بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى:

﴿إن في خلق السماوات والأرض واختلاف الليل والنهار والفلك التي تجري في البحر بما ينفع الناس وما أنزل الله من السماء من ماء فأحيا به الأرض بعد موتها وبث فيها من كل دابة وتصريف الرياح والسحاب المسخر بين السماء والأرض لآيات لقوم يعقلون﴾

سورة البقرة ، أيه : 164

العواصف الترابية والرملية بمنطقة مكة المكرمة
" دراسة في الجغرافيا المناخية "

إعداد الطالبة
فيروز مذكر سالم آل سالم البيشي

بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في
(الجغرافيا الطبيعية/الجغرافيا المناخية)

إشراف الدكتور
بدر الدين يوسف محمد أحمد
أستاذ الجغرافيا المناخية المشارك بقسم الجغرافيا
بجامعة أم القرى بمكة المكرمة

كلية التربية للبنات
جامعة الملك عبد العزيز
جدة- المملكة العربية السعودية

رجب1430هـ - يوليو2009م تاريخ المناقشة(1430/7/14هـ)

العواصف الترابية والرملية بمنطقة مكة المكرمة
"دراسة في الجغرافيا المناخية"

فيروز بنت مذكر بن سالم آل سالم البيشي

تمت الموافقة على قبول هذه الرسالة أستكمالاً لمتطلبات
درجة الماجستير في [الجغرافيا الطبيعية]

لجنة المناقشة والحكم على الرسالة

	الإسم	المرتبة العلمية	التخصص	التوقيع
عضو داخلي	د/محمد صدقة أبوزيد	أستاذ مشارك بقسم الجغرافيا بجامعة الملك عبد العزيز بجدة	الجغرافيا المناخية	
عضو خارجي	د/طارق زكريا أبراهيم	أستاذ مشارك بقسم الجغرافيا بكلية التربية للبنات بجامعة الملك خالد بأبها	الجغرافيا المناخية	
مشرف رئيس	د/بدر الدين يوسف محمد	أستاذ الجغرافيا المناخية المشارك بقسم الجغرافيا بجامعة أم القرى بمكة	الجغرافيا المناخية	

جامعة الملك عبد العزيز
رجب 1430هـ .يوليو2009م (14 /7/1430هـ)

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خير خلق الله والمرسلين وعلى آله وصحبه أجمعين...

أشكر الله سبحانه وتعالى بأن منّ علي بإكمال هذه الدراسة جعلها الله خالصة لوجه الكريم ، وأنه ليسعدني أن أتقدم بالشكر الجزيل لمسئولي كلية التربية للبنات بجدة لإتاحتهم لي الفرصة للقيام بهذه الدراسة وكذلك أقدم شكري العميق لرئيسة قسم الجغرافيا بكلية التربية للبنات بجدة الدكتورة/ فاطمة الحمدان ورئيسة قسم الجغرافيا السابقة الدكتورة/ نادية باعراقي، كما أنه يسعدني أن أتقدم بجزيل الشكر والامتنان لسعادة الدكتور/ بدر الدين يوسف محمد أحمد لما بذله من مجهود لمتابعة هذا البحث ولتوجيهاته القيمة وتشجيعه الدائم لي خلال فترة قيامي بهذه الدراسة ، فجزاه الله عني خير الجزاء.

وكذلك أقدم شكري وتقديري لكل المسئولين في وزارة الزراعة ووزارة المياه والكهرباء والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة لمساهمتهم في إمدادي بالبيانات المناخية التفصيلية التي يتطلبها البحث وكذلك أشكر الدكتور/ عبد الوهاب مشاط من كلية الأرصاد على ملاحظاته القيمة وتوفيره لي لبعض البيانات التي تهم الدراسة والدكتورة/ هند المشاط على مساندتها لي في ما واجهني من صعوبات والدكتورة / ناهد عبد الرحيم جاوة على أرائها القيمة ونصائحها. وأخص بالشكر والدّي العزيزين لتشجيعهم لي لموّاصلة تعليمي العالي ودعائها المستمر لي في ظهر الغيب بالتوفيق ونيّل المراد . فجزآهم الله عني خير الجزاء كما أشكر زوجي أمين الزهراني و شقيقي محمد البيشي لتوفير كل ما يلزمني لإكمال الدراسة.وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين وصلى الله وسلم على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم.

العواصف الترابية والرملية بمنطقة مكة المكرمة

فيروز مذكر سالم البيشي

المستخلص

تناولت الدراسة الحالية ظاهرة هبوب العواصف الترابية والرملية بمنطقة مكة المكرمة ، تلك الظاهرة التي لوحظ أنها حظيت باهتمام كبير من قبل الباحثين والمهتمين في المملكة العربية السعودية في العقدين الأخيرين لما لها من تأثيرات على الجوانب الطبيