة الى ذلك ، أظهرت المراقبة الفضائية (الشكل) الى أن معظم انبعاثات الهباء الجوي من المناطق الصحراوية الكبرى ، لا تحدث بصورة متجانسة داخل هذه المناطق ، بل هي من المناطق شديدة النشاط والتي تسمى (النقاط الساخنة) يوضح الشكل (5.1) خريطة للتوزيع الجغرافي ل 131 نقطة ساخنة). تم تحديدها من الملاحظات الفضائية ، يوضح هذا التوزيع الجغرافي للنقاط الساخنة في جميع أنحاء العالم وأن معظم هذه النقاط الساخنة تتركز في شمال إفريقيا .



الشكل 5.1: الصورة توضح اهم المناطق الصحراوية [10]

4.3.I. الظروف المساعدة في حدوث الغبار:

لحدوث الغبار لابد من ظروف توفيرها وهي زيادة سرعة الرياح السطحية وتوفر السطوح الجافة المغطاة بالرمال فضلا من عدم استقراره الجو وهي خاصية تساعد على نشاطات التيارات الهوائية الصاعدة والهابطة وتؤدي بذلك الى انتشار الاتربة والرمال في الغلاف الجوي [12].



الشكل 6.1: الصورة تمثل الظروف المساعدة لتصاعد الغبار [13]

4.I الحالات السينوبتيكية المصاحبة لتطير الرمال

عند دراسة العوامل المؤثرة في تكرار العواصف الغبارية في الصحراء الجزائرية تبرز لدينا العديد منها

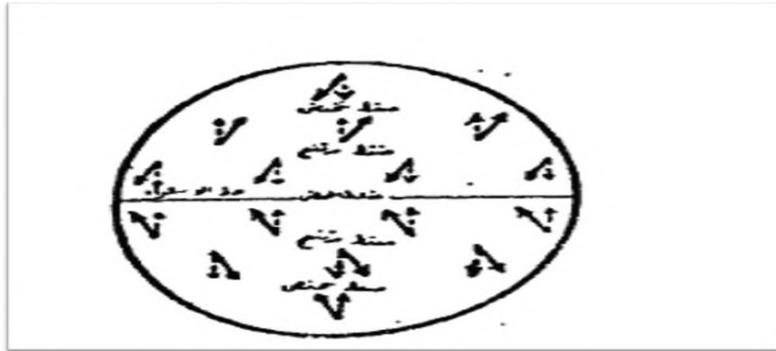
الرئيسية وهي :

1.4.I الرياح

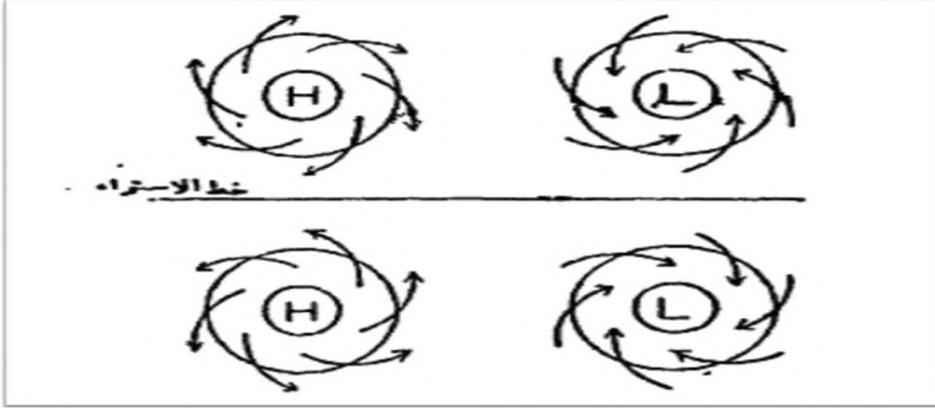
المقصود بالرياح هو الحركة الطبيعية للهواء سواء ان كانت بطيئة او سريعة والعامل الرئيسي لهبوب الرياح هو اختلاف الضغط من مكان الى آخر .

وتهب الرياح دائما من مناطق الضغط المرتفع الى مناطق الضغط المنخفض القريبة منها وتتبع عند هبوبها نظاما ثابتا حيث تنحرف دائما الى اليمين من هدفها في نصف الكرة الشمالي والى اليسار في نصف الكرة الجنوبي على حسب قانون نيفيري [14] .

ويحدث هذا الانحراف بسبب (التأثير الكوريولي) أو القوة الكوريولية " Coriolis affect or force " وهو التأثير الناتج من دوران الأرض حول نفسها من الغرب الى الشرق ،وتتناقص سرعة دوران محيطها كلما اتجهنا من الدائرة الاستوائية نحو القطبين . فعلى الدائرة الاستوائية تبلغ سرعة الدوران 1700 كم/ ساعة، ثم تتناقص ناحية القطبين لتصل إلى نصفها تقريبا عند دائرة عرض 60 ثم الى الصفر عند القطب نفسه . ويمقتضى هذا الانحراف فان الرياح العامة في نصف الكرة الشمالي تنحرف نحو الغرب اذا كانت متجهة نحو خط الاستواء ، ونحو الشرق اذا كانت متجهة نحو القطب الشمالي بينما يحدث العكس في النصف الجنوبي .



الشكل 7.1:صورة لانحراف الرياح العامة[15]



الشكل 8.1: صورة توضح اتجاه الرياح حول مراكز الضغط المرتفع ومراكز الضغط المنخفض في نصفي الكرة

الأرضية [14]

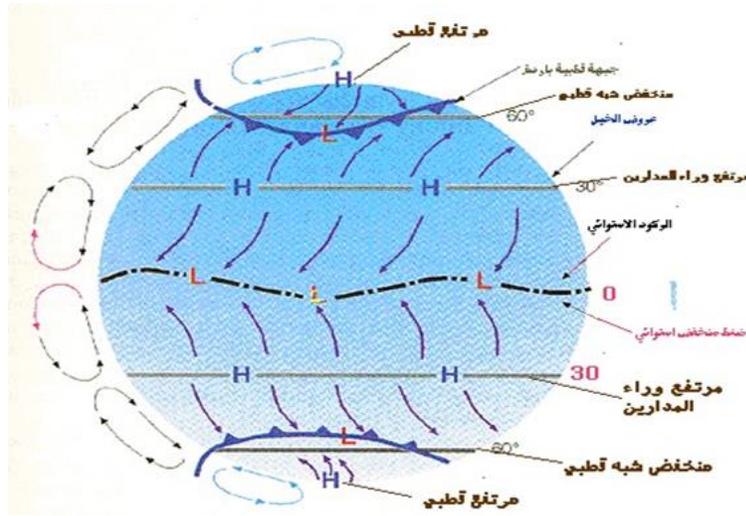
ويحدث انحراف الرياح بصورة أوضح عند هبوبها حول المرتفعات الجوية والمنخفضات الجوية حيث تميل الرياح في نصف الكرة الشمالي للهبوب في اتجاه منفق مع اتجاه عقرب الساعة حول المرتفع الجوي ومضاد له حول المنخفض الجوي، ويحدث العكس في نصف الكرة الجنوبي "كما في الشكل" وتصدق نفس القاعدة عند هبوب الرياح حول مراكز الأعاصير والدوامات الهوائية والدائرة الاستوائية هي الدائرية العرضية الوحيدة التي لا تتحرف الرياح عند عبورها لها سواء عند هبوبها من الشمال أو من الجنوب، وذلك لأن التأثير الكوريولي ينعدم على هذه الدائرة ثم يتزايد كلما ابتعدنا عنها نحو الشمال ونحو الجنوب حتى يصل إلى أقصاه عند القطبين ويرجع ذلك إلى أن اتجاه التأثير الكوريولي يكون على الدائرة الاستوائية ومتعامدا على الاتجاه الأفقي للرياح ومتناسبا تناسبا مباشرا مع سرعتها، ولهذا فإن اتجاه الرياح يكون موازي المحور الأرض، ولكن انحرافها يتزايد كلما اتجهنا نحو القطبين بسبب تزايد تأثير القوة الكوريولية حتى إن اتجاهها يكون عند القطب عموديا على محور الأرض حيث يكون التأثير الكوريولي قد وصل إلى أقصاه ويكون انحراف الرياح قد وصل إلى أقصاه كذلك.

والواقع أن تأثير القوة الكوريولية لا يقع على الرياح وحدها بل يقع على حركة الجسم أي جسم متحرك على سطح الأرض تحركا تلقائيا مثل التيارات البحرية ومياه الأنهار، فعلى الدائرة الاستوائية يكون اتجاه حركة الجسم موازيا لمحور الأرض، أما عند القطب فيكون عموديا عليه، وفيما بين هاتين النهايتين يكون اتجاه الحركة متوسط أي بين هذين الاتجاهين بدرجة تتناسب مع الدرجة العرضية حيث يكون الاتجاه هو محصلة حركتين إحداهما موازية لمحور الأرض و الثانية عمودية عليه، و تتزايد الأولى كلما اتجهنا نحو الدائرة الاستوائية بينما تتزايد الثانية نحو القطبين.

1.1.4.I الحركة العامة للرياح

الرياح هي حركة الهواء الأفقية سواء قرب سطح الأرض أو في طبقات الجو العليا، و للرياح دور كبير في حياة الإنسان فهي تؤثر عليه بشكل مباشر و غير مباشر من خلال تأثيره على البيئة المحيطة به .ويعتمد تأثير الرياح على الإنسان في 3 عناصر أساسية.

هي : سرعة الرياح و اتجاهها و ما تجلبه الرياح من مؤثرات طقسية أخر مثل السحب والرطوبة و الحرارة و غيرها . [2]



الشكل 9.1: صورة توضح الحركة العامة للرياح (1)

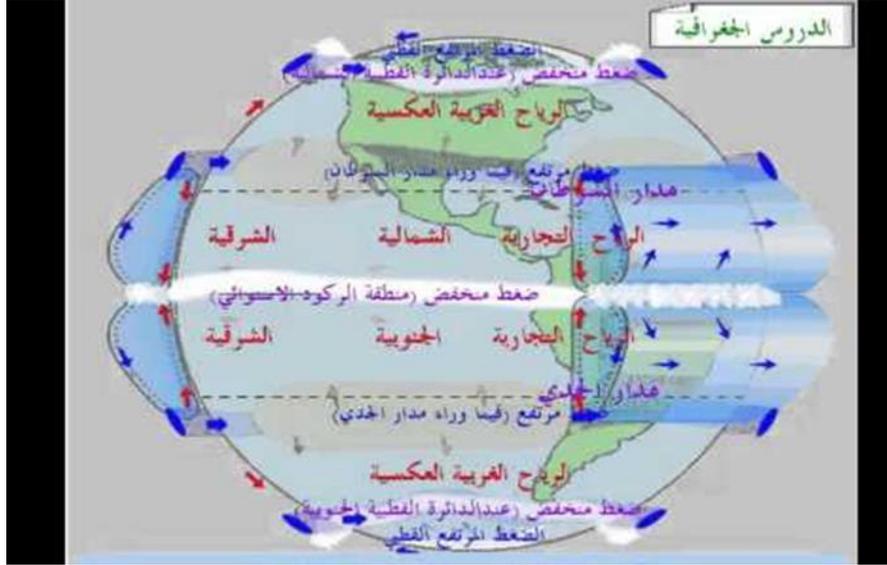
2.1.4.I الدورة العامة للرياح

تهب الرياح حول توزيعات الضغط الجوي المختلفة حسب قانون بايز الواقعة خطوط تساوي الضغط بالزاوية الصغيرة من المرتفع الجوي الى المنخفض الجوي ، ونتيجة لذلك تتكون خلال أساسية للهواء فكلا منتصف الكرة الجنوبي، وهذه الخلايا موضحة في الشكل 1-3 وبصفة عامة يمكن التفريق بين مناطق عدم الاستقرار عند نطاق دائرة الاستواء وعند دائرة عرض 60° شمالا [9] .

وعند دائرة عرض 60° جنوبا ومناطق استقرار عند القطب الشمالي والقطب الجنوبي عند دائرة عرض

30° شمالا و عند دائرة

عرض 30° جنوبا [2] .



الشكل 10.1: صورة تمثل الدورة العامة للرياح [2]

يصعد الهواء الساخن عند خط الاستواء عند التقارب المداري (Z.C.I.T) ، متسببا في ظهور منطقة الضغط المنخفض .ثم يبرد الهواء و يهبط مشكلا خلايا هيدلي (1). تدفع خلايا هديلي فريل (2) والخلايا القطبية (3) التي تتأثر أيضا بالاختلافات في درجة الحرارة بين الأماكن الأقرب الى القطبين والأبعد، كما أن للدورة الهوائية تأثير على هطول الأمطار .

3.1.4.I أنواع الرياح

الرياح الدائمة

الرياح الموسمية

الرياح المحلية

1.3.1.4.I الرياح الدائمة

وتتنقسم هذه لعدة اقسام

1.1.3.1.4.I. الرياح التجارية

سميت الرياح التجارية بهذا الاسم لأن التجار كانوا يستفيدون منها بتحريك السفن التجارية، و الرياح التجارية هي الرياح التي تهب من منطقتي الضغط المرتفع فيما وراء المدارين إلى منطقة الضغط المنخفض (الرهو أ والركود الاستوائي)، وتكون الرياح التجارية منتظمة طوال السنة في اتجاهها وقوتها، وقد تقتصر على طبقات الجو السفلى، والرياح التجارية ذات سرعة معتدلة تتراوح بين 16 - 24 كيل و متراً في الساعة، ويكون اتجاهها شمالية شرقية في نصف الكرة الشمالي ، وجنوبية شرقية في النصف الجنوبي .

I. 1.4.3.1.2. الرياح العكسية/الغربية

تهب الرياح العكسية / الغربية من منطقتي الضغط المرتفع وراء المدارين إلى منطقتي الضغط المنخفض عند الدائرتين القطبيتين، يكون اتجاه الرياح العكسية عادة جنوبية غربية في النصف الشمالي للكرة الارضية وشمالية غربية في النصف الجنوبي للكرة الأرضية

I. 1.4.3.1.3. الرياح القطبية :

تهب الرياح القطبية من القطبين الى منطقتي الضغط المنخفض عند الدائرتين القطبيتين، ويكون اتجاه الرياح القطبية شمالية شرقية في نصف الكرة الشمالي، وجنوبية شرقية في النصف الجنوبي، تتميز الرياح القطبية بكونها باردة وجافة وعادة ما تكون ضعيفة .

I. 1.4.3.1.2. الرياح الموسمية :

سميت الرياح الموسمية بهذا الاسم لأنها تهب في مواسم معينة وتتميز الرياح الموسمية بتغير اتجاهها في فصل الصيف عن فصل الشتاء، و تظهر هذه الرياح بين المدارين .

و تكون الرياح الموسمية على نوعين:

الرياح الموسمية الصيفية

الرياح الموسمية الشتوية

3.3.1.4.I. الرياح المحلية :

تتشكل الرياح المحلية بفعل اختلاف الضغط الجوي في مساحة صغيرة ولوقت قصير، وقد يكون سببها عوامل آخر مثل التضاريس تختلف الرياح المحلية عن الرياح الموسمية بأنها غير شاملة لموسم كامل حيث تهب خلال فترات متقطعة (6) .

4.1.4.I. طريقة قياس الرياح :

خبراء الأرصاد الجوية يستخدمون اثنين من القياسات الرئيسية لوصف الرياح، وهما : الاتجاه والسرعة

1.4.1.4.I. اتجاه الرياح :

يتم وصف اتجاه الرياح باستخدام الاتجاه الذي جاءت منه الرياح. فمثلاً، الرياح الجنوبية ستكون قادمة من الجنوب إلى الشمال. ويتم قياس اتجاه الرياح بعدد من الطرق بما في ذلك دوائر الرياح)

2.4.1.4.I. سرعة الرياح :

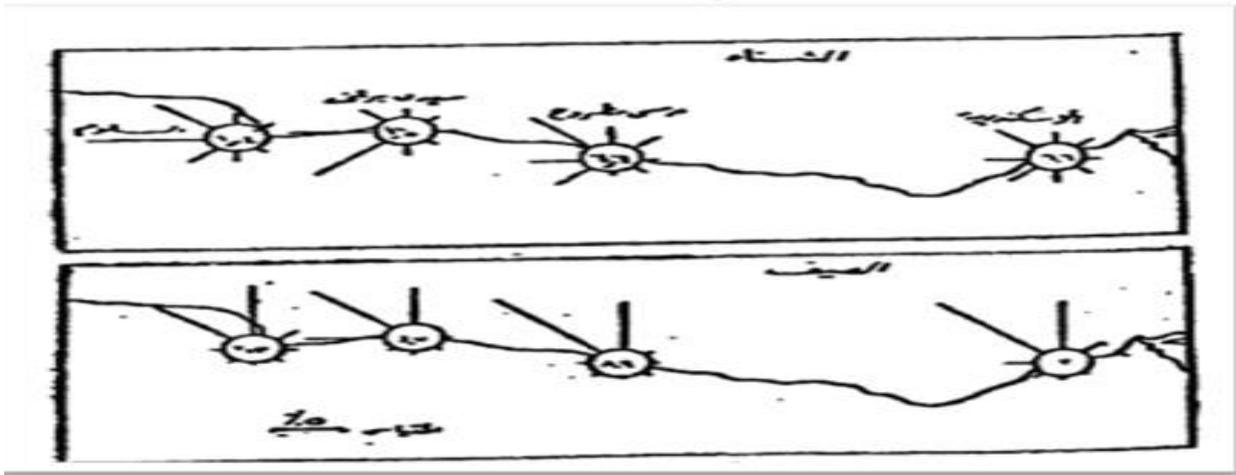
يتم قياس سرعة الرياح بـ (ميل في الساعة) أو بـ (كيلومتر في الساعة). والعلماء في العادة يستخدمون أداة تسمى (أنيمومتر -المرياح) و هو مقياس يقيس سرعة الرياح (5) .

تقاس سرعة الرياح بواسطة الأنيمومتر (1) Anémomètre وتحسب عادة بالعددة KT. والعددة knot تترادف ما يسمى بالميل البحري Nautical Mile، وهو المسافة التي تشغلها الدقيقة الواحدة على خط الاستواء أو على أحد خطوط الطول، وهي تساوي 1.15 ميل قياساً أو 1.84 كيلومتر، وتحسب سرعة الرياح في بعض الإحصاءات المناخية بالكيلو متر أو الميل في الساعة. أما اتجاه الرياح فيحدد بواسطة دوائر الرياح Wind Vane وتوجد منها عدة أنواع تشترك في أنها تحدد اتجاه الرياح بواسطة ذراع يسهل تحريكه أفقياً بواسطة الرياح، ويدل اتجاه مقدمته على الاتجاه الذي تهب منه الرياح والطريقة التقليدية لتوضيح اتجاه الرياح على الخرائط المناخية هي الأسهم التي يمكن أن ترسم بسمك وطول واحد، أو ترسم بطول وسمك يتناسبان مع مرات هبوب الرياح، وهي طريقة تستخدم أحياناً عند رسم الخرائط المناخية لتوضيح الاتجاهات التي تهب منها معظم الرياح، علي حسب المعدلات الشهرية أو السنوية في مناطق واسعة، أما عند تحليل إحصاءات الرياح الخاصة بمحطة أو أكثر من

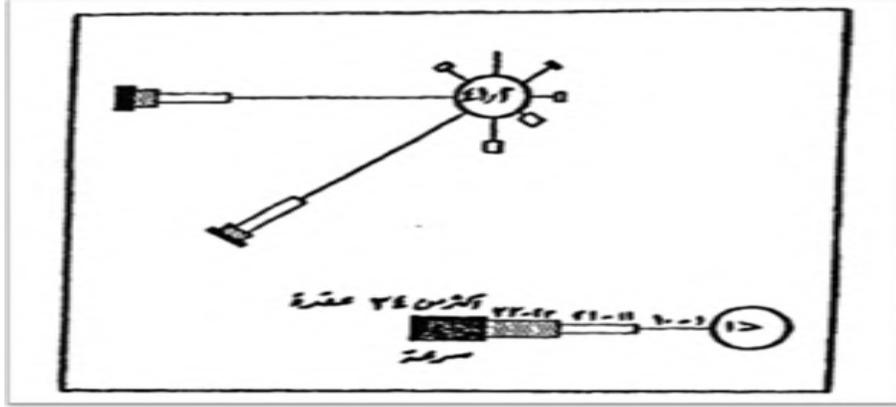
محطات أي منطقة فتوضح النسب المئوية للاتجاهات التي تهب منها الرياح في كل محطة في الشهر أو الفصل أو السنة بواسطة رسم بياني يطلق عليه اسم "وردة الرياح Wind Rose".

و يمكن رسمها لتوضيح النسب المئوية للاتجاهات الرياح فقط، وتعرف في هذه الحالة باسم "وردة الرياح البسيطة" كما يمكن رسمها لتوضيح النسب المئوية للاتجاهات الرياح والنسب المئوية للسرعات التي تهب بها رياح كل اتجاه بسرعة معينة. ويطلق عليها في هذه الحالة اسم "وردة الرياح المركبة" وتوضح النسب المئوية للاتجاهات المختلفة لهبوب الرياح بخطوط تتفرع من دائرة صغيرة، وترسم بمقياس رسم معين لنتناسب أطوالها مع النسب المئوية للاتجاهات هبوب الرياح [14].

فإذا ما أريد توضيحاً لسرعات في نفس الشكل فإن السرعات تقسم إلى فئات، وتحسب النسبة المئوية لكل فئة في كل اتجاه، وتقسم الخطوط التي تمثل السرعات إلى أقسام تتناسب أطوالها مع النسب المئوية لفئات السرعة. وفي كلتا الحالتين فإن النسبة المئوية لحالات السكون توضح رقمياً في الدائرة الصغيرة المتوسطة شكل 1، 2.



الشكل 11.1: وردت رياح بسيطة لتوضيح نسب هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة في الشتاء والصيف [14]



الشكل 12.1: دورة رياح مركبة [14]

وعند تسجيل اتجاهات الرياح في محطات الأرصاد الجوية أو عند تبادل بياناتها بين المحطات المختلفة يحدد الاتجاه بالدرجات التي ينقسم إليها محيط أي دائرة وهي 360 درجة مبتدئة بالصفير في الشمال ومتجهة مع اتجاه حركة عقرب الساعة و منتهية بدرجة 360 التي تتفق مع درجة البداية وهي درجة الصفير. وتقسم الاتجاهات في بيانات محطات الأرصاد الجوية عادة إلى 12 اتجاها يفصل كل اتجاه منها عن الاتجاهات الأربعة الأصلية وهي ش، ق، ج، ع وبثلاثة حروف إذا كان اتجاها فرعيا مثل ش ش ق، أي شمال الشمال الشرقي ودرجته 30 و ج ش ق أي جنوب الشمال الشرقي ودرجته 60 وهكذا "شكل 3" أما في الدراسات المناخية فتتحصّر الاتجاهات في ثمانية فقط يفصل بين كل اتجاه منها والاتجاه الذي يليه 45 درجة [14] .

2.4.1. الرياح الأفقية :

الرياح أو الرياح حركة أو انتقال الكتل الهوائية في الاتجاه الأفقي، وتتحرك الرياح نتيجة فروق الضغط الجوي، فالرياح تتحرك حركة تسارعية من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض، يحدث انحراف في حركة الرياح نتيجة دوران الكوكب - وتعرف العلاقة بين الرياح والضغط الجوي بتأثير كوريوليس إلا عند خط الاستواء حيث تعرف هذه العلاقة باسم المعادلة الجيوستروفية للرياح .

وبتوصيل خطوط بين نقط تساوي الضغط يتم الحصول على صورة سريعة للرياح وتسمى هذه الخطوط بخطوط تساوي الضغط، فإذا كانت متقاربة كان ذلك دلالة على شدة الرياح، ويبدل تباعدها على انخفاض الشدة، ويتناسب اتجاه الرياح مع مواضع الضغط المرتفع والمنخفض وتهب الرياح في نصف الكرة الأرضي الشمالي في

اتجاه دوران عقارب الساعة، حول مناطق الضغط المرتفع، وفي اتجاه معاكس لاتجاه دوران عقارب الساعة، حول مناطق الضغط المنخفض.

1.2.4.I . مدى الرؤية الأفقية :

في عالم الأرصاد الجوية يشير مدى الرؤية الشفافية الغلاف الجوية بالنسبة لرؤية الانسان ويعبر عنها أنها مسافة معينة و للملائمة تشير قيمة معينة مدى الرؤية الى نفس ظروف الغلاف الجوي سواء بالليل أو النهار [16].

ويعرف مدى الرؤية في الأرصاد الجوية أنها أكبر مسافة يمكن عندها رؤية وتمييز جسم أسود ذو أبعاد مناسبة و ذلك بالنسبة لأفق السماء كخلفية للجسم ويجب أن يصنع الجسم زاوية عند عين الراصد قدرها نصف درجة على الأقل أفقياً ورأسياً في نفس الوقت ، ويجب ألا يكون الجسم كبيراً في الاتجاه الأفقي الى حد أنه يصنع زاوية أكبر من 5 درجات يعرف مدى الرؤية الأفقية بأنه أقص مدى يمكن لراصد عادي عند النظر أن يراه في الظروف العادية وبالعين المجردة .

2.2.4.I . العوامل التي تأثر على مدى الرؤية الأفقية :

الهطول - مطر - رذاذ الثلج - الضباب - الشبورة (الضباب في الصباح)

العواصف الرملية و الترابية - العجاج - الدخان - املاح البحر - هبوب الرياح الشديدة والتي تسبب تظاير الرذاذ من ماء البحر الخ

3.4.I من وسائل القياس الاستشعار عن بعد :

1.3.4.I السمك الضوئي :

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

الشرح : اذا كان لدينا $I_0(\lambda)$ هو الاشعاع الضوئي لمصدر ضوئي قبل اختراق وسط معين ، و $I(\lambda)$ قيمة الاشعاع بعد اختراق الوسط فان السمك الضوئي $\tau(\lambda)$ والذي يمثل الجزء الضائع عبر :

الوسط عن طريق الامتصاص والانتشار والذي يعطى بالعلاقة التالية :

$$I(\lambda) / I_0(\lambda) = \exp^{-\tau(\lambda)} \quad (1.I)$$

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

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

ملاحظة :

بالنسبة للسمك الضوئي للغبار نأخذ قيمة 550 نانوا متر طول الموجة لرسم خرائط السمك الضوئي لحالات انتشار الضوء [4] .

2.3.4.I مؤشر الهباء AI :

التعريف : مؤشر الغبار نستعمل الأشعة فوق البنفسجية المسترجعة المقاسة في الأمواج الطويلة 340 و 380 نانوا متر حيث درجة امتصاص الغازات ضعيفة (... $H_2O \cdot O_3$) كالتالي :

$$AI = -100 \log_{10} \left[\left(\frac{I_{340}}{I_{380}} \right)_{MEAS} - \left(\frac{I_{340}}{I_{380}} \right)_{CAL} \right] \quad (3.1)$$

I_{MEAS} : الشعاع المسترجع على طول الموجة المقاسة

I_{CAL} : الشعاع المسترجع على طول الموجة المحسوبة

وذلك باستخدام نموذج الجوي (Modèle d'air)

3.3.4.1. مؤشر الهباء IDDI :

مكننت قناة (METEOSAT IRT) من تطوير مؤشر للكشف عن الغبار و هو مؤشر IDDI ينتج

عن التأثير الإشعاعي للغبار في النافذة [10.5 – 12.5] ميكرون من قناة (METEOSAT IRA)

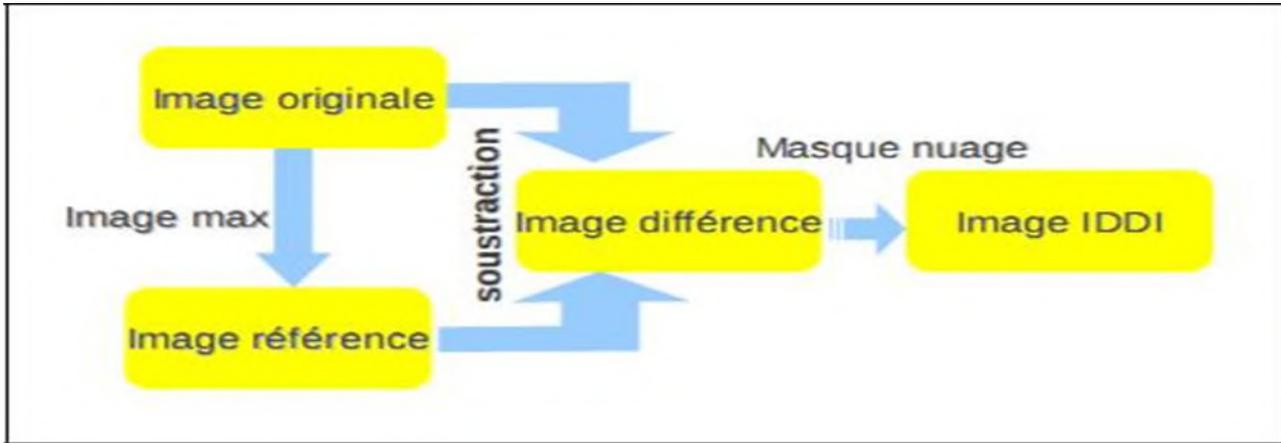
يتم الحصول عليها باختلاف لمعان الأشعة تحت الحمراء IR بين درجة حرارة السطوح القصوى

(الإضاءة) التي تمت ملاحظتها على مدار 15 يوما في تماما لساعة 12:00 ظهرا (صورة مرجعية) ، ودرجة

حرارة السطوح (الإضاءة) في اليوم وفي نفس الوقت (الصورة اليومية) و الغبار من المتغيرات الجوية الوحيدة التي

تؤثر على الإضاءة أو السطوح فيا لغلاف الجوي. يتم دمج اللوغاريتم من اجل اكتشاف وإخفاء السحب في

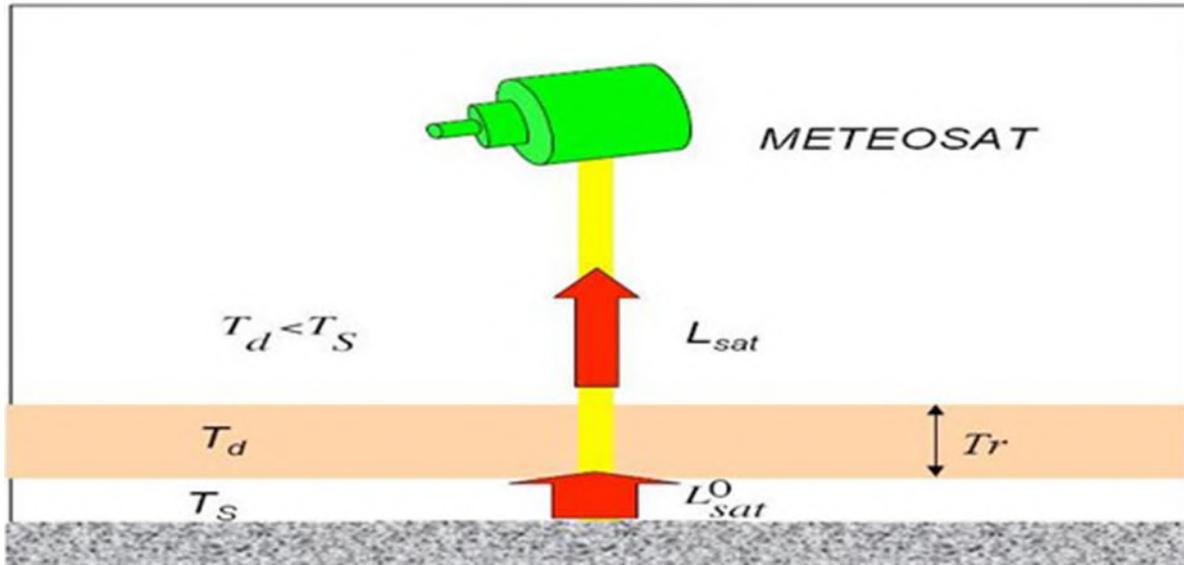
اللوغاريتم IDDI حيث يوضح الشكل المخطط الانسيابي لمبدأ عمل المؤشر IDDI .



الشكل 13.1: المخطط الانسيابي لمؤشر الغبار IDDI [17]

يمتص سطح الأرض الإشعاع الشمسي بحيث يكون أكثر دفئاً من الغلاف الجوي المتراكم، وإذا كان الجو به غبار أو تراب، فيمكن اكتشافه لأنه أكثر برودة من السطح المصدر الرئيسي في IRT هو إشعاع السطح الساخن الذي ينبعث من الإشعاع إلى الفضاء ، في حالة وجود الغبار يؤدي هذا إلى تغيير في نصوصاً لأشعة تحت الحمراء المنبعثة إلى الفضاء . في اليوم ، يكون غبار درجة الحرارة (T_d) أكثر برودة من سطح درجة حرارة مثل (T_s) $(T_s > T_d)$ ، والإضاءة المنبعثة إلى الفضاء أقل من الإضاءة المنبعثة من السطح [3][8]

$$(L_{SAT}^0 > L_{SAT}) \quad (4.1)$$



الشكل 14.1: المبدأ الفيزيائي للكشف عن الغبار في IRT [17]

إذا قمنا بتبسيط الافتراضات التالية:

- ف:1 وجود غازات ممتصة في الغلاف الجوي (بخار الماء.....)
- ف:2 نعتبر الجسم الأسود ($s = 1$) درجة حرارة السطح
- ف:3 من المفترض ان يكون الغبار غير منتشر ومتساوي الحرارة و نفاذيته TR في IRT.
- ف:4 نتجاهل تأثير الغبار على درجة حرارة السطح (الاحتباس الحراري والغازات الدفيئة)
- نصوع السطح (الأسود المفترض) المنبعث نحو الفضاء في جو صاف (بدون سحب) [2] .

$$(5.I) \quad L_{sat}^0 = B(T_S): \text{ في غياب الغبار}$$

$$(6.I) \quad L_{SAT} = T_r \cdot B(T_S) + (1 - T_r) \cdot B(T_d): \text{ في وجود الغبار}$$

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

$$(7.I) \quad \Delta L_{sat} = L_{sat}^0 - L_{sat} = (1 - T_r) \cdot [B(T_d) - B(T_S)]$$

يتم التعبير عن النفاذية T_r بواسطة :

$$(8.I) \quad T_r = \exp(-\delta_d)$$

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

$$(9.I) \quad \Delta L_{sat}^{max} = B(T_d) - B(T_S)$$

التأثير الإشعاعي ΔL_{sat} هو مؤشر الغبار IDDI في درجة حرارة اللمعان او السطوح .

عند دراسة العوامل المؤثرة في تكرار العواصف الغبارية في الصحراء الجزائرية تبرز لدينا العديد منها

الرئيسية وهي :

2.4.I. درجة الحرارة :

تعد درجة الحرارة من اهم عناصر المناخ وذلك من حيث تأثيرها المباشر في حالات الضغط الجوي وبالتالي على حركة الرياح. إن ارتباط درجة الحرارة بظاهرة العواصف الغبارية يأتي بما تسببه درجة الحرارة من عدم استقراره الهواء وبالتالي عدم استقراره الظواهر الجوية الأخرى حيث تكتسب الطبقة الهوائية الملامس لسطح الأرض الإشعاع الشمسي المستمر و المستلم من قبل السطح والذي يؤدي الى حدوث دوامات حرارية تعمل على رفع الغبار الى ارتفاع يعتمد مقداره على شدة الحالة [5].

3.4.I. الرطوبة النسبية :

المقصود بالرطوبة النسبية بانها النسبة المئوية لما موجود فعلا من بخار الماء في الهواء الى اكبر كمية من الرطوبة يستطيع الهواء حملها تحت درجة الحرارة نفسها والضغط الجوي.

إن ارتباط الرطوبة النسبية بظاهرة العواصف الغبارية يأتي بوجود علاقة عكسية بين الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة مما يؤدي الى احتفاظ التربة بكمية من الرطوبة بسبب انخفاض درجات الحرارة مما يجعلها أكثر تماسكا وبالتالي انخفاض معدلات العواصف الغبارية شتاء [5] .

4.4.I . الامطار :

هي عبارة عن قطيرات مائية تحصل نتيجة تكاثف بخار الماء في الهواء الجوي وتتراوح اقطارها بين (0.5-8) مل متر وتتسطر قطراتها الكبيرة أثناء نزولها الى عدة قطرات أصغر منها.

تعد الامطار من أكثر عناصر المناخ تأثيرا في حصر وتقليل أثر العواصف الغبارية ، حيث يؤدي هطول الأمطار الى تماسك جزيئات الغبار مع بعضها بعض او يساعد على نمو نباتات [15] .

5.I . الجبهات وعلاقتها بالرياح :

1.5.I . الجبهات :

تنتج التغيرات في الضغط الجوي اساسا عن التغيرات في الحرارة الذي يصل إلي الأجزاء المختلفة من سطح الأرض في أثناء دورانها حول محورها المائل علي دائرة البروج بزواوية مقدارها 66.5° تقريبا امام الشمس، وفي مدار حولها ويؤدي الاختلاف في درجات حرارة الغلاف الغازي للأرض إلي تكون مناطق ذات ضغط مرتفع، وأخر ذات ضغط منخفض، وترسل الرياح بإرادة الله تعالى، وحسب قوانينه في حركة رأسية وأفقية متصلة من مناطق الضغط المرتفع إلي مناطق الضغط المنخفض حسب شدة انحدار أو ارتفاع خطوط تساوي الضغط حول كل منطقة من مناطق الضغط الجوي .

ويعين علي ذلك سرعة دوران الأرض حول محورها من الغرب إلي الشرق، والتي تساعد في توجيه حركة الرياح وتؤدي إلي تكسر كل من الرياح الساخنة المتدفقة من المناطق الاستوائية في اتجاه القطبين، والرياح الباردة المتدفقة من القطبين في اتجاه خط الاستواء علي هيئة عدد من الخلايا الهوائية الكبيرة بعضها خلايا دافئة ورطبة ترتفع الي اعلى لتكون السحب الممطرة، وبعضها خلايا باردة وجافة تهبط الي اسفل، وبعضها خلايا متوسطة البرودة والجفاف، وهي أيضا تمثل رياح هابطة إلي أسفل ويؤثر دوران الأرض حول محورها أمام الشمس تأثيرا عموديا في حركة الرياح سرعة واتجاهها، فتحرفها جهة اليمين بصفة عامة في نصف الأرض

الشمالي، وجهة اليسار بصفة عامة في نصفها الجنوبي، ويزداد هذا الاثر في طبقات الجو العليا بمعدلات أكبر مما يؤدي إلي تغيير اتجاه الرياح تدريجيا حتي يصبح موازي الخطوط تساوبا لضغط أما قريبا من سطح الأرض فإن الرياح لاتهب بموازاة خطوط تساوي الضغط تماما بسبب احتكاكها مع تضاريس سطح الأرض .

2.5.1. تكون الكتل والجبهات الهوائية :

تتكون الكتل الهوائية بالحركة الدائبة للرياح أفقيا ورأسيا ينقسم الغلاف الغازي المحيط بالأرض (في نطاقي الرجوع والتطابق أساسا إلي اعداد من الكتل الهوائية المتجاورة، والكتلة الهوائية تمثل بكمية هائلة من الهواء المتجانس في ما بينه في درجة الحرارة والرطوبة النسبية، تمتد أفقيا لعدة كيلومترات، ومن هذه الكتل الهوائية ما هو دافئ، وما هو بارد، ومنها ما هو رطب، وما هو جاف، ومنها ما يغير درجة رطوبته النسبية بمروره فوق مساحات مائية كبيرة أو فوق مساحات من الصحاري الجافة القاحلة ويتكون بين الكتل الهوائية المتجاورة أفقيا ورأسيا ما يسمى باسم الجبهات الهوائية، والجبهة الهوائية هي الحد الفاصل بين كتلتين متجاورتين من كتل الهواء المتباينة في درجات حرارتها ورطوبتها النسبية، ولذلك تكون منطقة تفاعل جوي نشط وإذا التقت كتلتان من الهواء فإن الباردة منها تنزل تحت الدافئة، ويتكون بينهما منطقة انتقالية هي منطقة الجبهة الهوائية التي تحول دون اختلاطهما، وتفصل بين صفاتهما الفيزيائية والكيميائية، وسرعة الرياح واتجاهاتها في كل منهما وعبور الجبهة الهوائية لمنطقة ما يؤثر في ظروفها المناخية تأثيرا بالغا، فإذا كانت الجبهة باردة أدت إلي انخفاض درجات الحرارة، و إلي تكون السحب الطابقية ونزول المطر، وإذا كانت الجبهة دافئة أدت إلي ارتفاع درجة الحرارة، وإلي تكون السحب الركامية علي هيئة أكوام مكدسة من السحاب فوق بعضها البعض بما يشبه سلاسل الجبال المفصولة بالأودية والأخاديد، مما يعكس الارتفاعات المتعددة للهواء المشبع ببخار الماء من أماكن متفرقة، واستمرار تدفق الهواء المشبع ببخار الماء إلي أعلي يؤدي إلي زيادة إمكانية تكثف بخار الماء فيها، وبالتالي إلي إمكانية هطول المطر وتؤدي الكتل الهوائية الدافئة الرطبة إلي تكون كل من السحاب والضباب والندى، ومع إرسال الرياح تتشكل السحب الطابقية وهي تتكون من طبقات تمتد أفقيا لمئات من الكيلومترات لمربعة تعكس الارتفاع المنتظم للهواء المشبع ببخار الماء عبر مساحات كبيرة، ولذلك فهي عادة ما تكون اغزر انواع السحب إمطارا وأوسعها انتشارا .

اما إذا كانت الكتل الهوائية دافئة وجافة، فينتج عنها تكون الصقيع في الصباح الباكر أيام فصل الشتاء، وإثارة الغبار و الاثرية والزوابع الشديدة في فصل الصيف خاصة إذا رافقتها رياح شديدة السرعة نسبيا .

يعطي الشكل (1) مثالا على عاصفة رملية ما قبل الجبهة تؤثر على شمال شبه الجزيرة العربية .

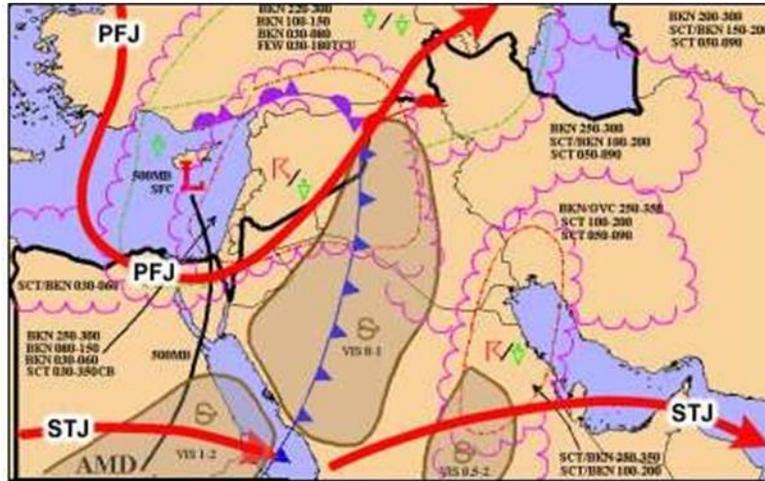
جبهة باردة نشطة ، تكتسح شبه الجزيرة العربية مع رياح من 10 الى 13 كلم/ث على السطح وسرعات راسية عالية عند المدخل والمخرج النفث الذي يسمح للغبار بالبقاء عاليا .

كما نلاحظ عاصفة رملية ما بعد الجبهة في شبه الجزيرة العربية في فصل الشتاء تبدأ رياح شمالية غربية (10 الى 13 م/ث)

متواصلة في الهبوط بعد مرور جبهة بارد .

اذ اظهرت الطبقة الحدودية ايضا عدم استقرار ، فهذا يمثل الوضع السينوبتيكي احد أكثر التكوينات ملائمة لتشكيل العواصف

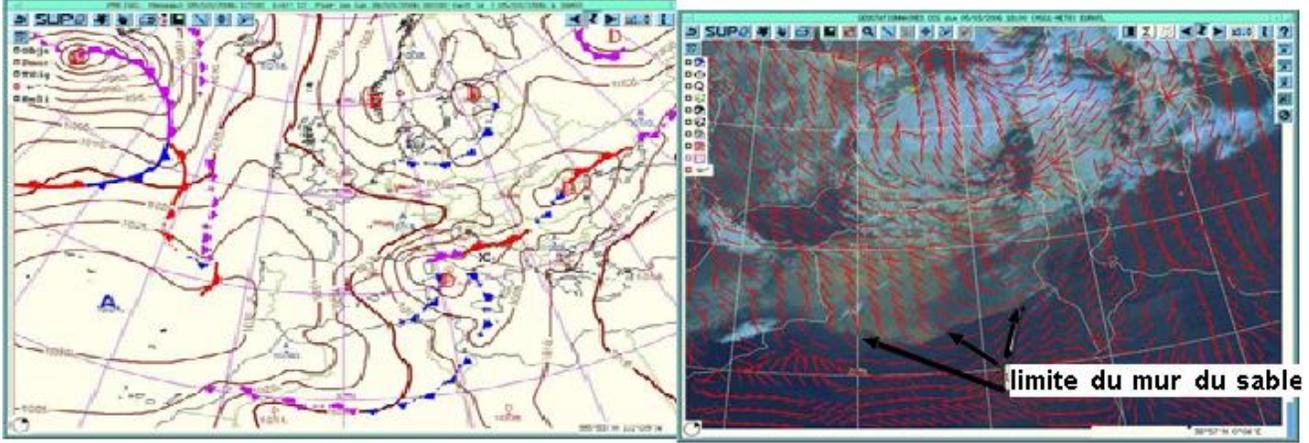
الرملية في شبه الجزيرة العربية [18] .



الشكل 15.1: خريطة تظهر شروط حدوث عاصفة غبارية [18]

يرتبط تعزيز تدرج الضغط بتشكيل منخفض حراري في الصحراء مما يفضل تصاعد تدفق الرياح الموسمية التي يمكن أن تصل قوتها محلياً إلى 10 m/s ، عتبة الرياح هذه كافية لبدء عواصف رملية على نطاق

شامل، خاصة عندما لا تمطر لعدة أشهر. يوضح الشكل (2) حالة عاصفة رملية فوق الصحراء الجزائرية التي يمكن التنبؤ بها بسهولة لأن الوضع السينوبتيكي قدم جميع المكونات المواتية [18].



الشكل 16.1: الصورة تمثل الوضع الشامل لعاصفة ترابية فوق الصحراء الجزائرية [18]

3.5.1. المرتفعات الجوية :

يعرف المرتفع الجوي بأنه جزء من الهواء فوق منطقة معينة منا لأرض يتميز بضغط اعلي من ضغط الهواء في المناطق المحيطة به، ومنها المرتفعات الجوية الدافئة التي تتشكل في المناطق شبه المدارية، وتتكون بسبب هبوط، الهواء البارد من اعلي وانضغاطه، وبالتالي ارتفاع درجة حرارته مع زيادة ضغطه.

المرتفعات الجوية الباردة : وتتشكل فوق مناطق الجليد الواسعة بفعل التبريد المستمر للهواء الساكن فوق تلك المناطق مما يؤدي إلي تقلص الهواء وزيادة كثافته وارتفاع ضغطه وتعد المناطق الهوائية ذات الضغط المرتفع مصدرا من مصادر إرسال الرياح بإذن الله تعالى لأنها تدفع بالهواء الداخل فيها من قمتهإ إلي أسفلها بطال يخرج من قاعدتها في اتجاه عقارب الساعة كما تدفع الهواء من حولها بعيدا عن مركزها مما يؤدي إلي حركة الكتل الهوائية، وانتقالها تدريجيا من اماكنها بحركات دورانية رأسية وأفقية واسعة، وهبوط الهواء من الاجواء العليا في المرتفع وانتشاره أفقيا فوق سطح الأرض من عوامل تكون كتلة هوائية مستقرة نسبيا و متجانسة التركيب وبصاحب المرتفع الجوي عادة بشيء من صفاء الجو، معقلة الرطوبة النسبية، وإن كان خروج تيار الرياح من قاعدة المرتفع قد يثير شيئا من غبار الأرض، و يؤدي إلي تكون عدد من الز وبعات الترابية .

4.5.1. المنخفضات الجوية

يعرف المنخفض الجوي بأنه جزء من الهواء فوق منطقة معينة من الأرضي تميز بضغط أخفض من ضغط الهواء في المناطق المحيطة به، ومنها .

✓ **المنخفض الجوي الحراري** : وينشأ بسبب تسخين الهواء بلامسته لسطح الأرض مما يؤدي إلي تمدده،

وتناقص كثافته و ارتفاعه إلي أعلى كما يحدث في المناطق الحارة

✓ **المنخفض الجوي الجبهي** : وينشأ عند التقاء جبهتين هوائيتين إحداهما دافئة و الأخرى باردة، فيصعد

الهواء الدافئ إلي أعلى، ويدخل الهواء البارد تحته فنتشكل كتلتان هوائيتان دافئة و باردة وتدور الرياح

حول المنخفض الجوي في عكس اتجاه عقارب الساعة نحو الداخل وعلي ذلك فإن نمو المنخفض الجوي

أو اضمحلاله يعتمد علي معدل دخول الهواء فيه عند سطح الأرض ومعدل خروجه منه إلي أعلى

وتتحرك الرياح من المرتفع الجوي إلي المنخفض الجوي قرب سطح الأرض، وفي الأجواء العليا تتحرك

بشكل افقي معاكس بالنسبة للمرتفع الجوي أي يخرج من قمة المنخفض الجوي بحركة دورانية ليتجه مع

الاتجاه السائد للرياح العليا، بينما يدخل في قمة المرتفع الجوي هابطا إلي اسفل ليخرج من قاعدته ونظرا

لقدوم الكتل الباردة من المناطق القطبية، والكتل الدافئة من المناطق المدارية فإن التقاءهما يكون غالبا

فوق مناطق العروض المتوسطة، ونظرا لانحراف الكتل الهوائية في اثناء سيرها نحو اليمين في نصف

الكرة الشمالي، ونحو اليسار في نصفها الجنوبي، فإن الجبهتين عند التقائهما تدور الرياح حول مركز

المنخفض في اتجاه معاكس لاتجاه عقارب الساعة.

و صعود الهواء الرطب إلي اعلي في منطقة الضغط المنخفض يساعد علي تكثيف ما به من بخار الماء،

وعلي تكوين السحب الركامية، وحدوث ظواهر الرعد والبرق فيها و ربما إلي نزول المطر بإذن الله.

الفصل الثاني:

العمليات الفيزيائية المتعلقة
بتطير الغبار والرمال

1.II. مقدمة :

قد أصبح الغبار في الغلاف الجوي في الآونة الأخيرة خط المواجهة لبحوث بالنسبة للأوساط العلمية التي تتعامل مع تغير المناخ.

المصدر الرئيسي للغبار هي الصحراء الكبرى . يتم نقل كميات هائلة من الغبار كل عام من الصحراء الكبرى الى القارتين الأمريكيتين و الأوروبية .

وينبع الغبار من مناطق مصدر محددة جيدا و التي تنشط أساسا في أشهر الصيف، تعتمد كمية الغبار في الغلاف الجوي على كمية الشمس غير أن هناك اختلافات كبيرة بين السنوات في كمية الغبار . والآلية الرئيسية هي التدفئة القوية للصحراء خلال الجزء الدافئ من السنة، مما يسبب اضطرابا تتصل من 5 إلى 7 كيلومترات ويرفع كميات هائلة من الغبار إلى الغلاف الجوي.

عامل إضافي هو سرعة الرياح. وإذا كانت سرعة الرياح أكبر، فإن سرعة العتبة، التي تعتمد على نوع التربة والغطاء النباتي وحجم الحبوب، ترفع جزيئات الغبار وتقل وفق السرعة الرياح واتجاهها كما أن كمية الأمطار في سنة معينة قد تؤثر أيضا على كمية الغبار المحمول .

ويمكن القول، بثقة معقولة، إن جميع هذه المتغيرات تعتمد على تغير تقلب الحالة الشاملة من سنة

إلى أخرى [10] .

2.II. تعريف الرمال

هو مادة حبيبية طبيعية تتكون من جزيئات الصخور المفتتة الناعمة وفتات المعادن، وتُعرّف من حيث الحجم على أنها المادة ذات الحبيبات الأصغر من الحصى والأكبر من الغرين، ويختلف تكوين الرمال تبع المصادر الصخرية المحلية المكونة وظروفها (1) .



الشكل 1.II: صورة رمال (1)

3.II. آلية نقل جزيئات الغبار والرمل

إن عملية رفع الغبار الصحراوي، الذي قد يضل معلقا في الجو، على الرغم من أن الرياح السطحية قد تنخفض عن القيمة الدنيا اللازمة لرفعها .

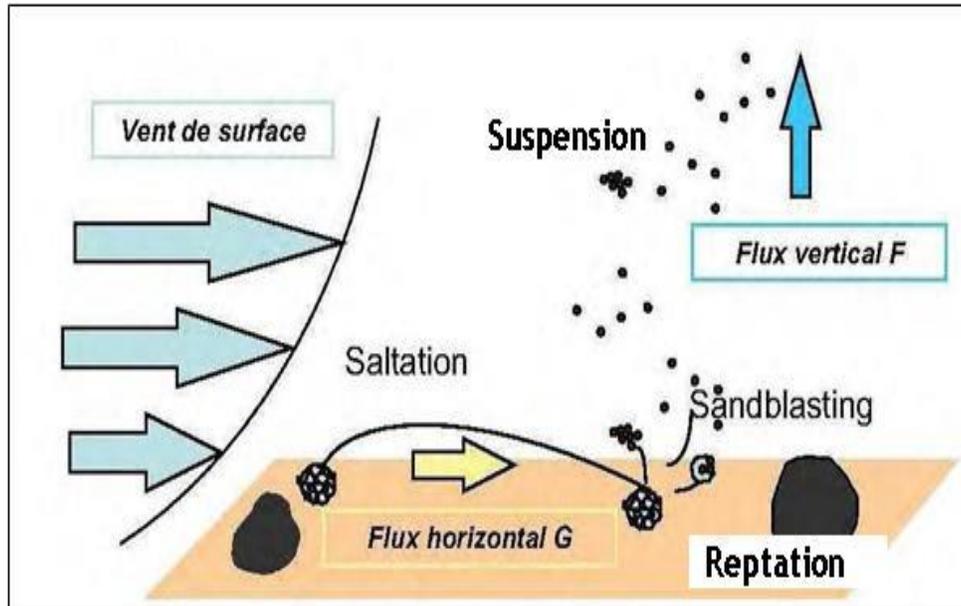
في الواقع يتم التحكم في نقل جسيمات الطبقة الحدودية بواسطة الاضطرابات و النسائم الحرارية والجبهة الأمامية.... الخ. وبالتالي يمكن نقل الهباء الجوي إلى الجو عبر مسافات طويلة لبضع ساعات وقد تصل حتى 10 أيام وفقا للظواهر الجوية التي تصادفها .

هناك تباين كبير في الفضاء والصحراء وانبعاثات الهباء الجوي الصحراوي والتي تعتمد بشكل رئيسي على سرعة الرياح والظروف السطحية للتربة المكشوفة [19] .

كل هذا يؤدي الى حقيقة ان الانبعاثات الهباء الجوي الصحراوية غالبا ما يكون لها دورة موسمية وتغيرات ملحوظة للغاية بين الأعوام. بعد انبعاثها يمكن نقل الهباء الجوي الصحراوي عبر مسافات طويلة بشكل رئيسي وفقا لاتجاهات النقل الواردة في الشكل .

وبالتالي فإن أعمدة الهباء الجوي المنبعثة من شمال إفريقيا في الغالب إلى الغرب فوق المحيط الأطلسي. يمكن أن يصل الهباء الجوي للصحراء إلى جزر الهند الغربية في الصيف. خلال أشهر الشتاء يتم نقلهم إلى الجنوب عبر المحيط الأطلسي لأمريكا الجنوبية .

ومن الواضح أن نقل الهباء الجوي الصحراوي المنبعث من الصحراء يعتمد على الدورة الجوية للغلاف الجوي وخاصة الضغط العالي المداري مثل ارتفاع ضغط الأزور، ومنطقة التقارب المدارية (Z.C.I.T) في فصلي الربيع والصيف، يتم نقلها في بعض الأحيان إلى الشمال والشمال الشرقي للوصول إلى البحر الأبيض المتوسط تسير أعمدة الغبار في شمال شرق آسيا بشكل [20] أساسي فوق بحر الصين والمحيط الهادي ينتج عن هذا على وجه الخصوص نشاط جبهات الإعصار المنغولية في شمال شرق آسيا



الشكل 2.11: آلية نقل جزيئات الغبار والرمل

1.3.II. عملية تطاير الرمال

الرمل هو مادة حبيبية طبيعية تتكون من جزيئات الصخور المفتتة الناعمة وفتات المعادن وتعرف من حيث الحجم على أنها المادة ذات الحبيبات الأصغر من الحساء والأكبر من الغرين.

تعتمد عملية رفع جزيئات الرمل والغبار على الديناميكية القريبة من سطح الأرض والتي يتم التحكم فيها بواسطة شدة الرياح ورطوبة التربة، فنجد أن نسيج التربة والغطاء الأرضي، يزداد مع حجم الجسيمات لأنها أثقل وبالتالي يصعب التقاطها بسبب الجاذبية .

أما إذا كانت الجسيمات صغيرة بما يكفي، فتكون قيمة عتبة الرياح عالية لأنه يجب عليها كسر قوة التماسكات القوية الكافية عن طريق الحفاظ على الجزيئات الصغيرة معا، ترتبط الظواهر التي تحكم تعبئة الجزيئات بالرياح بالتدفق الأفقي والتدفق الرأسي للرياح [21] .

تتطلب عملية رفع جسيمات الرمل أو الغبار من مناطق المصدر ثلاثة شروط، هي :

أولاً: يجب أن تكون الجسيمات التي تحمل تعبئتها بواسطة الرياح متوفرة بكميات كبيرة في التربة [21].

ثانياً: لا يحتاج الى كثير من العوائق على السطح (مثل غطاء النباتي) لأنها تساهم في الحد من تعبئة الجزيئات.

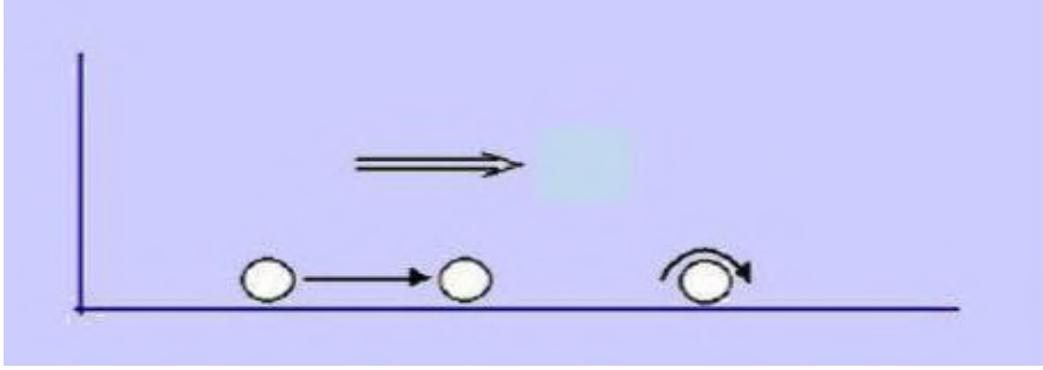
ثالثاً: ينبغي أن تكون مساهمة طاقة الرياح على السطح كافية للتغلب على القوة المتماسكة بين الجسيمات .

وفي حال عدم توفر هذه الشروط يمكن أن تحدث أنواع مختلفة من حركة الجسيمات وهي :

1.1.3.II. الزحف (la reptation)

يؤثر على الجزيئات التي يزيد قطرها عن 2مم، إنها ضخمة جدا بحيث لا يمكن رفعها، لآكن حركة

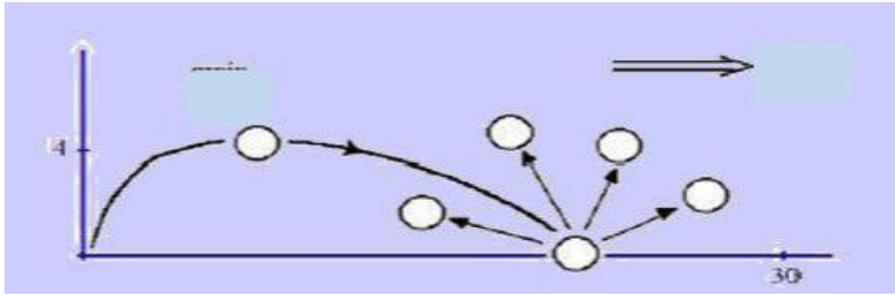
القص في الرياح على مستوى الأرض تتمكن من تحريكها أفقيا، وذلك بالإزاحة البطيئة [20] .



الشكل 3. II: عملية الزحف (la reptation) [2]

II.2.1.3. القفز (الوثب) : (la saltation)

يؤثر على الجزيئات التي يصل قطرها إلى 100um، بعد ارتفاعها يتم نقل الجزيئات الى بضعة سنتيمترات أو حتى بضعة أمتار من الأرض للبقاء في الهواء ، يجب أن تكون قوة الجاذبية المتعلقة بحجم الجسيم ورفع الهواء في حالة توازن على الأقل ،فتسقط الجزيئات الكبيرة بسرعة بالقرب من مصدرها ، ويمكن أن تشكل مجاميع على الرغم من أن الزيادة في سرعة الرياح تدريجيا تبقي الجزيئات الكبيرة في حالة تعليق عند تأثير الجزيئات الدقيقة سيتم تشكيلها وتعبئتها وبدورها إذا عادت الجسيمات المرتفعة الى الأرض وضربت جسيمات أخرى ، فإنها ترتد للأمام وتستمر العملية . كما أن القفز هو عملية فعالة للغاية لتعبئة وتحريك الجزيئات [22] .



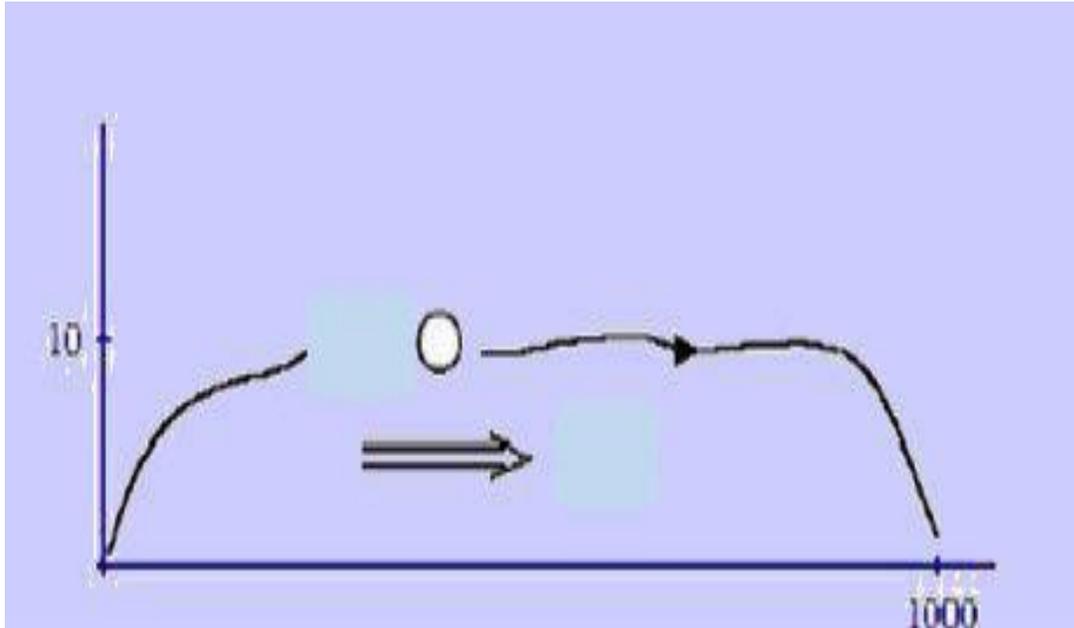
الشكل 4. II: عملية القفز (la saltation) [13]

3.1.3.II. التعليق (la suspension)

يتم رفع المواد الرسوبية عن طريق الهواء ويتم تعليقها بواسطة الرياح . إذا كانت الجسيمات صغيرة بدرجة كافية (قطرها أقل من عشرة ميكرو متر) تبقى معلقة لمدة طويلة بفعل التيارات الصاعدة القوية والقادرة على حمل أوزانها .

بمجرد انتقالها في الجو يمكن أن تبقى الجزيئات لمدة قصيرة فيه ويكون حجمها يتراوح ما بين (20 و70ميكرون) وطويلة المدى (جسيماتها أكبر من 20ميكرون) وتبقى في الطبقات العليا للغلاف الجوي وسيتم نقلها بواسطة التيارات الهوائية عبر مسافات طويلة المدى، بعيدا عن مصدرها من خلال ديناميكية الغلاف الجوي الواسعة النطاق .

إن الرياح القوية يمكن أن ترفع جزيئات الغبار العالقة حتى آلاف الكيلومترات باتجاه المصب البعيد فوق سطح الأرض عدة الآلاف من الكيلومترات باتجاه مجرى من الدوامات المضطربة والمتجدد من أجل الحفاظ عليها معلقة ،لذلك تعتمد كمية الجزيئات المنتقلة على حجمها وأيضا تكوينها المعدني وبالتالي يجب تقدير كفاءة هذه العملية لكل نوع من أنواع التربة.



الشكل II.5: عملية التعليق (la suspension) [13]

II.2.3. فيزيائية انتقال ذرات الغبار

إن تعبئة الغبار عن طريق الرياح هي ظاهرة مقيدة بشكل طبيعي بخصائص السطح (الغطاء النباتي، وخصونة التربة، والرطوبة ...) وسرعة الرياح بالقرب من السطح، يجب أن تكون الرياح قوية بما يكفي من الأرض على كامل سمك الطبقة الحدودية للسطح [13]

(CLS) لا يتجاوز سمك (CLS) عشر سمك الطبقة الحدودية ، أي بضع عشرات من الأمتار لرفع ودفع جزيئات الغبار، أظهرت الملاحظة والتجارب في المختبر أن هناك علاقة غير خطية بين حجم الجسيمات المرفوعة وسرعة الرياح ، علاوة على ذلك، فإن الجسيمات ترتفع فقط من سرعة العتبة .

الحد الأدنى من الرياح اللازمة لتعبئة الجزيئات في المناطق القاحلة وشبه القاحلة [23]، تقدر سرعة العتبة هذه [24] 6m/s .

يوضح الجدول II.1 سرعات الرياح المطلوبة لرفع الجزيئات في بيئات من مصادر مختلفة. أول جزيئات الغبار والرمل المحمولة هي تلك التي يتراوح قطرها بين 0.008 و 1 ملم ، وهذا يتطلب سرعات الرياح بين 5 و 13م/ثا

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

الجدول II.1: سرعة عتبات رفع الغبار لمختلف البيئات الصحراوية

يتطلب رفع الغبار بشكل أساسي حدوث اضطراب كبير في الطبقة الحدودية السطحية، تؤدي عملية قص الرياح عادة إلى حدوث ودوامات أفقية ترفع الغبار، استنادا إلى الأدلة التجريبية التي تشير إلى أن الرياح الأرضية تهب بسرعة 8m/s ، يجب أن تكون سرعتها على ارتفاع 305م فوق سطح الأرض حوالي 15m/s للحفاظ على جزيئات الغبار معلقة، عواصف الغبار تفضل أن تكون **CLS** غير المستقر لأن الحركات الرأسية ضرورية لرفع جزيئات الغبار على العكس من ذلك، تعمل **CLS** المستقرة على تثبيط الحركات الرأسية وتمنع رفع الغبار [24][25]

يجب أن تكون الرياح مضطربة بما يكفي لرفع الغبار و تطايرها في محيط غير مستقر أُن يكون من المناسب أن يكون لديك مؤشر واحد لتفسير في أن واحد كل من :السرعة الرياح ، الاضطراب و الاستقرار؟ هذا المؤشر يدعى سرعة الاحتكاك (تركيز اللزوجة) أو بعبارة تقنية أكثر تحرك الغبار يتناسب مع ديناميكا التدفق أو جهد التربة (الأرض) سعة الاحتكاك اللازمة لرفع التربة هي 60 m/s .

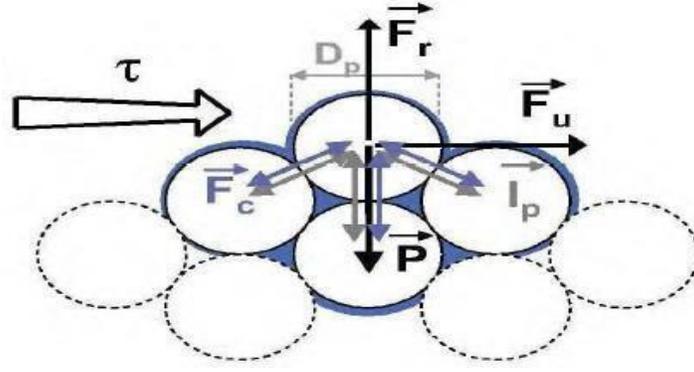
3.3.II. الظروف الديناميكية في بداية الرياح الرملية

إن عملية رفع الجزيئات المعدنية هي ظاهرة عتبة تعتمد بشكل أساسي على طبيعة التربة (خشونة ، حجم ، كتلة ، ورطوبة التربة) و الرياح (السرعة والاتجاه)، الريح في حركتها تمارس ضغط ايروديناميكي على السطح وهذا وفقا لخصائص هذا الأخير .

في الواقع قوة الاحتكاك على السطح τ يميل إلى سحب الرمل من الأرض ، بينما الثقل p ، قوة التماسك بين الجزيئات ، القوى الشعرية (عكس الجاذبية) والتي يمكن أن تكون مهمة عندما تحتوي التربة على نسبة كبيرة من الماء السائل تميل إلى الاحتفاظ بها على الأرض .

$$\vec{\tau} = \vec{p} + \vec{I}_p + \vec{F}_p \quad (1.II)$$

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



الشكل 6.11: صورة توضح توازن القوى التي تتعرض لها حبة رمل ذات القطر D_p تحت إجهاد القص τ [13]

حيث :

(D_p) قطر حبة الرمل

(\vec{F}_u) القوة الناتجة عن الحركة الديناميكية للرياح

(τ) إجهاد القص

(\vec{P}) ثقل الجسيم

(\vec{I}_p) قوى الجسيمات

(\vec{F}_c) القوى الشعيرية

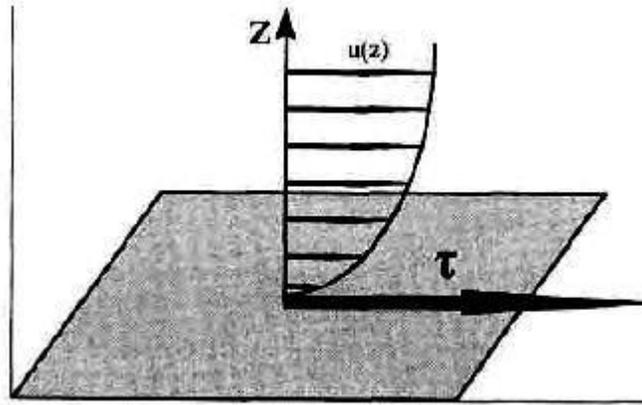
(\vec{F}_r) القوة الناتجة

يتطلب حساب هذه القوة وجود علاقة بين الريح فوق الأرض، الطبيعة الفيزيائية لهذه التربة و تأثير الرياح الوسطية السينوبتيكية على حبيبات التربة في الطبقة الحدودية من أجل تدفق رقائق على السطح الأفقي يرتبط إجهاد القص (τ) والذي تمارسه الرياح على السطح بالتدرج العمودي لسرعة الرياح (u) بعلاقة

$$\tau = \mu \left(\frac{du}{dz} \right) = \rho_a u_*^2 \quad (2.11)$$

اعتمادا على طبيعة التربة، فإن متوسط عتبة الرياح السطح z المطلوبة لرفع الجزيئات ليس

هو نفسه [2].



الشكل 7.11: تمثيل تأثير التربة على تدفق الهواء وإجهاد القص τ الذي يمارسه التدفق على الأرض [11]

يتم شرح قوة الاحتكاك كدالة لسرعة الاحتكاك (u)، المعادلة هي بعد فيزيائي يستخدم لقياس قوى الاحتكاك التي تسببها الرياح على السطح فيزيائيا تمثل سرعة الاحتكاك تجسد معدل زيادة سرعة الرياح بدالة لوغاريتم الارتفاع بالقرب من السطح الأرض في الطبقة السطحية (CLS) يتم تحديدها في وضع محايد من متوسط سرعة الرياح المقاسة على ارتفاع (Z) للأرض وتتميز بالخشونة (Z_0)

$$(3.11) \quad u_* = Ku(z)/\ln\left(\frac{z}{Z_0}\right) \quad \text{من أجل } Z > 0$$

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

(u^*) سرعة الاحتكاك (م/ث) وعادة ما تعطى ب (سم/ث)

(μ_α) معامل اللزوجة الحركية للهواء

(ρ_α) الكتلة الحجمية للهواء ، $K = 0.38$ ثابت فون كارمان Z و Z_0 خشونة السطح

اعتمادا على طبيعة التربة ، فان متوسط عتبة الرياح السطحية المطلوبة ($u(z)$) لرفع الجزيئات ليست هي نفسها في حالة الجفاف عندما يبلغ قطر الجسيم 80 ميكرون ، فان قوى الجاذبية وتماسك الجسيمات تكون متوازنة ، قوة الاحتكاك المطلوبة لرفع الجسيم في هذي الحالة هي أدنى (10 سم /ثانية)

عندما تكون الجسيمات أصغر تصبح قوة التماسك أقوى فتمنعها من التعليق، وعندما تكون الجزيئات أكبر يصبح وزنها أكبر من أن يتم رفعه في الحالة الرطبة القوى الشعرية تضاف للقوى الأخرى من أجل إبقاء الجزيئات على الأرض لأجل أي نوع من الجزيئات ،تجاوز سرعة العتبة يسمح بنقل ورفع الجزيئات يحدث

الانبعاث للهباء الجوي الصحراوي عندما تفوق قوى الاحتكاك المحثة من طرف الرياح قوى التي تعمل على ابقاء الجسيمات على سطح الأرض يتم تحديد عتبة حركة الجسيمات بواسطة سرعة الاحتكاك التي تكون القوى الهوائية (قوة الدفع و قوة الرفع) قوية بما يكفي للتغلب على قوى المقاومة وبالتالي ازاحة جزيئات صلبة قابلة لتآكل من التربة وبدء تحركاتها وهو اول من حدد عتبة الرياح لرفع الغبار (الجسيمات) u_{*t} (سرعة الاحتكاك التي تبدأ عنده حركة الجسيمات) يعبر عنه بدالة تضم كل من قطر الجزيئات والكتلة الحجمية للمادة والكتلة الحجمية للمائع (الهواء)

$$u_{*t} = A \sqrt{\frac{\rho_p - \rho_{air}}{\rho_{air}}} \cdot g \cdot D_p \quad (4.II)$$

حيث :

u_{*t} عتبة سرعة الاحتكاك (م/ث) ، A معامل تجريبي دون بعد .

ρ_{air} الكتلة الحجمية للهواء (كغ / م³) ، ρ_p الكتلة الحجمية للجسيمات (كغ/ م³) ، D_p قطر الجسيم (m)

يعتمد المعامل A على عتبة تغير نمط سريان المائع وبالتالي حساب رقم رينولدز R_t ويحسب من أجل ارتفاع يساوي قطر الجسيم D_p للزوج الحركية للهواء ν_{air} ، وعتبة سرعة الاحتكاك u_{*t}

$$R_t = \frac{u_{*t} \cdot D_p}{\nu_{air}} \quad (5.II)$$

اقترح العالمان افرسن و ويث من أجل مجموع الجزيئات القابلة للتعبئة من طرف الرياح ، تعبيران رقميان للمعامل اللابيدي ' A ' (عتبة رقم رينولدز R_t ، التغيرات المقترحة تعكس بدقة عتبة سرعة الاحتكاك لجليت وتسوكتن ، لها عيوب في التعبير عنها كدالة لعتبة عدد رينولدز R_t العيوب نفسها كدالة لعتبة سرعة الاحتكاك u_{*t} ، نتيجة لذلك فإن الإجراءات التكرارية لحساب عتبة سرعة الاحتكاك المطلوبة بحاجة الى اقطار مختلفة من الجسيمات القابلة للتعليق ، من أجل حل هذه المشكلة اقترح كل من مرتيكوريناوبرقامتي .

شكل متعدد الحدود يسمح للتعبير عن عتبة عدد رينولدز في مجال قطري يشمل حجم الجسيمات القابلة للتعبئة (من 1 إلى 1000 ميكرو متر) ، عتبة سرعة رفع الهباء الجوي الصحراوي u_{*t} تقدر ما بين 6 إلى 20 م/ث اعتمادا على طبيعة التربة .

بالنسبة لسطح الأراضي في شمال إفريقيا يتم توضيح عتبات السرعة للرياح السطحية في الجدول 2.

طبيعة السطح	u_{*t} (cm/s)	u_t (cm/s)
متوسط الكثبان الرملية	36 الى 54	5 الى 8
المناطق الرملية ، المناطق الصخرية الصغيرة	72	10
الصحراء السطحية ، مواد نهائية	72 الى 90	10 الى 13
السبخات القشرة المالحة	108 الى 126	13 الى 18
الصحراء الحجرية	144	20

الجدول 2.ii: يبين عتبة سرعة الاحتكاك u_{*t} وعتبة السرعة المتوسطة u_t بدلالة سطح الارض

يوضح الجدول II . 2 عتبات سرعة الاحتكاك بدلالة عتبات متوسط الرياح لأنواع مختلفة من الأسطح وتقدر هذي القيم لجو معزول حراريا ، تعتمد عتبة التآكل على خشونة التربة و أحجام الجسيمات القابلة للتآكل ومحتوى رطوبة التربة ، تختلف هذي العتبة من بضع عشرات السنتمترات (60 سم /ث للمناطق الرملية)الى عدة مئات من السنتمترات (100 الى 300 سم /ث بالنسبة لتربة الأسطح المغطاة و الصحاري الصخرية)ان التنبؤ الجيد بالعاصفة الرملية يتطلب معلومات دقيقة عن خصائص التربة ، شدة العاصفة الرملية والترابية وتعلق بقوة القص الرأسي للرياح في نفس الصياغ عتبة تآكل الأسطح الرطبة يستلزم مزيدا من قوة الرياح لسحب الجزيئات من الأرض ، لأن الرطوبة تزيد من قوى تماسك الجزيئات .

يمكن أن تظل العواصف الرملية التي تم إطلاقها بنفس الشدة حتى لو كانت الرياح التي تسبب بها أقل من قيم العتبة بمجرد تعليق الجسيمات في الغلاف الجوي ، يعتمد الاحتفاظ بها على هذا المستوى فقط على الظروف الجوية وعلى مقاييس صغيرة مثل الاضطراب ومقاييس اكبر مثل النسائم الحرارية او الجبهات .

1.3.3.II الشروط الحرارية

الاضطرابات الموجودة في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي اي ما بين (1500 الى 2000) ناتج عن عدم الاستقرار الحراري والتي تسمح للغبار الصحراوي بالارتفاع حيث توضح هذه العملية كيف أن العواصف الرملية تكون بسهولة اكبر وبشكل متكرر خلال اليوم وخاصة في منتصف النهار القاعدة هي نفسها كما هو الحال في الظروف الديناميكية الهوائية .

فارتفاع الرمال يسير مع عتبة سرعة الرياح ومن الضروري ان يكون الجو مضطرب بدرجة كافية الجو غير المستقر حراريا يولد اضطرابا ويعزز عملية رفع الغبار إلى حد بعيد مما يزيد من سرعة الاحتكاك على الأرض فقط في ظل الظروف المستقرة.

ولفهم هذا من المهم العودة إلى علاقة المحددة سابقا ل u_*

حيث:

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

$$\zeta = \frac{Z}{L} \text{ :معامل الاستقرار (Monin - Obuhkiv)}$$

G تسارع الجاذبية ، Q_0 تدفق الحرارة المضطرب ، k ثابت فان_كارمان (von_karman)

يتم تفسير طول (Monin-Obuhkov) يتم تفسيره على أنه يتناسب مع الارتفاع عندما تسود فيه القوى الحملية الحرارية تسود فيه القوى الحملية الحرارية على قوى الاحتكاك في الطبقة الحدية للحمل الحراري تكون قوى الحمل الحراري مساوية لقوى الاحتكاك في الارتفاع

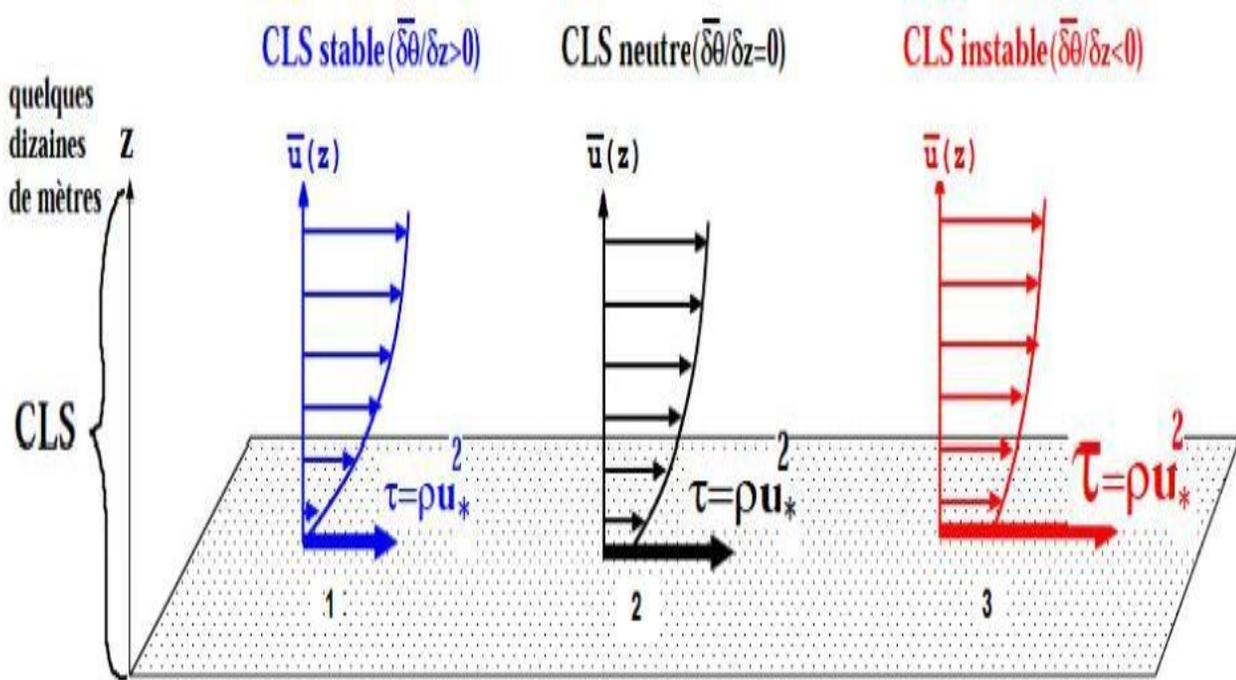
$$z = -\frac{L}{2}$$

المعامل اللابعدي ζ يسمى في بعض الاحيان معامل الاستقرار، يفسر هذا المؤشر حالة الاستقرار

للغلاف الجوي ، سالب من اجل حالة عدم الاستقرار وموجب من اجل حالة الاستقرار من المعادلة (II. 3)

$$\zeta = \frac{Z}{L} \text{ : من حسابه نجد حالات :}$$

- $\zeta > 0$ يقابل نمط حالة الاستقرار يتميز منحني الرياح العمودية بإجهاد قص أعلى من التدرج اللوغاريتمي نتيجة لذلك ، هناك القليل من الاختلاط المضطرب ، وسرعة احتكاك منخفضة مقارنة بالحالة المحايدة (الشكل 7.II على اليسار) .
- $\zeta < 0$ يقابل نمط حالة عدم الاستقرار يتميز منحني الرياح العمودية بإجهاد قص ضعيف مقارنة بتدرج لوغاريتمي ، خليط الاضطراب مهم ، وسرعة الاحتكاك أعلى منه في الظروف المحايدة (الشكل 7.II على اليمين) .



الشكل 8.II: قوة الاحتكاك بدلالة الاستقرار الحراري للـ CLS منحني الرياح العمودي وفقا لظروف الاستقرار [22] .

باستخدام المعادلة (7.II) يمكن تحديد القيم المختلفة لسرعة الاحتكاك (\bar{u}) عند قياس شدة الريح (10 أمتار) وقيم سرعة الاحتكاك (u_*) كدالة للاستقرار الحراري لـ CLS .

$u_* CLS$ (cm / s) مضطرب	$u_* CLS$ (cm / s) محايد	\vec{u} (cm / s) عند 10 أمتار
35	29	5
55	46	8
77	64	11

الجدول 3.II يبين معادلات الاحتكاك بدلالة الاستقرار الحراري لل CLS لقيم مختلفة من متوسط سرعات الرياح في عشرة أمتار

II.3.3.2. أليات الترسيب :

II.3.3.3.1. الترسيب الجاف

تترسب جزيئات الغبار على مستوى القارات أو أسطح المحيطات في ظل ظروف الجو الجافة أو الرطبة حيث يتم التحكم في الترسيب الجاف بشكل رئيسي من قبل الجاذبية الأرضية ، مما يجعل الجسيمات تستقر . يعتمد ترسيب الجسيمات الجافة على عدة متغيرات مثل سرعة الرياح ، سرعة الاحتكاك ، شدة الاضطراب واستقرار الغلاف الجوي ويعتمد معدل الترسيب من بين أمور أخرى على حجم جسيمات الاضطراب يمكن أن تلعب أيضا دورا في تعطيل تدفق الجسيمات. [10] [22]

إذا حدث اضطراب بالقرب من السطح ، يتم إيداع الجسيمات بسرعة أكبر

II.3.3.3.2. الترسيب الرطب

يحدث الترسيب الرطب عندما تكون كتل الهواء المغبرة مع كتل هوائية رطبة أو غائمة يمكن التقاط الجسيمات المعدنية مباشرة عن طريق هطول الأمطار أو قطرات داخل الماء السائل أو إنشاء نواة التكثيف من الغيوم و/ أو في نهاية المطاف تحت الغيوم وببساطة يمكن تنظيفها عن طريق قطرات السقوط بسبب هذا التقارب للرطوبة وهطول الأمطار ينظف بكفاءة كبيرة والغبار من طبقة التروبوسفير (الغبار المعلق في الهواء) وتعرف هذه العملية باسم المسح الضوئي معدل الترسيب الرطب يعتمد على معدل هطول الأمطار ومعدل قطرات السقوط

،الجسيمات التي تتراوح في الحجم من 0,1 إلى 1 ميكرون وهو أدنى معدلات الترسيب ،لذلك سيتم ترسيبها في الغالب بواسطة الترسيب.

الفصل الثالث:

جرد العواصف الغبارية
والترابية في فترة الدراسة
1996 الى 2019

5012 61222

2019 2019

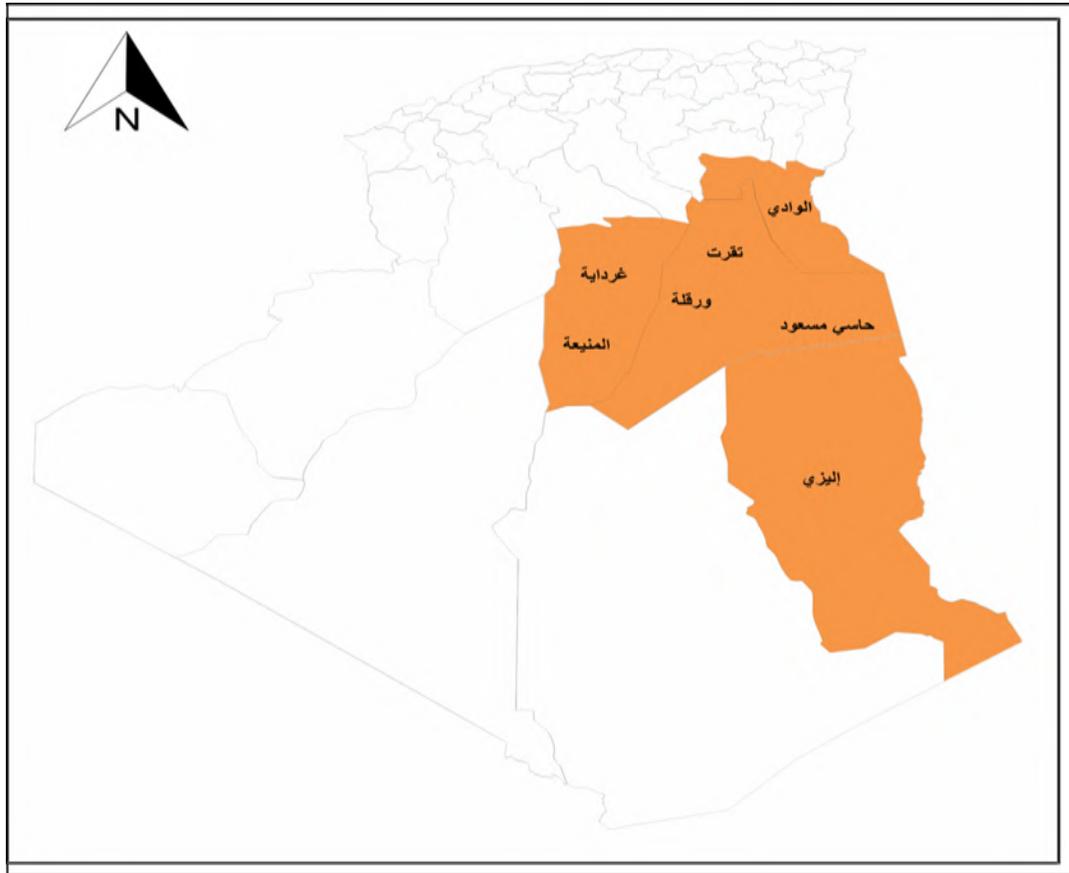
1.III. المقدمة

بعدها تطرقنا اليه في الفصل الأول والثاني من دراسة مناخية لأنماط الرياح ودورة الغبار في الغلاف والى طرق وأجهزة قياس الزوابع الرملية الترابية وايضا العمليات الفيزيائية المرتبطة بتطاير الغبار .

و سنتطرق في هذا الفصل لجرد هذه العواصف الغبارية خلال الفترة الممتدة ما بين 1996 و 2019 وسنقوم بشرح وتحليل هذه النتائج المحصلة عليها من خلال عملية الجرد .

2.III. عرض منطقة الدراسة

المنطقة المدروسة تتمثل فيا لصحراء الجزائرية والتي تشمل حوالي 85% من مساحة البلاد وهي منطقة تتميز بوجود زوابع رملية وترابية ،لتنمدر لدرستنا اختيار سبع محطات سينوبتيكية وطنية وهي : ورقلة، تقرت، حاسي مسعود ،إلزي، غرداية، الوادي، المنيعه كما تبين لنا الصورة بالألوان .



الشكل 1.III: منطقة الدراسة موضحة باللون البرتقالي (المصدر ONM)

1.2.III. أهم الخصائص الجغرافية

المحطة	خط الطول	خط العرض	الارتفاع (m)	نظام العمل	فترة الدراسة
ورقلة	05°24'E	31°56'N	138	H24	1996 - 2019
تقرت	05°06'E	33°04'N	72	H24	1996 - 2019
حاسي مسعود	06°08'E	31°39'N	152	H24	1996 - 2019
الوادي	06°47'E	33°30'N	84	H24	1996 - 2019
غرداية	03°47'E	32°23'N	503	H24	1996 - 2019
المنيعة	02°88'E	30°56'N	396	H24	1996 - 2019
إليزي	08°37'E	26°43'N	556	H24	1996 - 2019

الجدول 1.III الخصائص الجغرافية لمحطات الدراسة (المصدر ONM)

3.III. المعطيات والادوات المستعملة

من أجل دراسة الانماط السينوبتيكية للعواصف الغبارية في الصحراء الجزائرية خلال حدث
2002/11/15 والمدة ما بين 1-2016/04/5 .

المنطقة المختارة على امتداد خط الطول 20 درجة غربا الى 50 درجة شرقا ومن خط عرض 50
شمالا الى 20 درجة جنوبا استعملت في هذه الدراسة معطيات اعادة تحليل للمركز الأوروبي للتنبؤات متوسطة
المدى

(ERA – Intérim) لرسم الخرائط المستويات العليا ل 500 mb (الرياح ، الارتفاع الجهدى ، الحرارة) ومستوى 850 mb (الرياح ، الرطوبة النسبية) اما بالنسبة على مستوى سطح البحر قمنا برسم خرائط (مستويات الضغط "خطوط تساوي الضغط " ، الرياح).

III.1.3. معطيات الملاحظة

لتحديد حالات الغبار بالنسبة لمحطات الدراسة والتي عددها سبعة محطات (ورقلة ، تقرت ، حاسي مسعود ، إليزي ، الوادي ، المنيعية ، غرداية) في الفترة الممتدة من 1996 الى 2019 حيث استعملت للمقارنة بين نتائج معطيات التحليل لمحطات المركز الأوروبي لمعرفة ان كان هناك نظرة شاملة بين المحطات تسمح برسم الخرائط ، ونظرا لتشابه الحالات في جدول الجرد التي قمنا بها خلال فترة الدراسة ارتئينا الى اختيار الحالتين المذكورين سابقا ، وهذه الحالات مست المناطق الفلاحية : الوادي ، ورقلة ...

III.2. جدول جرد العواصف الترابية في فترة الدراسة 1996 الى 2019

التاريخ	المنيعية	الوادي	غرداية	حاسي مسعود	اليزي	ورقلة	تقرت	تشابه التواريخ
1996	/						13/10/1996	
1997	20/04/1997	/	/	/	/	20/04/1997	20/04/1997 21/04/1997	ورقلة + المنيعية : /04/20 1997
1998	27/05/1998 23/09/1998	/	14/07/1998 11/09/1998	/	/	08/04/1998 23/09/1998	23/09/1998	ورقلة + المنيعية : /09/23 1998
1999	14/02/1999	/	/	08/09/1999 09/09/1999	/	/		
2000	/	31/03/2000 02/04/2000 27/04/2000 30/12/2000	09/05/2000	02/04/2000 17/04/2000	/	02/04/2000 12/10/2000	03/04/2000 02/03/2000 04/04/2000 17/04/2000 12/10/2000	الوادي + حاسي + ورقلة + تقرت : /04/03+02 2000
2001	29/01/2001 15/04/2001 19/04/2001 09/11/2001	/	03/05/2001	/	/	04/05/2001 20/05/2001	20/05/2001	

2002	11/04/2002 15/11/2002	14/09/2002	07/05/2002 22/05/2002 19/08/2002 20/08/2002	11/04/2002 07/05/2002 20/08/2002 25/11/2002	/	11/04/2002 07/05/2002 19/08/2002 20/08/2002	10/04/2002 11/04/2002 07/05/2002 15/11/2002	المنبعة+ حاسي ورقطة تقرت: /04/11 2002 غرداية+ حاسي ورقطة+ تقرت : /05/07 2002
2003	28/02/2003 05/09/2003	/	31/11/2003	16/10/2003	/	04/05/2003 20/05/2003	20/05/2003	ورقطة + تقرت: /05/20 2003
2004	20/02/2004 21/02/2004 27/03/2004 28/03/2004 09/04/2004 03/05/2004 03/08/2004	03/05/2004	21/02/2004 03/03/2004 25/07/2004 12/08/2004 14/08/2004	21/02/2004 26/03/2004 03/05/2004	/	21/02/2004 03/05/2004	21/02/2004 03/05/2004	المنبعة+ غرداية حاسي+ورقطة +تقرت: /02/21 2004 المنبعة+ الوادي حاسي+ورقطة +تقرت: /05/03 2004
2005	09/04/2005 10/04/2005 16/04/2005	17/09/2005	14/02/2005 16/03/2005 29/07/2005	16/03/2005	01/03/2005	28/02/2005 16/03/2005 09/04/2005 07/06/2005 08/06/2005	16/03/2005	غرداية+ حاسي+ورقطة +تقرت: /03/16 2005
2006	22/02/2006 23/02/2006 23/04/2006	05/03/2006	23/02/2006	03/05/2006 09/08/2006 13/08/2006 15/09/2006	23/02/2006 25/04/2006 03/05/2006	23/02/2006 24/04/2006 03/05/2006	23/02/2005 03/05/2006	المنبعة+ غرداية+ اليزي+ورقطة + تقرت: /02/23 2006 حاسي+ اليزي +ورقطة تقرت 2006/5/3

2007	08/03/2007 09/03/2007	/	08/03/2007	/	21/02/2007 22/02/2007 23/04/2007 07/05/2007 06/05/2007	09/03/2007 24/04/2007 26/05/2007	09/03/2007	المنبعة+ غرداية+ ورقلة + تقرت: -8 2007/3/9
2008	/	/	18/05/2008 14/07/2008 15/07/2008 23/08/2008	19/03/2008 20/03/2008	22/03/2008 04/04/2008	/	/	
2009	06/03/2009 07/03/2009	/	/	/	12/01/2009 21/01/2009 22/01/2009 11/04/2009 04/09/2009	/	/	
2010	/	/	/	06/03/2010 07/03/2010	/	14/06/2010	/	
2011	/	29/04/2011	/	02/05/2011	/	15/03/2011 29/04/2011	15/03/2011 29/04/2011	الوادي+تقرت +ورقلة: /04/29 2011
2012	/	/	/	13/04/2012 29/09/2012	28/05/2012	/	/	
2013	/	28/01/2013 14/04/2013	14/03/2013 15/05/2013	05/03/2013 18/05/2013	/	28/04/2013	/	
2014	16/06/2014 29/11/2014	01/06/2014	02/03/2014 26/03/2014 28/07/2014	/	27/02/2014 28/04/2014 18/05/2014 06/11/2014	10/02/2014 29/03/2014	10/02/2014	
2015	/	24/02/2015	22/02/2015 25/02/2015	22/01/2015 18/08/2015 09/10/2015	08/07/2015	/	/	
2016	01/04/2016	/	05/04/2016 11/05/2016 11/08/2016	22/03/2016 01/04/2016 02/04/2016	25/03/2016 11/05/2016	01/04/2016 11/08/2016 13/10/2016	02/04/2016 13/10/2016	المنبعة+ غرداية+ الحاسي+ ورقلة+تقرت: -1 2011/4/5
2017	/	05/02/2017	/	30/06/2017	01/05/2017	10/05/2017	/	
2018	/	01/01/2018	/	01/01/2018	/	/	01/01/2018	الوادي+ حاسي مسعود + تقرت
2019	/	/	22/10/2019	22/10/2019	/	22/10/2019	22/10/2019	غرداية + حاسي مسعود + تقرت

2.3.III. معطيات إعادة التحليل المركز الاوروبي**1.2.3.III. تعريف اعادة تحليل الأرصاد الجوية**

بيانات اعادة تحليل الطقس هي بيانات الأرصاد الجوية التي يتم انتاجه من خلال الجمع بين القياسات والملاحظات من عدة مصادر مثل بيانات الطائرات والسفن ، تصحح هذه البيانات متعددة المصادر فجوات البيانات في نقاط الشبكة التي تنتجها المحاكاة باستخدام نموذج التنبؤ بالطقس باستخدام تقنيات (استيعاب البيانات) للوصول الى وصف اكثر واقعية لظواهر الأرصاد الجوية ...

تتوفر مجموعة البيانات هذه على نطاق عالمي في شكل أرشيفات في الساعة 6 صباحا بتوقيت عالمي تحتفظ المراكز العالمية للتنبؤ بالطقس بعمليات اعادة التحليل وتخضع لتصحيحات وتحسينات مع مراعات تطور الانماط الجديدة والمعايير المادية للنماذج .

2.2.3.III. أنواع إعادة التحليل

عن التقدم الكبير الذي أحرزته مراكز الأرصاد الجوية العالمية في نمذجة الأرصاد الجوية في تطوير مخططات استيعاب البيانات قد أدى الى ظهور منتجات جديدة ذات اتساق وجودة كبيرين من بين انواع إعادة التحليل المفضلة.

- اعادة تحليل (R_1) NCEP / NCAR للمركز الوطني للتنبؤ البيئي (NCEP) والمركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي (Kalnay et la 1996) .

- قسم اعادة تحليل الطاقة (NCEP / DOE) المعروف باسم (Kanami Tsu et la 2002) R_2 والتحليل الإقليمي لأمريكا الشمالية (NARR) وكلاهما تم تطويرهما بواسطة مركز NCEP
o (Massinger et la , 2004)

- عمليات اعادة التحليل ERA-40 التي اعدتها المركز الأوروبي للتنبؤ بالأرصاد الجوية متوسطة المدى (Uppal et la , 2005) تتميز اعادة التحليل بانها قادرة على توفير المعلومات المناخية في المناطق التي تكون قياسات بيانات الأرصاد الجوية نادرة أو حتى غير موجودة، كما هو الحال في المناطق الصحراوية حيث تكون شبكة القياس ضعيفة ويكون توزيع محطات الأرصاد الجوية غير منتظم للغاية.

3.3.III. ادوات القياس

1.3.3.III. برنامج GRADS

برنامج GRADS (نظام تحليل وعرض الشبكة) عبارة عن أداة تفاعلية تم تصميمها وتطويرها لسهولة الوصول الى بيانات الأرصاد الجوية ومعالجتها في نقاط الشبكة او بيانات المحطة ، يستخدم GRADS بيئة بيانات رباعية الأبعاد (خطوط الطول خطوط العرض ، المستوى الرأسي ، الوقت) يتم وضع مجموعة البيانات في مساحة 4-D باستخدام ملف واصف أو ملف التحكم في البيانات .

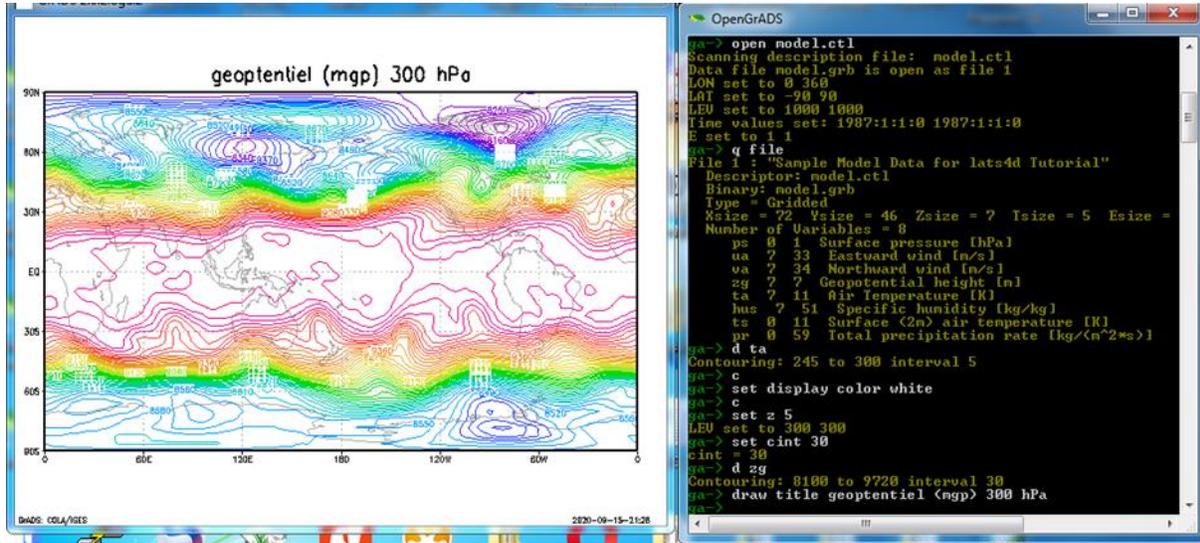
يفسر GRADS بيانات المحطة بالإضافة الى بيانات الشبكة (عند نقاط الشبكة) ، ويمكن ان تكون الشبكات منتظمة او متباعدة بشكل غير خطي او Gaussien او ذات دقة متغيرة .

يتم تنفيذ الأوامر في GRADS بشكل تفاعلي (سطر الأوامر) او كبرنامج نصي يحتوي على أوامر متعددة يتم تنفيذها مرة واحدة .

يمكن ان يكون تنسيق البيانات ثنائيا ، GRIB أو NETCDF أو HDF – SDS (مجموعة البيانات العلمية)

تم تطبيق GRADS في جميع أنحاء العالم على مجموعة متنوعة من أنظمة التشغيل الشائعة الاستخدام ويتم توزيعها مجانا عبر الأنترنت . [26]

يسمح نظام GRADS بالتصورات في خطوط الطول ثنائية الأبعاد ، وخطوط العرض و الارتفاع في المقاطع العرضية ، والتغيرات الزمنية للمعاملات . يوضح الشكل أدناه تصورا الارتفاع الجهدي (geopotential) عند مستوى 300 hpa ممثلة في النافذة اليسرى ليتم تنفيذ الأوامر في النافذة اليمنى .



الشكل III.2: برنامج GRADS

النتائج والتحليل :

في هذا الفصل نوضح نتائج تحليل مختلف الخرائط السينوبتيكية من أجل شرح الوضعية العامة للعواصف الغبارية والرملية على الصحراء الجزائرية .

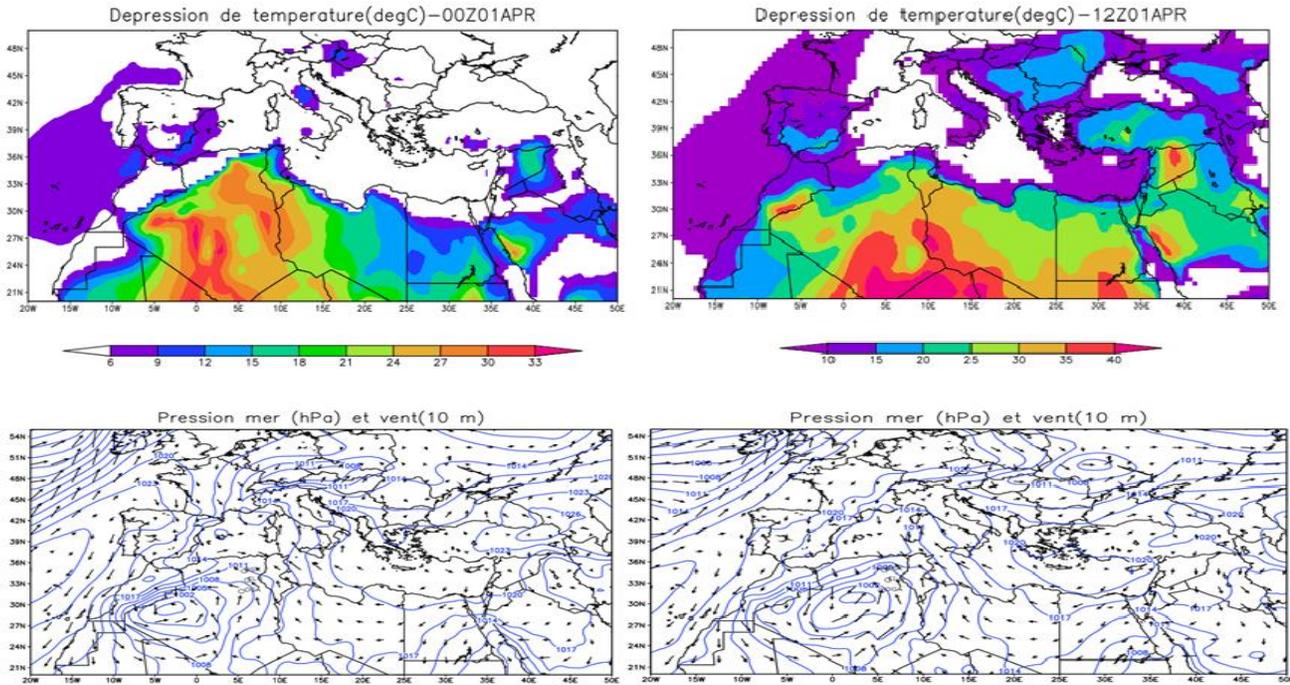
هذي الدراسة تهتم بوضعيتين سينوبتيكيتين الأولى تحوي أغلب المناطق الجنوبية (1 - 5 / 04 / 2016) وتشمل (حاسي مسعود ، ورقلة ، تقرت ، غرداية ، المنيعه) والحالة الثانية في 15 / 11 / 2002 تشمل منطقتي (تقرت ، المنيعه) .

الغرض من التحليل هو رسم الخرائط السينوبتيكية للأرصاء الجوية التي لها صلة بتطاير الرمال والغبار .

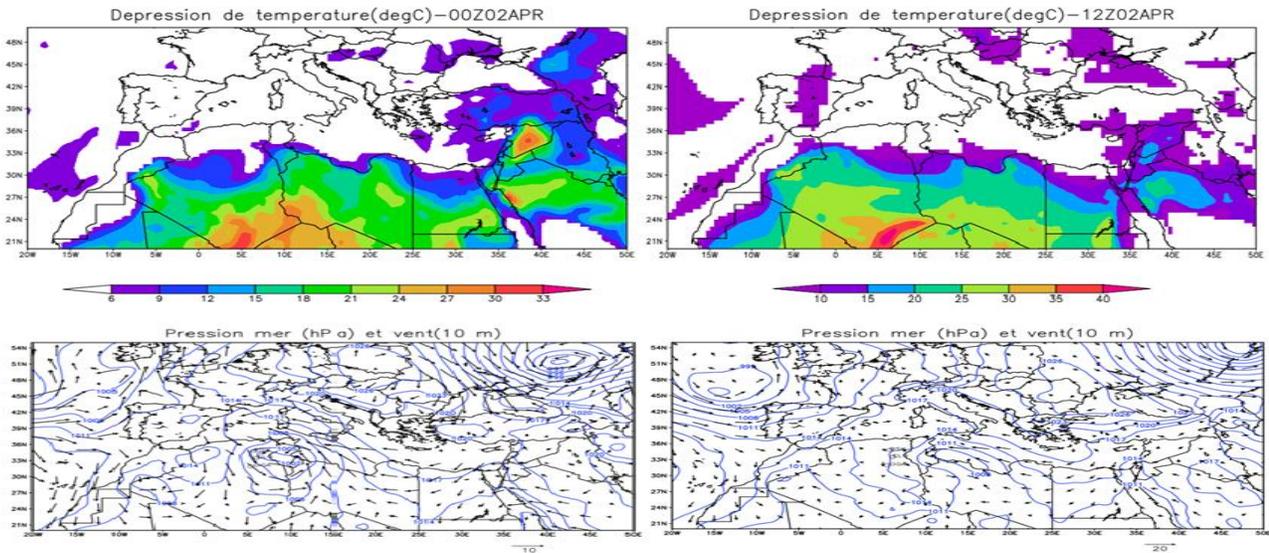
المتغيرات المتعلقة بالسطح هي (درجة الحرارة، درجة حرارة نقطة الندى () ، الضغط، حقوق الرياح).

اما في ما يخص الارتفاع اخترنا مستويين :

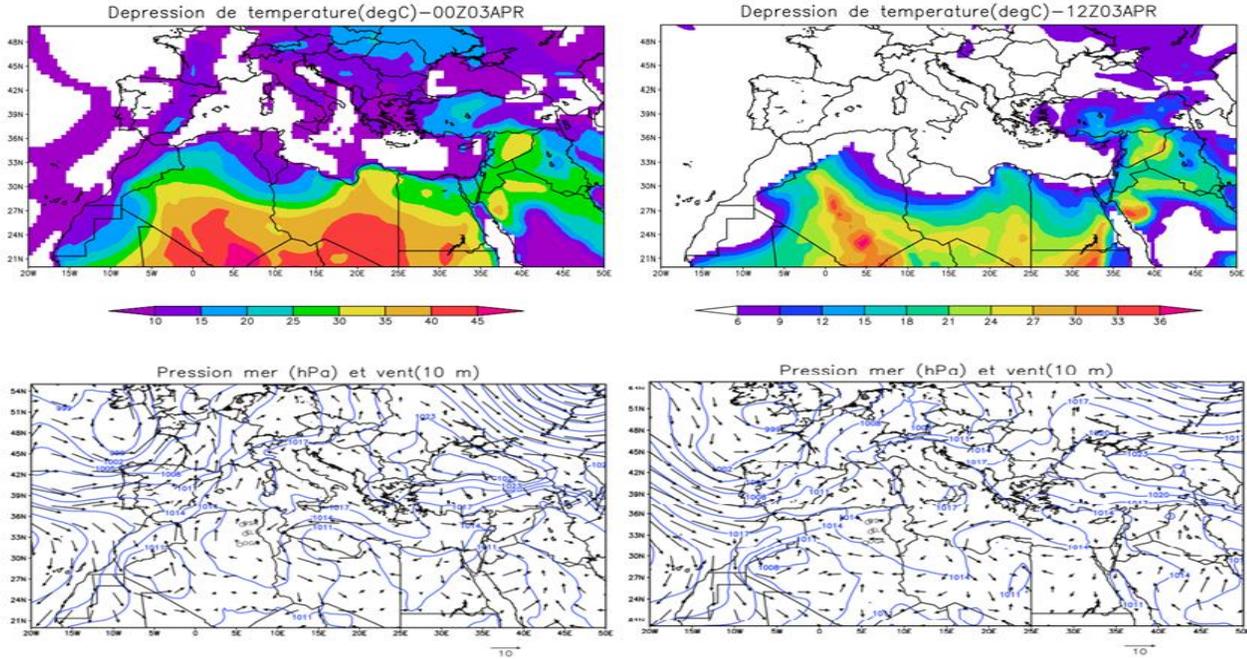
المستوى الأول هو عند $500mb$ من اجل رسم (الارتفاع الجهدي ، درجة الحرارة ، حقول الرياح) والمستوى الثاني $850mb$ خرائط التحليل تحتوي على (الرطوبة النسبية ، الرياح) .



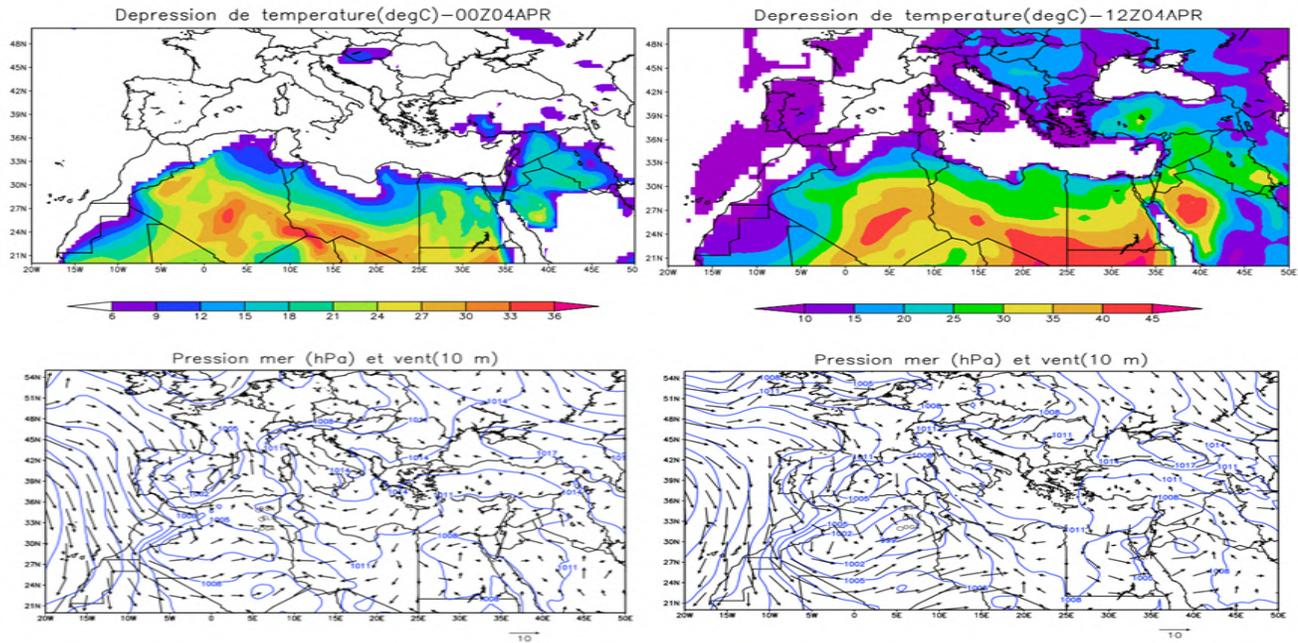
الشكل 3.III : خرائط الضغط ودرجة الحرارة (T-Td) على مستوى السطح (2016/04/01)



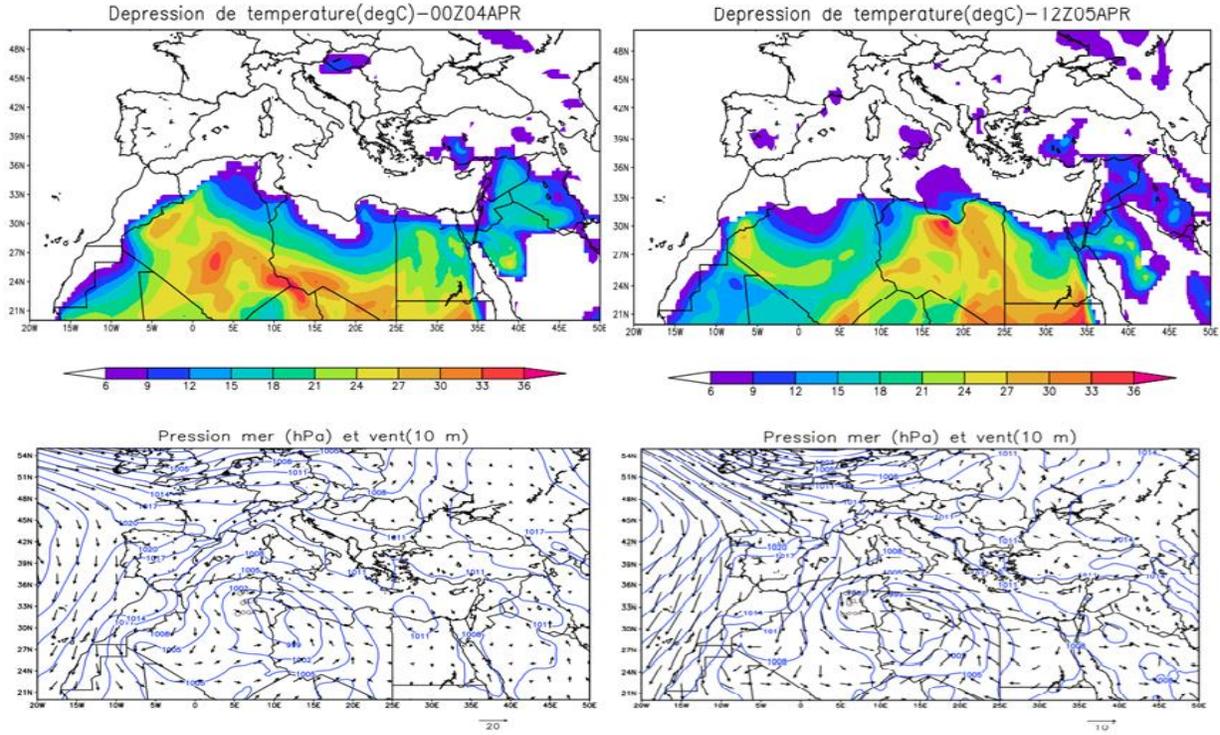
الشكل 4.III : خرائط الضغط ودرجة الحرارة (T-Td) على مستوى السطح ل (2016/04/02)



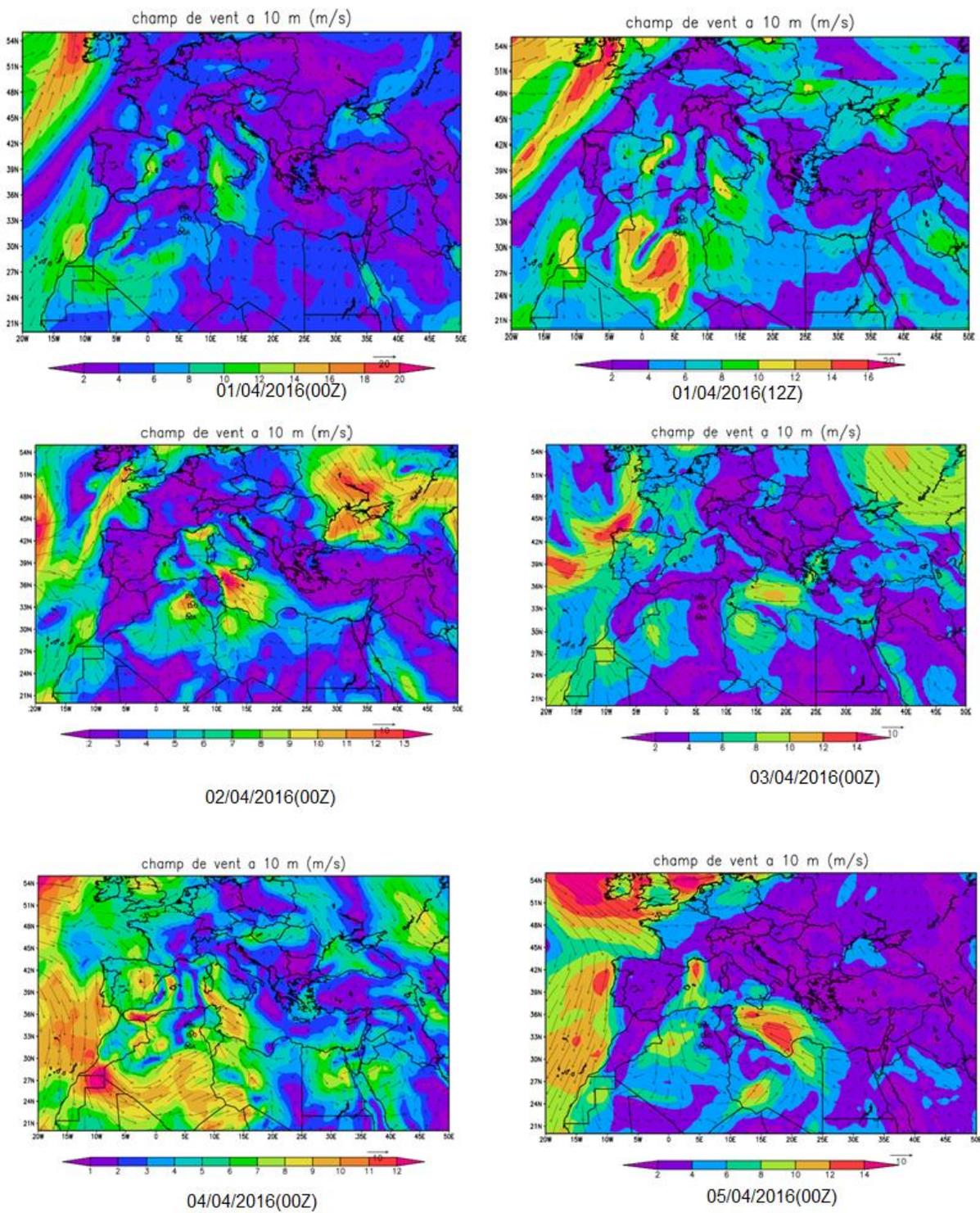
الشكل 5.III : خرائط الضغط ودرجة الحرارة (T-Td) على مستوى السطح (2016/04/03)



الشكل 6.III : خرائط الضغط ودرجة الحرارة (T-Td) والرياح على مستوى السطح (2016/04/04)



الشكل 7.III: خرائط الضغط ودرجة الحرارة (T-Td) والرياح على مستوى السطح (2016/04/05)



الشكل 8.III: خرائط سرعات حقول الرياح على مستوى السطح (2016/04/05-01)

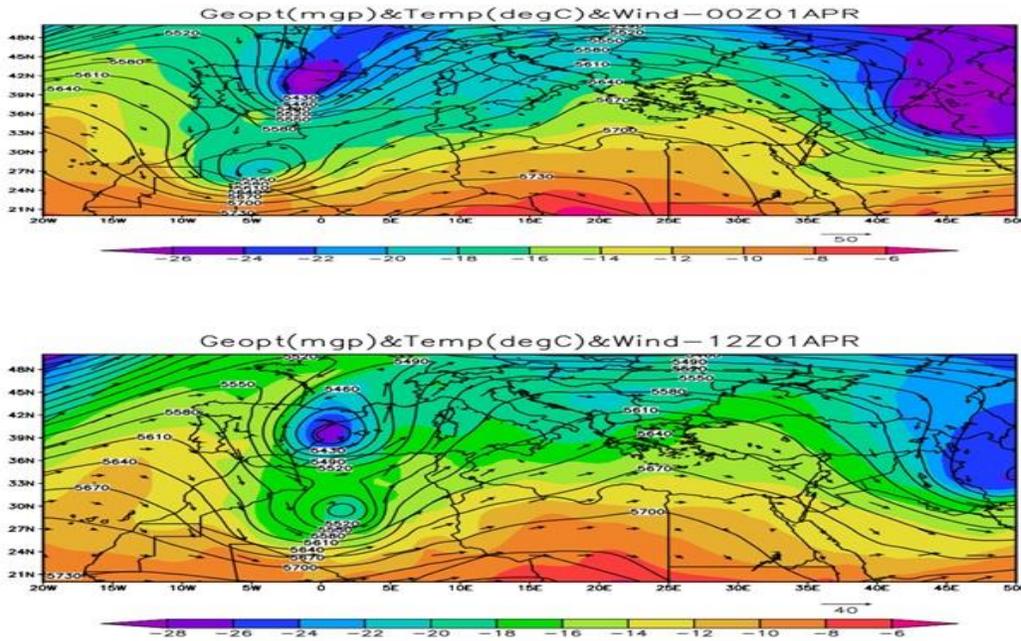
على السطح :

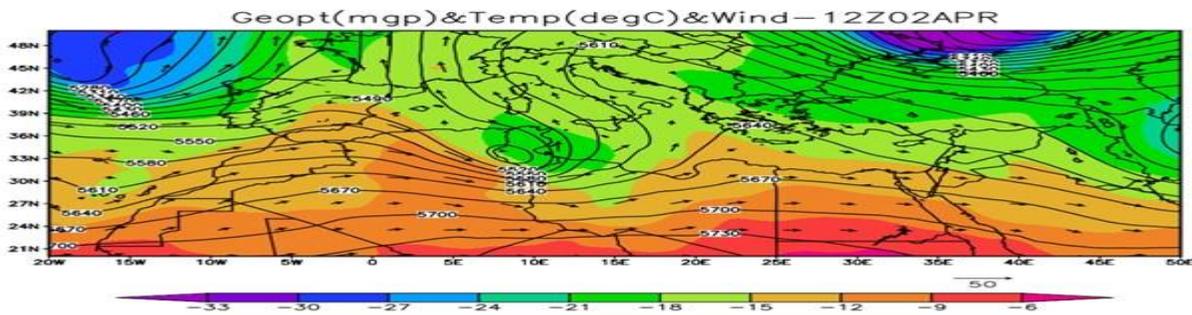
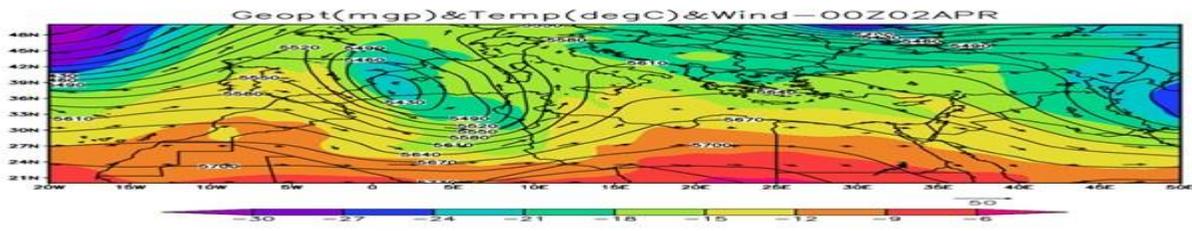
نلاحظ الصور (من الشكل 3.III الى الشكل 8.III) تمثل الخرائط السينوبتيكية على السطح و التي تحتوي على ضغط مستوى سطح البحر وحقول الرياح 10m ، نلاحظ في الفترة من 1 الى 5 أبريل 2016 تشكيل منخفض في الجنوب الغربي للجزائر بقيمة دنيا تصل الى 1000mb عند 00h .

وبعده عند 12h نلاحظ وجوده في وسط الصحراء هذا يدل على أن المنخفض انتقل بسرعة كبيرة مع ملاحظة وجود رياح آتية من الجنوب الغربي أدت الى تحريك المنخفض نحو الجنوب الشرقي ..

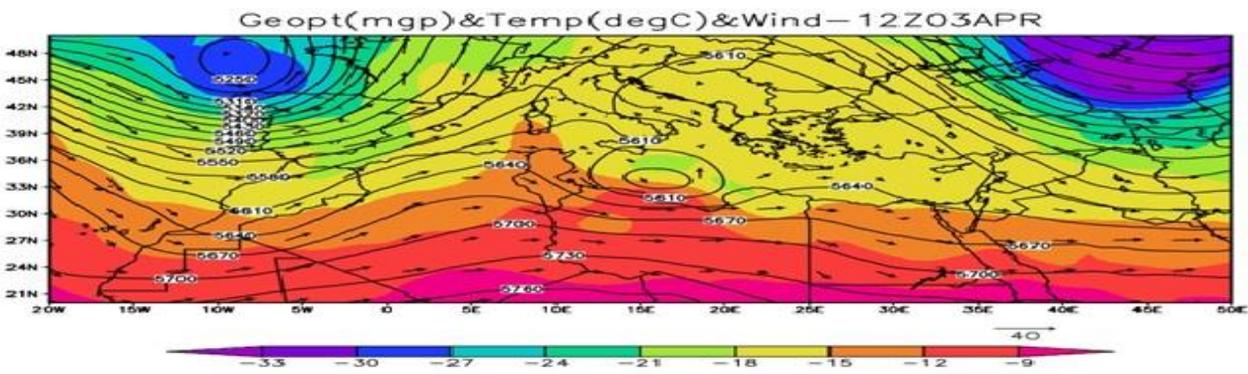
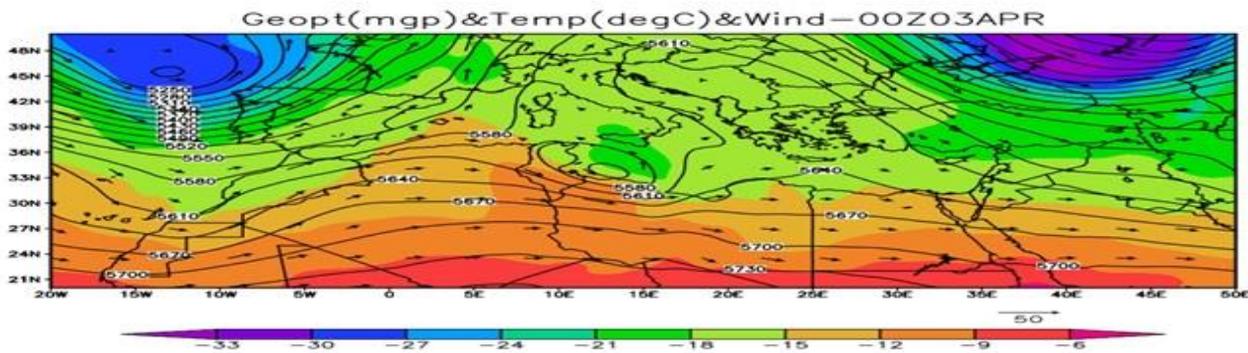
يتكرر هذا الوضع بالنسبة للخرائط الأخرى مع تشكيل منخفضات جنوبية غربية تنتقل نحو الشمال الشرقي للجزائر ، وكذلك غرب تونس ، والحد الأدنى من الضغط يتمركز بمنطقة ورقلة بقيمة دنيا تصل الى 999mb

ان تعاقب المنخفضات وشدة تدرج الضغط ولدت رياح قوية بسرعات يمكن ان تصل الى أكثر من 16 m/s وهذا الوضع يترافق مع جو جاف خالي من الرطوبة في الصحراء الوسطى مع انخفاض في درجة الحرارة يصل حتى 35°C مما سبب عواصف غبارية وترابية .

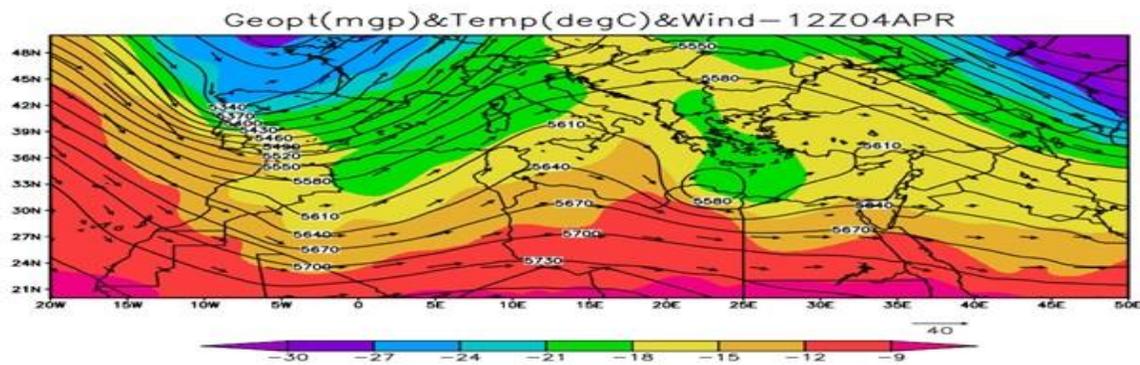
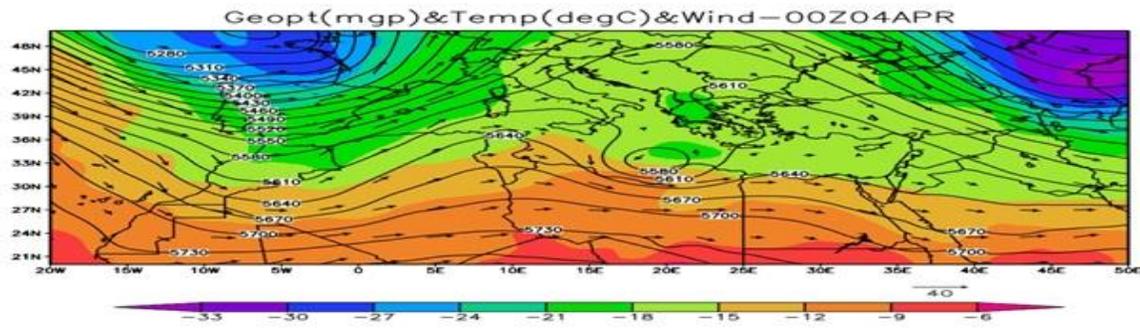




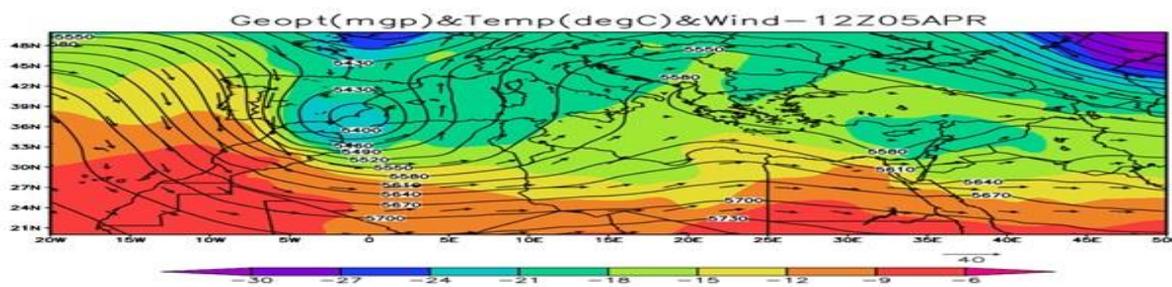
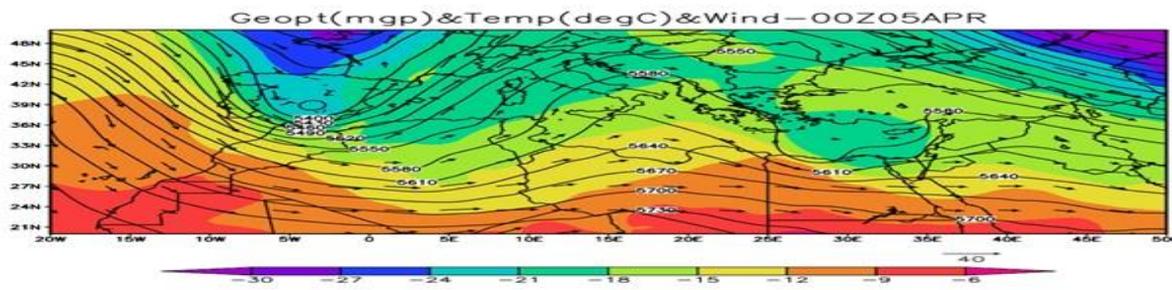
الشكل III. 10: خرائط الارتفاع الجهدي ، درجة الحرارة ، الرياح عند مستوى 500mb (2016/04/02)



الشكل III. 11: خرائط الارتفاع الجهدي والرياح ودرجة الحرارة لمستوى 500mb



الشكل III.12: خرائط الارتفاع الجهدي الرياح درجة الحرارة لمستوى 500mb



الشكل III.13: خرائط الارتفاع الجهدي ، درجة الحرارة ، الرياح لمستوى 500mb

2- الارتفاع :

1-2 على المستوى 500mb:

الأشكال من 9.III الى 13.III يمثل خرائط الارتفاع الجهدي ودرجة الحرارة وحقول الرياح ل (2016/04/01) التحليل من 00h الى 12h يظهر تشكيل اضطراب امامي بحد ادنى من الارتفاع الجهدي ، الاول في الشرق ..

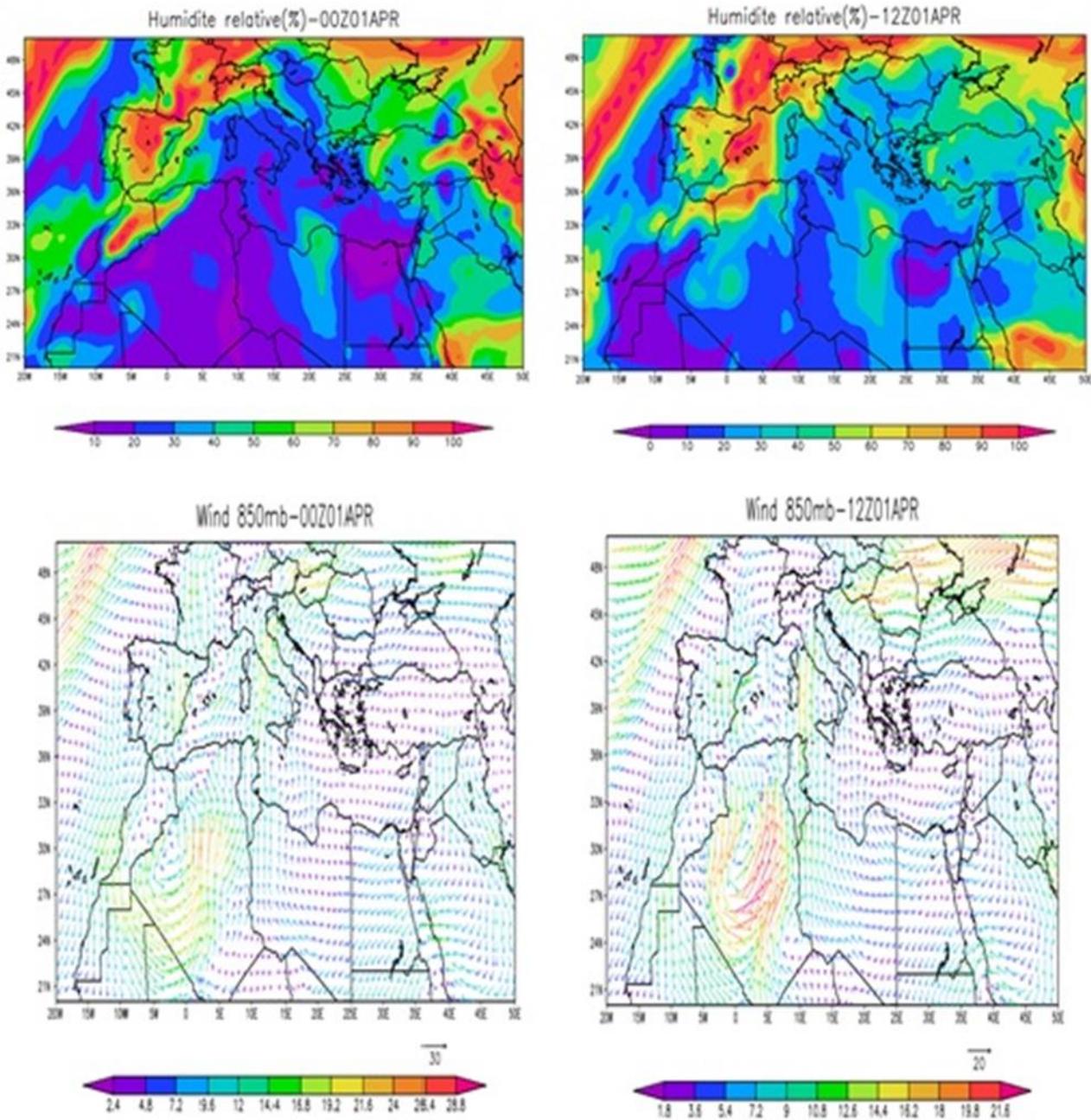
بقيمة 5430mgp مع تسرب هواء بارد بقيمة تصل الى -24°C .

و الثاني في الجنوب الشرقي للجزائر بقيمة دنيا تصل الى 5520mgp هذين النظامين يقومان بنقل رياح جنوبية شرقية كما يقومان بتشكيل جبهة متجهة نحو وسط الصحراء و واحات الجنوب الغربي لتصل البرودة الى تونس

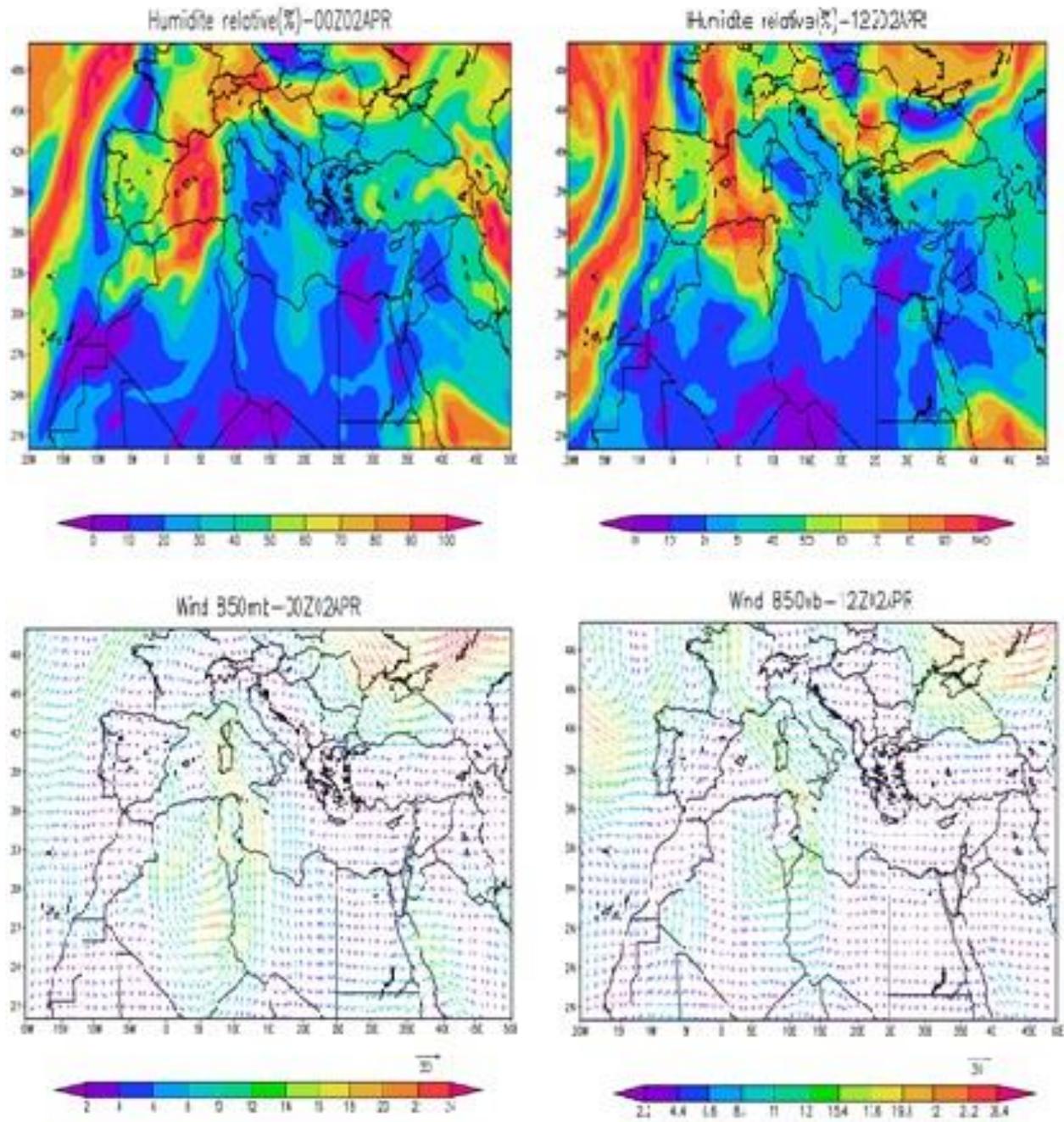
هذا النظام يضعف ويستمر في التحرك نحو جوانب ليبيا .(الشكل 12.III)

نلاحظ وجود حد ادنى اخر للارتفاع الجهدي بقيمة 5400mgp مرتبط بتسرب هواء بارد بقيمة تصل الى -24°C ليتم تشكيلها على مستوى غرب البحر الأبيض المتوسط لتصل الى الأطراف الغربية للجزائر .(ينتقل بتدفق غربي) الشكل (13.III) .

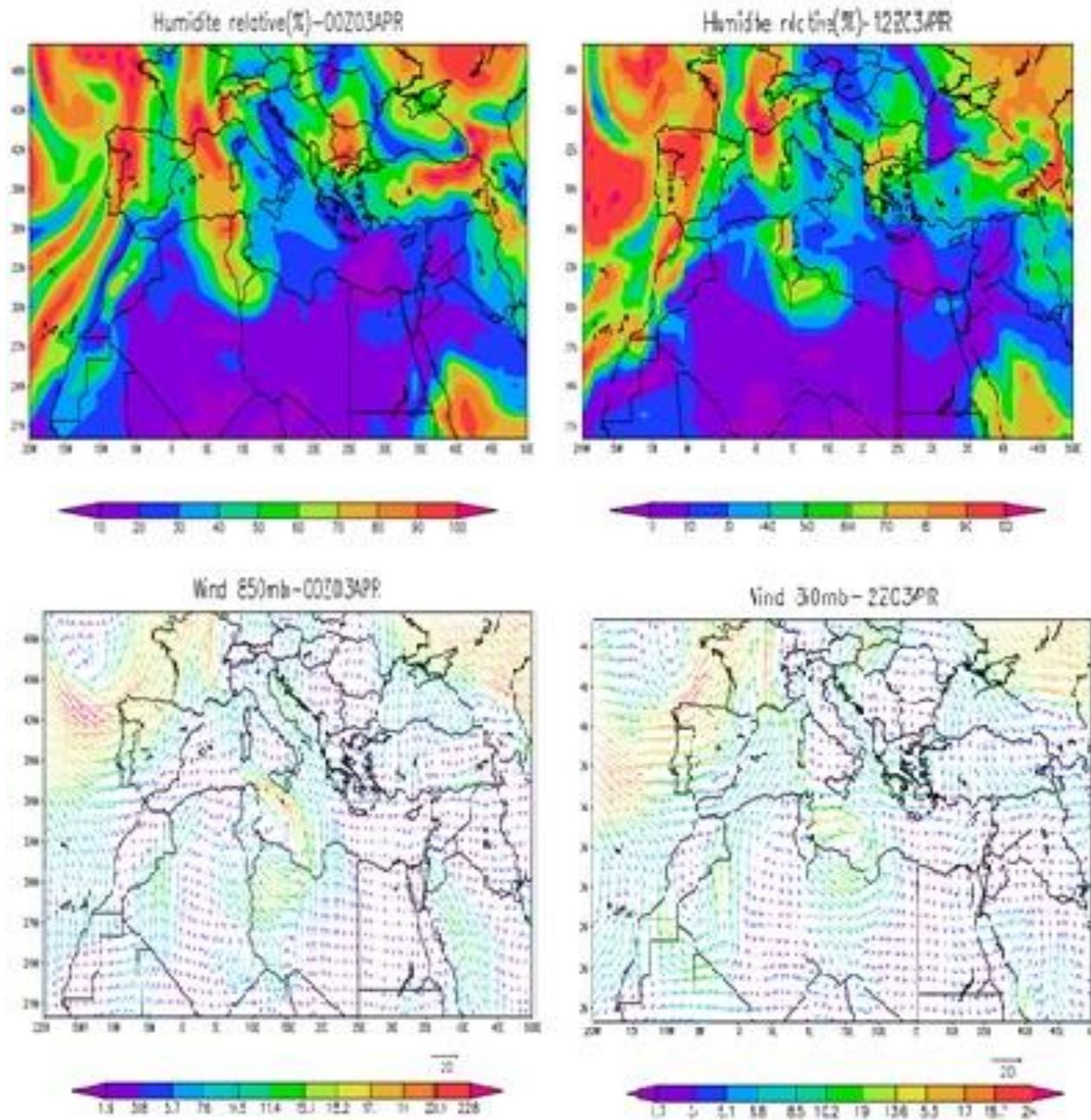
المستوى 850mb :



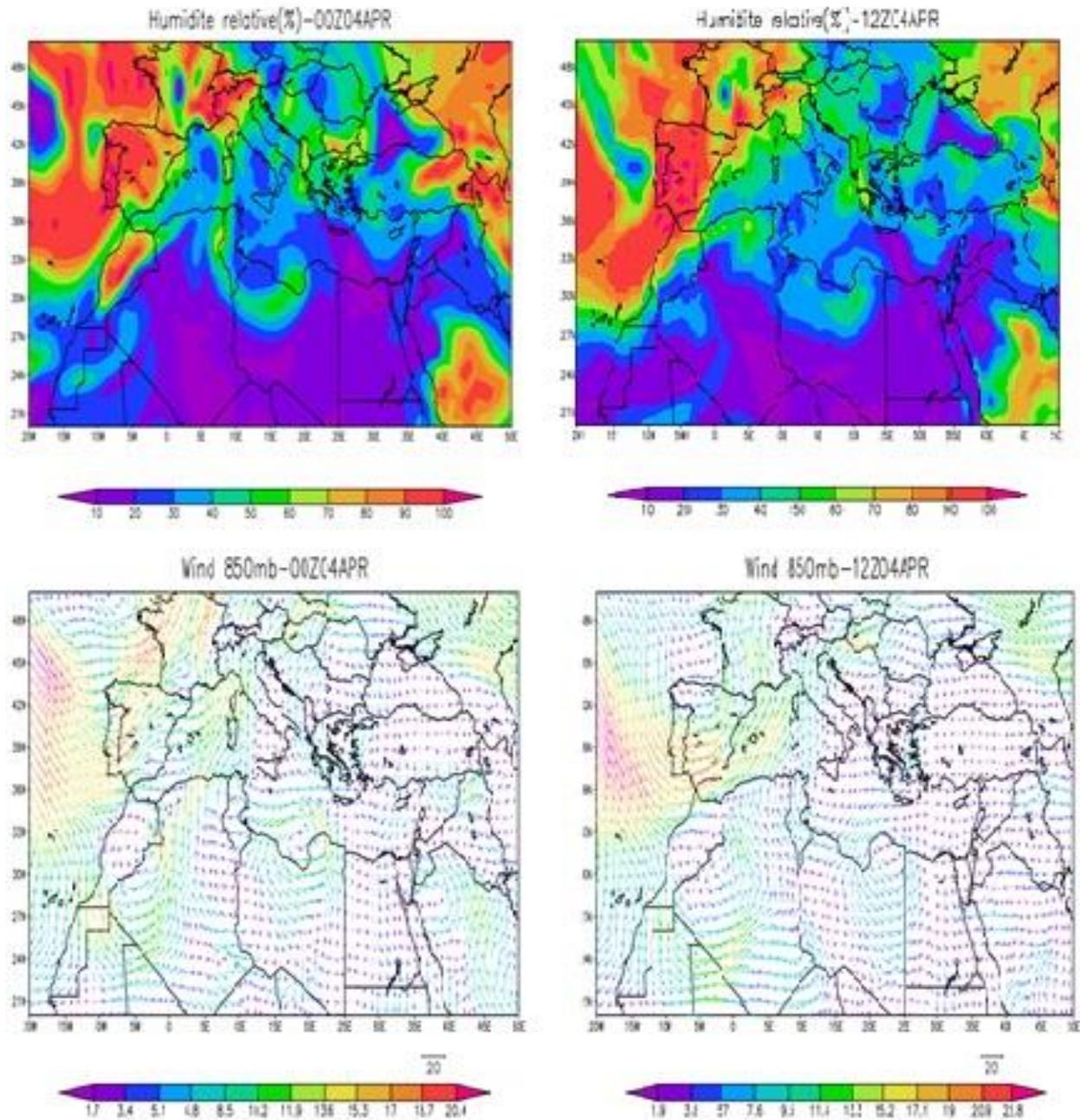
الشكل 14.III: خرائط الرياح و الرطوبة النسبية لمستوى 850mb (2016/04/01)



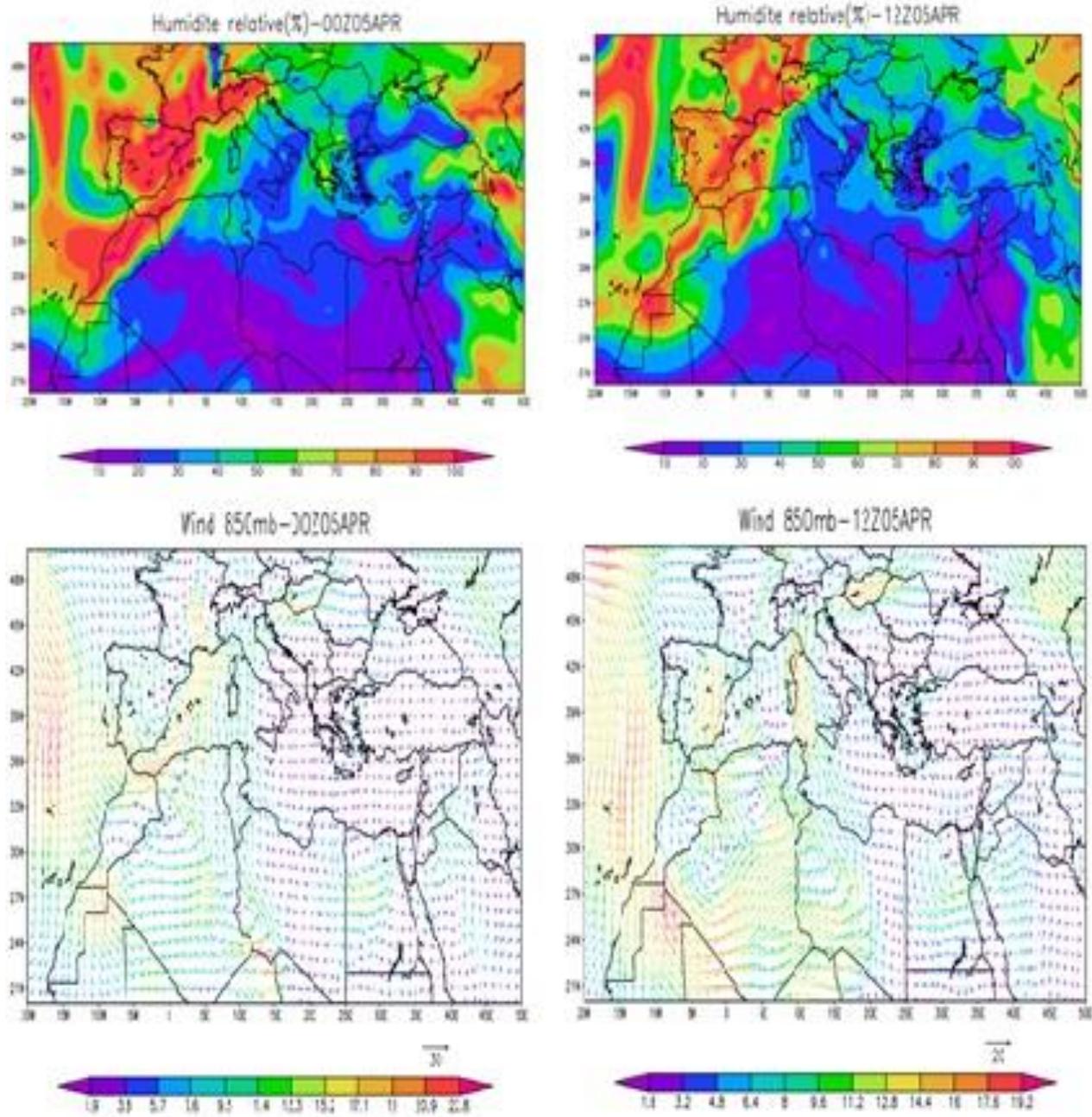
الشكل III. 15: خرائط الرياح والرطوبة النسبية لمستوى 850mb (2016/04/02)



الشكل 16.III: خرائط الرياح والرطوبة النسبية لمستوى 850mb (2016/04/03)



الشكل 17.III: خرائط الرياح والرطوبة النسبية لمستوى 850mb



الشكل 18.III: خرائط الرياح والرطوبة النسبية لمستوى 850mb (2016/04/05)

المستوى 850mb :

لتحديد جهة الرطوبة وشدة حقول الرياح في الطبقات السفلى تحلل الخرائط السينوبتيكية الخاصة بالرطوبة النسبية كذلك حقول الرياح على مستوى 850mb .

تحليل الخرائط الخاصة بالرطوبة يوضح لنا انخفاضها خلال فترة الدراسة في الطبقات السفلى للغلاف الجوي في قيم تتراوح ما بين 20% الى 30 % على مستوى الصحراء (الشكل 14.III - 18.III) .

هذا الوضع يرتبط بالرياح القوية مما يؤدي الى تصاعد الغبار وتطاير الرمال مشكلة عواصف .

الصورة من (14.III الى 18.III) .

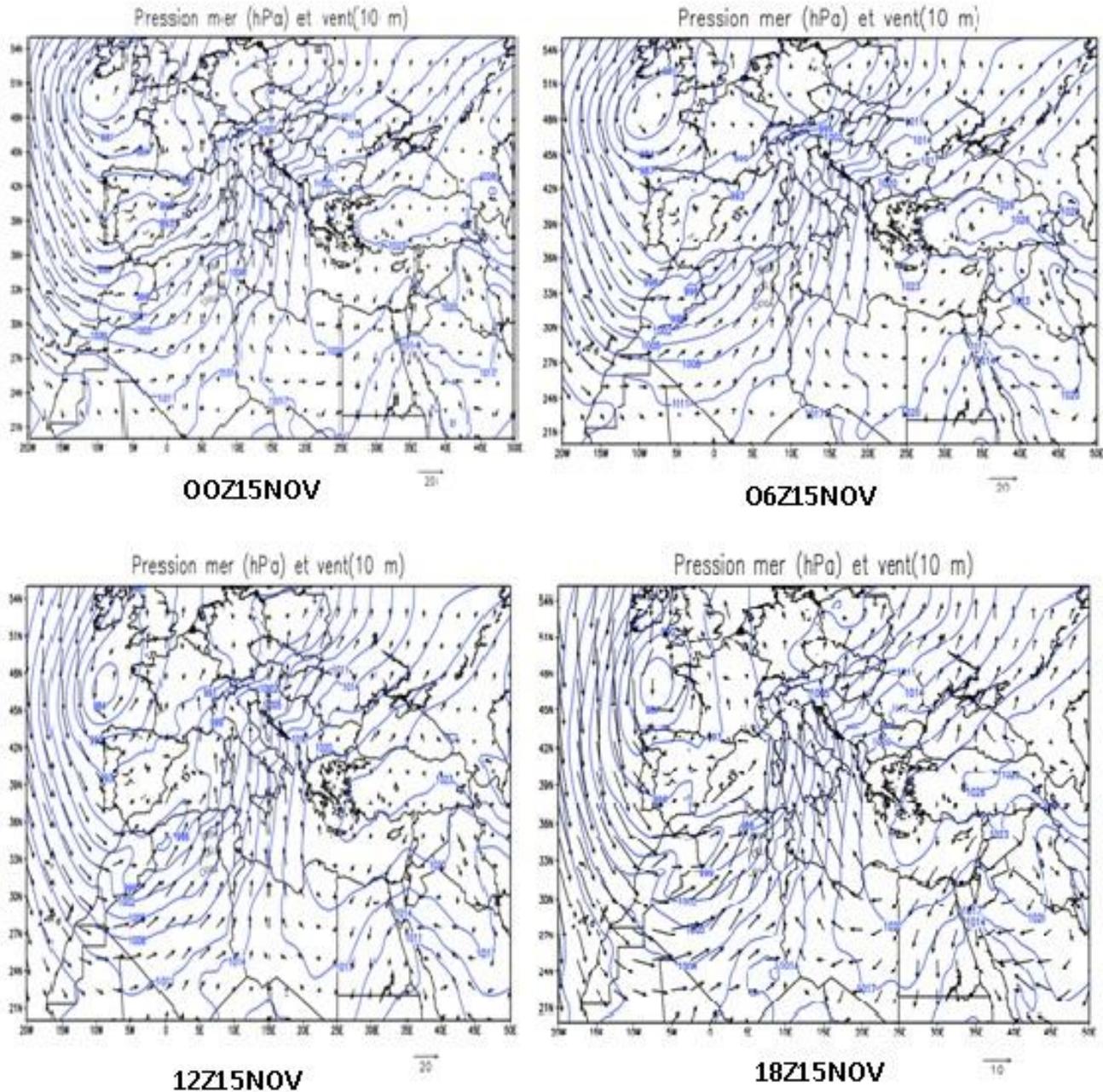
هذا الوضع يرتبط بالرياح القوية مما يؤدي الى تصاعد الغبار وتطاير الرمال مشكلة عواصف .

يظهر التحليل ان هناك مناطق رياح قوية ، في مقدمة الجبهات بسرعات تتجاوز 20m/s والتي تتعلق بمناطق الواحات والجنوب الشرقي للبلاد (الشكل 14.III) .

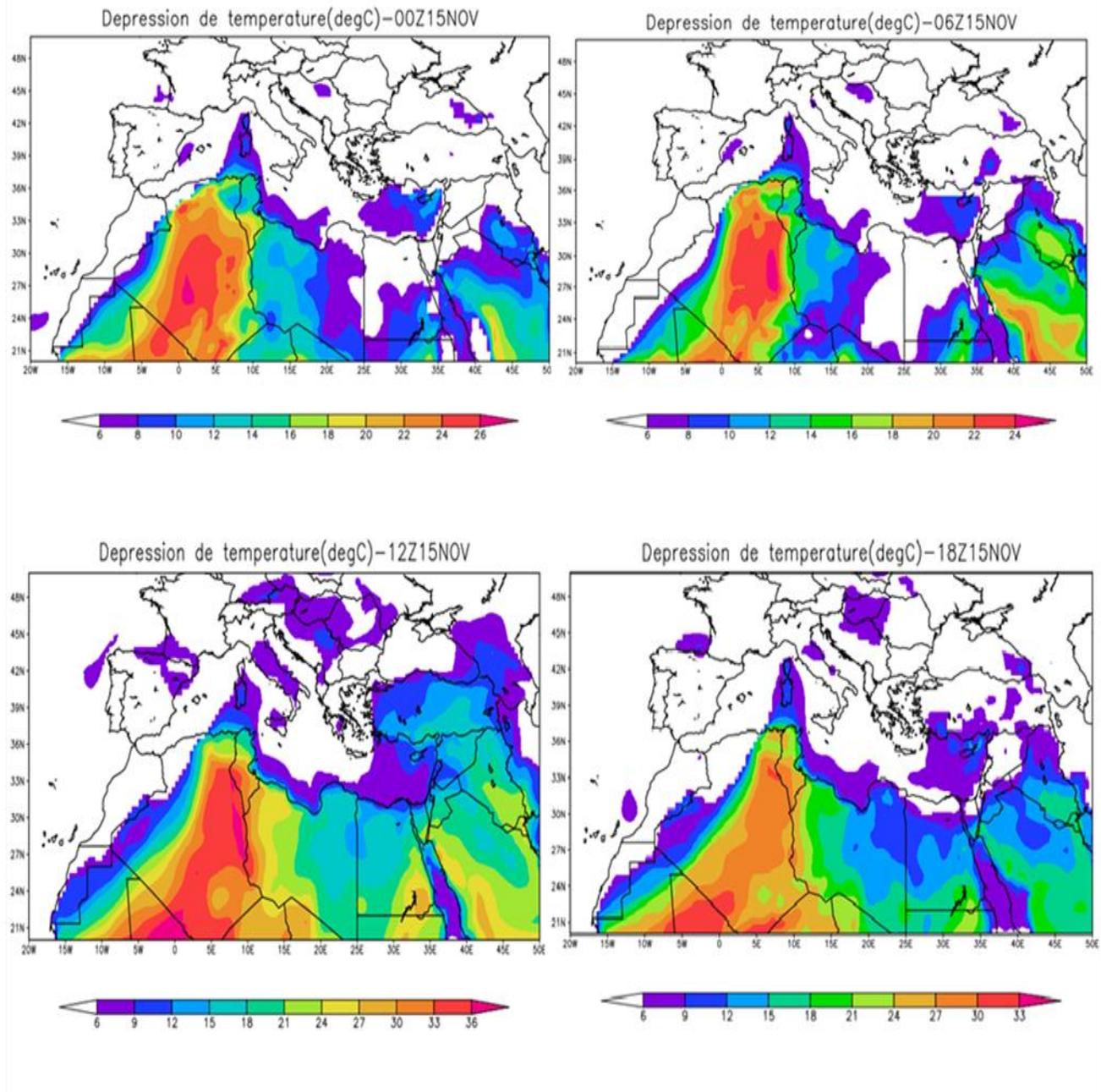
يتحرك هذا النظام بسرعة وصولا الى تونس وجوانب ليبيا خلال الأيام القليلة القادمة (الشكل 15.III ، 16.III).

خلال يومي 4 و 5 أبريل تشكلت انظمة أخرى منخفضة الكثافة في الجنوب الغربي للبلاد وتشمل منظمة الواحات والصحراء الوسطى ، كما تتغير سرعات الرياح من 9 الى 14m/s مما أدى الى اثاره الرمال على منطقتي غرداية وحاسي مسعود .

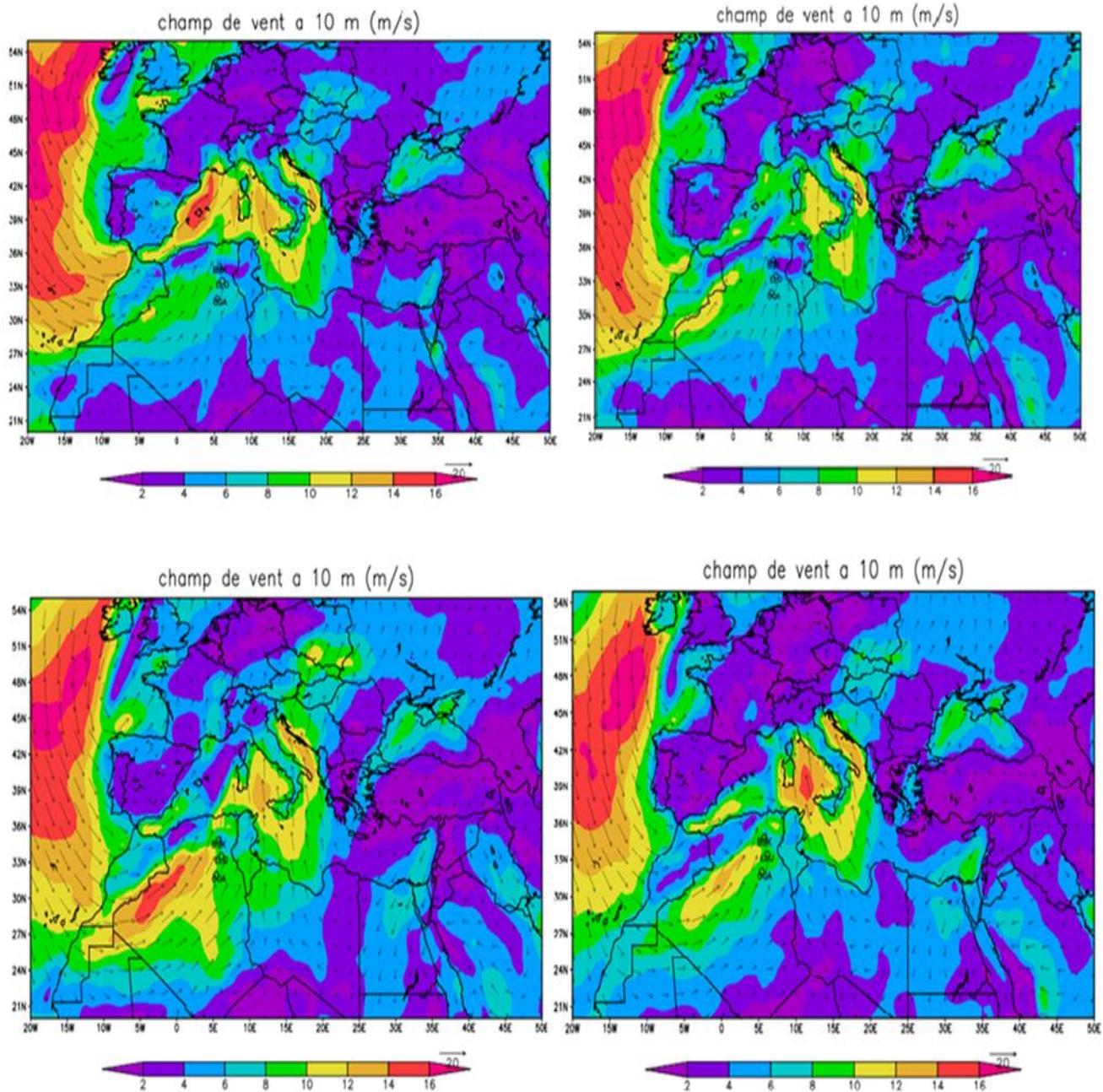
لقد اخترنا شهر نوفمبر لأنه يهتم بمنطقتين هما المنبوعة وتقرت ومن جانب اخر لأنها خلال فصل الخريف وهي فترة ذات نشاط منخفض على عكس الفترة الممتدة من فيفري الى ماي .



الشكل 19.III: خرائط الضغط لمستوى السطح (2002/11/15)



الشكل III. 20. خرائط درجات الحرارة (T-Td) لمستوى السطح (15/11/2002)



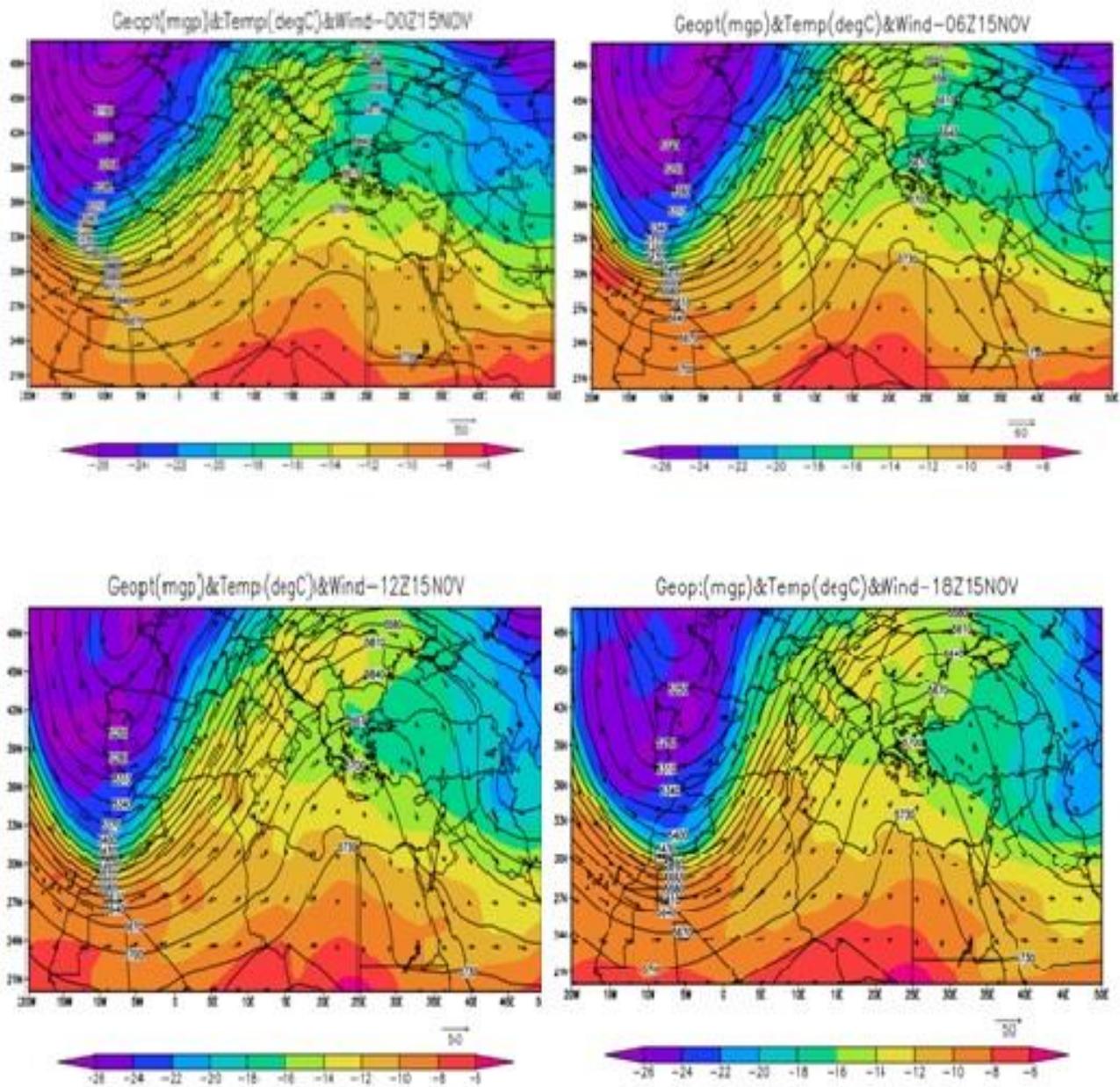
الشكل III.21: خرائط حقول الرياح لمستوى السطح (2002/11/15)

أظهرت الصورة (19.III) لضغط وحقول الرياح تكوين مستمر ل منخفضات كبيرة على مستوى السطح متمركز في خليج بساكي . بقيمة دنيا تصل الى 981mb تعمل على تدفق الرياح الجنوبية الغربية الى قطر الجزائر في 15 نوفمبر عند 00h يستمر هذا النظام على طول النهار مع تعزيز شدة الرياح .

يتم تمييز المحتوى الرطوبي المنخفض لهذا الحدث من خلال تحليل خرائط انخفاض درجة الحرارة والتي تشير الى قيم مهمة تصل الى 27°C على كامل الصحراء الوسطى ، مما يساعد على اثاره الغبار والرمل على شكل عاصفة (الشكل 20.III).

حقول الرياح على مستوى 10m (21.III) تظهر الصورة مناطق شدة الرياح السطحية القوية والتي تتراوح بين 10m/s على 00h لتصل الى 16m/s على 12h في مستوى الجنوب الغربي ومنطقة الواحات وتشمل منطقتي

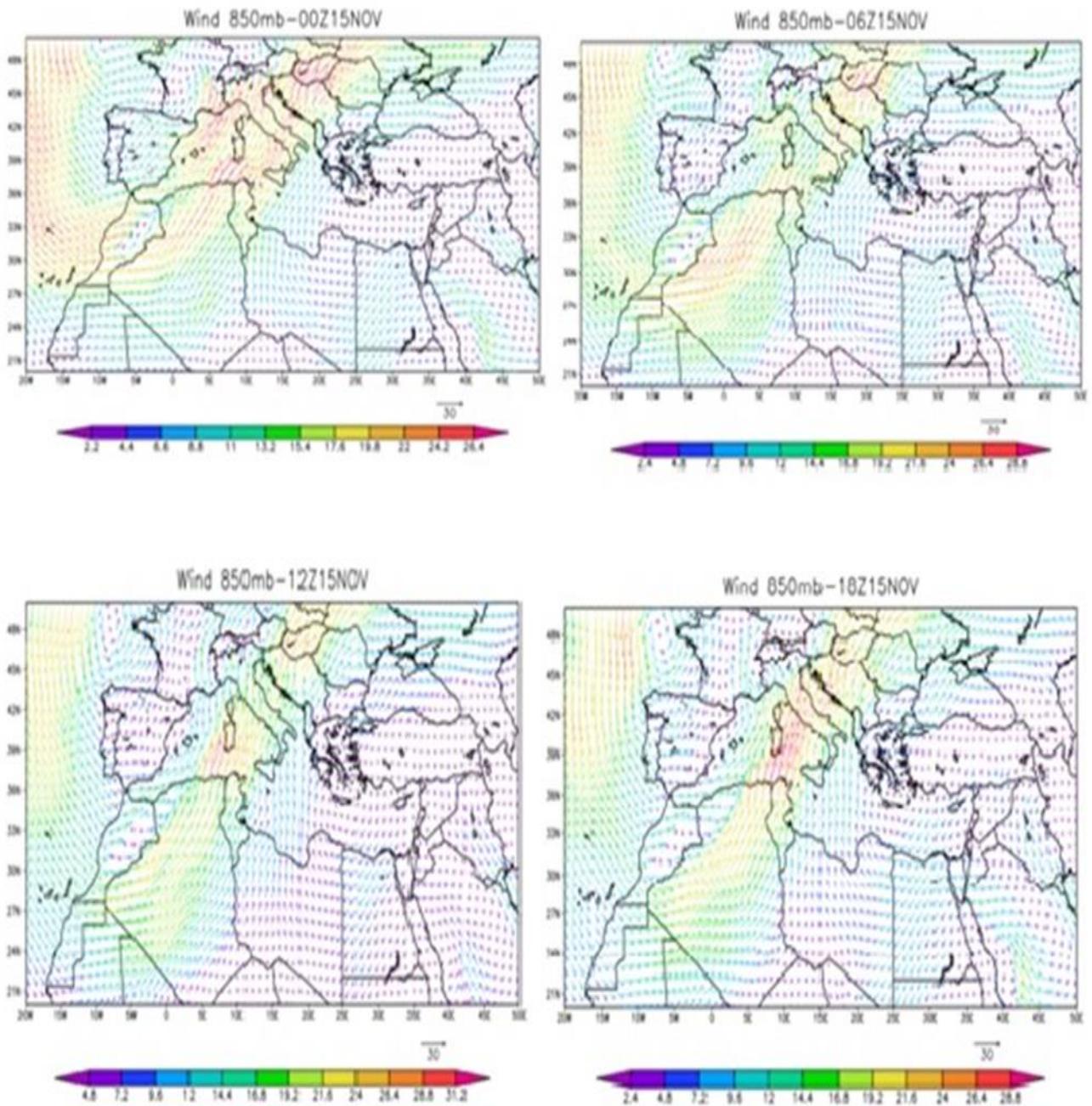
المنبوعة ، تقرت .



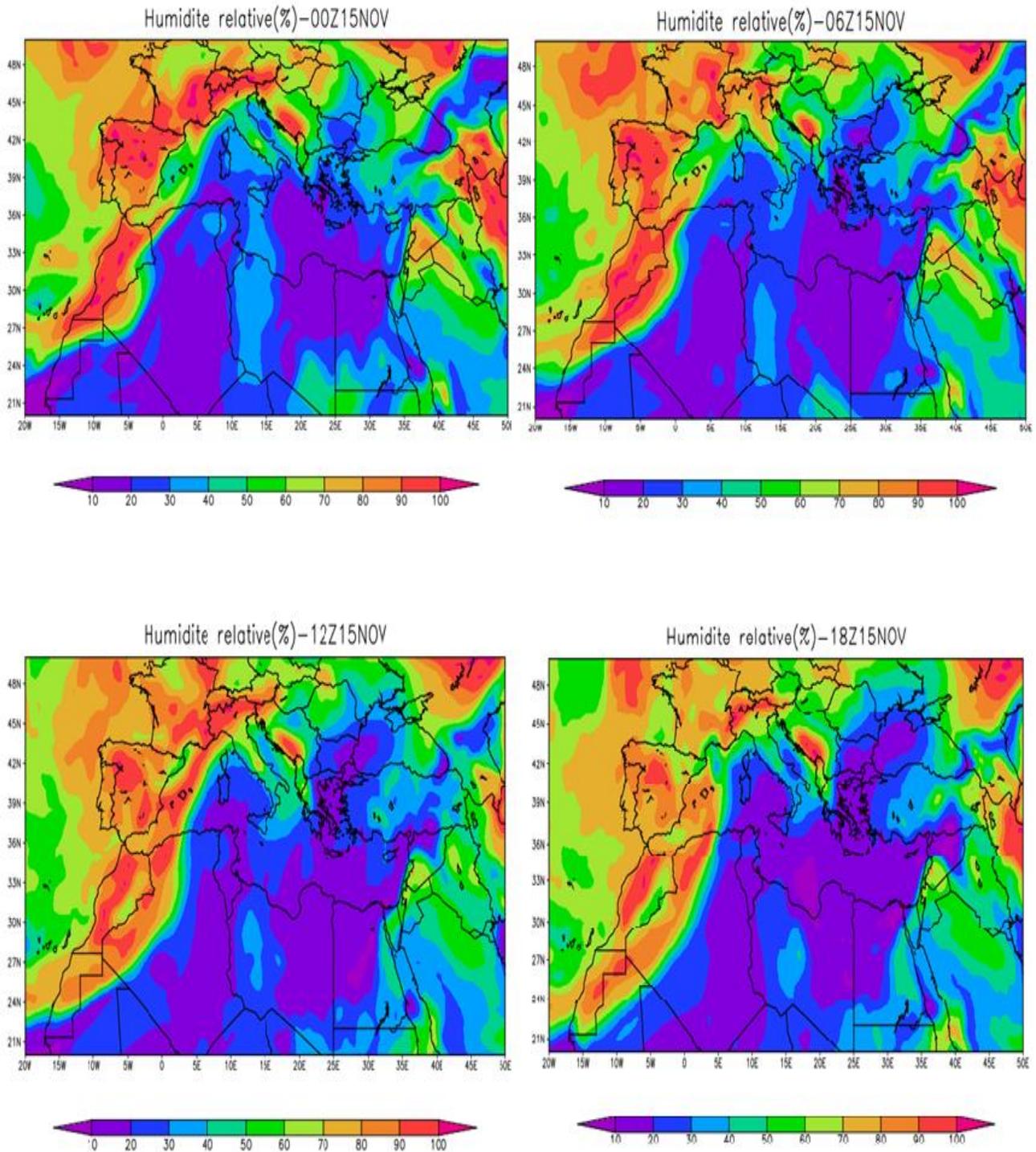
الشكل 22.III: خرائط الارتفاع الجهدى و درجة الحرارة والرياح لمستوى 500mb (2002/11/15)

على مستوى 500mb:

في المستوى 500mb تتركز مساحة كبيرة من الارتفاع الجهدى على مستوى المحيط الاطلسي بالقرب من خليج بساكي بقيمة دنيا تصل الى 5130mgp مع تسرب هواء بارد بقيمة دنيا تصل الى -26°C يتحرك نحو الجهة الشرقية للجزائر يشكل الأمامية وينتقل الهواء من الغرب الى الجنوب الغربي على كافة قطر الجزائر.



الشكل 23.III: خرائط الرياح لمستوى 850mb (2002/11/15)



الشكل III.24: خرائط الرطوبة النسبية لمستوى 850mb (2002/11/15)

عند مستوى 850mb :

من التوزي في النشاط الجبهي في الطبقات السفلى محتوى الرطوبة النسبية منخفض في الجزائر 20% وكذا تعزيز الرياح في الطبقات السفلى التي تصل حتى 28m/s ، مسببا هزات قوية تثير الغبار والرمل مشكل قمنا من خلال هذه الدراسة اختيار حالتين للعواصف الترابية حالة واسعة الانتشار عند 2016/4/5-1 والحالة الثانية ضيقة الانتشار في 2002/11/15.

الهدف من هذا هو دراسة الانماط السينوبتيكية المصاحبة لتطايير الرمال على شكل زوابع رملية وعواصف غبارية ، ولقد استعملنا لدراسة هذا معطيات اعادة التحليل ERA-40 للمركز الأوروبي لتنبؤات الطقسية متوسطة المدى ، خاصة لمستوى السطح (الضغط ، درجة الحرارة ، درجة حرارة نقطة الندى ، الرياح) وكذلك المستويين 500mb (الارتفاع الجهدي ، حقول الرياح ، درجة الحرارة) و 850mb (الرطوبة النسبية ، حقول الرياح) . قمنا برسم الخرائط السينوبتيكية لهذه العناصر (الارتفاع الجهدي ، الضغط على مستوى سطح البحر ، حقول الرياح ، الحرارة)

لتحديد الأنماط السينوبتيكية المصاحبة لإثارة الزوابع الرملية والغبارية و كيفية انتشارها مكانيا وزمينا لمقارنتها بنفس الفترة مع نتائج الملاحظة المتوفرة لنفس الفترة.

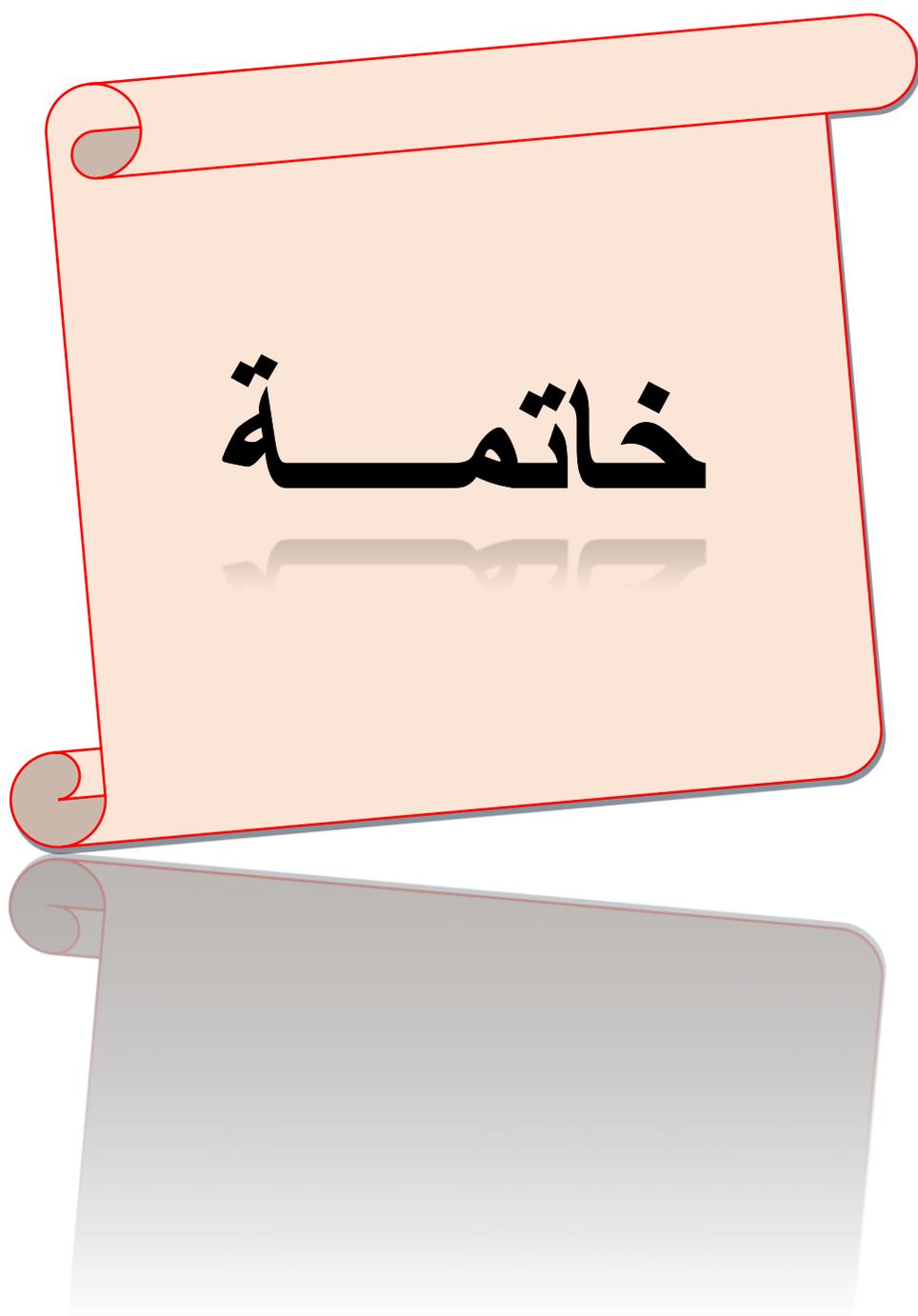
جدول 3.III المقارنة بين نتائج الملاحظة ونتائج تحليل المركز الأوروبي لتنبؤات الطقسية

الولاية	تاريخ	SDD /ERA	SDD/OBS	VIS
تقوت	15NOV 2002	8.1_10.6(m /s)	10_16(m/s)	528 m
المنيعة	15NOV 2002	7.9_11.9(m/s)	9_18(m/s)	470 m
ورقلة	01AVR 2016	6.3_9.5(m/s)	10_17(m/s)	/
المنيعة	01AVR 2016	5.2_11.5(m/s)	9_17(m/s)	230 m
حاسي مسعود	01AVR 2016	6.7_11.3(m/s)	8_13(m/s)	397 m
حاسي مسعود	02AVR 2016	7.2_3.2(m/s)	9_16(m/s)	282 m
غرداية	05AVR 2016	4.2_5.2(m/s)	8_16(m/s)	526 m
حاسي مسعود	05AVR 2016	6_8.5(m/s)	5_12(m/s)	631 m

لقد أستخلصنا من هذه الدراسة ان:

النمط السينوبتيكية الشائع هو تشكيل جبهات باردة مركزها المحيط الأطلسي بالقرب من شبه الجزيرة اليبيرية وامتدادها حتى المناطق الصحراوية على شكل منخفضات للضغط الجوي مصحوبة بي اشتداد في سرعة الرياح السطحية مشكلة عواصف رملية و غبارية . تكون عادة اتجاهات الرياح جنوبية غربية. تزداد حده هذه الظواهر مع ازدياد الجفاف و سرعة الرياح في الطبقات السفلى للغلاف الجوي .

كما استنتجنا قدرة معطيات اعادة التحليل ERA-interim للمركز الأوروبي على تمثيل الانتشار المكاني و الزماني في كلتا الظاهرتين المدروستين بصفة جيدة و ذلك مقارنة مع الظواهر المرصودة على مستوى السطح في مواقع الملاحظة بالرغم من الفرق المحسوس في سرعة الرياح السطحية و التي تكون اقل شدة بالنسبة للمعطيات اعادة التحليل ERA-interim.



خاتمة

خاتمة :

من أجل فهم الظروف الجوية المختلفة القادرة على توليد عواصف رملية وترايبية في المنطقة الجنوبية الشرقية من الجزائر ، ثم اجراء دراسة شاملة باستخدام البيانات المعاد تحليلها من المركز الأوروبي للتنبؤات (ERA-interim) لقد اخترنا ثلاثة مستويات لتحليلنا السينوبيتيكي : السطح و 850mb مستوى الطبقات المنخفضة ، مستوى 500mb(المستوى المتوسط للجو) .

ثم اخترنا حدثين مصحوبين بعواصف رملية وتقع الاول على نطاق واسع في فترة نشاط الرياح في أبريل (2016/04/5-1) والثاني على نطاق أصغر محافظا في فترة انخفاض النشاط في شهر نوفمبر (2002/11/15) .

استخدمنا برنامج GRADS لتمثيل خرائط الطقس السطحي المختلفة (خطوط متساوية الضغط ، حقول الرياح انخفاض درجة الحرارة) وكذلك مجالات الرياح والرطوبة في الطبقات السفلى (850mb) وعلا مستوى الغلاف الجوي المتوسط (500mb) ، كما قمنا بتحليل الحقول النوعية ودرجات الحرارة وحقول الرياح. ثم قارنا النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام معطيات إعادة التحليل على السطح مع السنوات التي تم ملاحظتها في محطات ارساد جوية معينة ويبرز التحليل الاستنتاجات التالية :

العواصف الرملية والترايبية التي حدثت في المناطق الجنوبية الشرقية هي أصل التكوين الحلقي الذي يحدث في المحيط الأطلسي بالقرب من شبه الجزيرة الأيبيرية والذي يؤدي الى انخفاضات سطحية فوق بلادنا مصحوبة برياح قوية .

تهب على المناطق الصحراوية و تتجلى في شكل عواصف رملية ، فان بيانات ERA المؤقتة المعاد تحليلها قادرة على إعادة بناء التوزيع المكاني والزمني للحدثين المدروسين على الرغم من التقليل من سرعة الرياح السطحية عن طريق المقارنة و الملاحظة .

قائمة

المصادر و المراجع

المصادر و المراجع

[1] A. Nuages, “Que se passe-t-il dans les nuages ?,” pp. 1–12, 2020.

[2] س. طمل and ع. ا. ا. ز. سويقات، “الزوابع الرملية و لترابية في الجزائر : الخصائص، المصادر والتوزيع،” 2019.

[3] A. Al-dousari, *Dust Phenomena – locally , regionally and globally.*, no. May. 2018.

[4] –Belkhir HEBBAL and –Nadjib TALBI, “Etude spatio-temporelle des événements de poussière et de sable sur le Sud Algérien. Validation avec l’indice de poussière IDDI.,” 2017.

[5] D. Storms, T. Relationship, W. Temperature, W. Speed, R. Humidity, and H. City, “العواصف الغبارية وعلاقتها مع درجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية في مدينة الحلة,” pp. 1–11, 2015.

[6] M. Legrand, A. Plana–Fattori, and C. N’Doumé, “Satellite detection of dust using the IR imagery of Meteosat 1. Infrared difference dust index,” *J. Geophys. Res. Atmos.*, vol. 106, no. D16, pp. 18251–18274, 2001, doi: 10.1029/2000JD900749.

[7] “Wind o,” *Environ. Heal.*, vol. 110, no. 2, pp. 80–87.

[8] “atelier-jesse-janvier-07.pdf.” .

[9] “Modeling of mineral dust. in the atmosphere: sources , transport, and optical thickness,” *Geophys. Res. VOL. 99.NO.D11.PAGES 22.897–22.914.NOVEMBER 20.1994.*

[10] A. Fekih, N. Talbi, and B. Sadaoui, “Etude spatiotemporelle des

événements de sable sur la région sud-est: Méthode de suivi et de prévision,” *Journées d’étude Sensib. sur la Quantif. du sable en transit éolien sur la lutte contre l’ensablement. Ouargla, 2007.*

[11] D. Bou *et al.*, “Afrique de l’ Ouest To cite this version : Mécanismes de soulèvement d’ aérosols,” 2010.

[12] M. H. Khadim, “The detection of dust storms using metsats salilites,” pp. 116–124.

[13] A. Afaf and H. Safa, “Simulation numérique du cycle de vie d’une tempête de sable et de poussière.”

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

[15] ف. ع. ا. ع. ا. م. احمد، “جيووموفولوجية الكثبان الرملية واطارها بمنخفض الخارجة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد،” 2016.

[16] “INSTRUMENTS Météorologiques.”

[17] M. T. Nakes, M. Legrand, P. Francois, and A. Mokhnache, “Télé-détection de l’ aérosol désertique Indice de poussière IDDI,” pp. 1–4, 2007.

[18] F. Beucher, “11.7 Conditions synoptiques favorables aux tempêtes de sable,” pp. 682–686, 2010.

[19] J. F. Kok, E. J. R. Parteli, T. I. Michaels, and D. B. Karam, “The physics of wind-blown sand and dust,” *Reports Prog. Phys.*, vol. 75, no. 10, 2012, doi: 10.1088/0034-4885/75/10/106901.

- [20] A. S. Goudie and N. J. Middleton, "Desert dust in the global system," *Desert Dust Glob. Syst.*, pp. 1–287, 2006, doi: 10.1007/3-540-32355-4.
- [21] N. Mahowald *et al.*, "Dust sources and deposition during the last glacial maximum and current climate: A comparison of model results with paleodata from ice cores and marine sediments," *J. Geophys. Res. Atmos.*, vol. 104, no. D13, pp. 15895–15916, 1999, doi: 10.1029/1999JD900084.
- [22] D. BENAOUA, "Simulation des émissions d'aérosols désertiques à l'échelle Régionale : Analyse climatologique des émissions du Nord de l'Afrique," 2014.
- [23] M. C. Todd *et al.*, "Mineral dust emission from the Bodélé Depression northern Chad, during BoDEX 2005," *J. Geophys. Res. Atmos.*, vol. 112, no. 6, 2007, doi: 10.1029/2006JD007170.
- [24] P. Ozer, "Dust variability and land degradation in the Sahel," *Belgeo*, no. 2, pp. 195–209, 2002, doi: 10.4000/belgeo.16124.
- [25] "the Step-Mountain Eta Coordinate Model: Further Developments of the Convection, Viscous Sublayer, and Turbulence Closure Schemes," 1994.
- [26] B. Doty, T. Holt, and M. Fiorino, "The Grid Analysis and Display System (GrADS)," pp. 1–148, 1994.

1. <https://ar.wikipedia.org/wiki> consulté le 20/02/2020
2. <https://sotor.com> consulté le 20/04/2020
3. <https://almerja.com> consulté le 12/04/2020
4. <https://almerja.com> consulté le 03/05/2020
5. <https://www.marefa.com> consulté le 05/05/2020
6. <https://www.arabiaweather.com> consulté le 13/04/2020
7. <https://almerja.com> consulté le 17/08/202

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة الأنماط السينوبتيكية التي تولد عواصف ترابية ورملية في الصحراء الجزائرية . تم وضع قائمة جرد لأحداث العواصف الرملية لمدة 24 سنة (1996- 2019) على أساس الملاحظات السطحية من 7 محطات سينوبتيكية (ورقلة ، تفرت ، الوادي ، غرداية ، إليزي ، حاسي مسعود المنيع) استخدمنا ERA بيانات اعادة التحليل المؤقتة من مركز التنبؤ الأوروبي متوسط المدى (ECMWF) على مستوى السطح بالإضافة الى المستويين العلويين (850mb و 500mb) للتحليل الشامل لأحداث العواصف الرملية ، ثم اجراء مقارنة بين الزمان والمكان مع البيانات السطحية وأظهرت النتائج ان العواصف الرملية تنشأ تحت تأثير الاضطرابات الأمامية التي تتشكل في المحيط الأطلسي بالقرب من شبه الجزيرة الأيبيرية مما ادى الى حدوث تدفق الجنوب الغربي على بلادنا . تظهر الدراسة أيضا أن بيانات ERA المؤقتة متوافقة مع بيانات المراقبة وقادرة على إعادة بناء أحداث العواصف الرملية في المكان والزمان على الرغم من التقليل من سرعة الرياح السطحية .

الكلمات المفتاحية: ERMWF ، خزائن الضغط ، الرياح ، الارتفاع الجهدي .

Résumé L'objectif de ce travail est l'étude des situations synoptiques génératrices des tempêtes de sable et de

poussière sur le Sahara Algérien. Un inventaire des événements de tempêtes de sable pour une période de 24 ans (1996-2019) a été dressé en se basant sur les observations en surface de 7 stations synoptiques (Ouargla-Hassi Messaoud- Touggourt-Ghardaia-ElGoléa- Eloued -Illizi). Nous avons utilisé les données réanalysées ERA-interim du centre Européen de prévision à moyen terme (ECMWF) au niveau de surface ainsi que les deux niveaux supérieurs (850 mb et 500 mb) pour l'analyse synoptique des événements de tempête de sable. Une comparaison dans le temps et dans l'espace a été menée avec les données mesurées en surface. Les résultats montrent que les tempêtes de sable prennent naissance sous l'effet des perturbations frontales qui se forment dans l'océan atlantique proche de la péninsule ibérique générant un flux de sud-ouest sur notre pays. L'étude montre aussi que les données ERA-interim sont en concordance avec les données d'observation et sont capables de reconstituer dans l'espace et dans le temps les événements de tempêtes de sable malgré la sous estimation de la vitesse du vent en surface.

Mots clés : Pression mer, géopotential, vent, ERA-interim

Abstract The objective of this work is the study of the synoptic situations generating sand and dust storms over the Algerian Sahara. An inventory of sandstorm events for a period of 24 years (1996-2019) was drawn up based on surface observations from 7 synoptic stations (Ouargla-Hassi Messaoud- Touggourt-Ghardaia-ElGoléa- Eloued -Illizi). We used ERA-interim reanalysis data from the European Center for Medium range Weather Forecast (ECMWF) at surface level as well as the two upper levels (850 mb and 500 mb) for the synoptic analysis of sandstorm events. A comparison in time and space was carried out with the data measured at the surface. The results show that sandstorms originate under the effect of frontal disturbances that form in the Atlantic Ocean near the Iberian Peninsula generating a southwest flow over our country. The study also shows that the ERA-interim data are in agreement with the observation data and are able to reconstruct sandstorm events in space and time despite the underestimation of the surface wind speed.

Key words : Sea level pressure, geopotential high, wind, ERA-interim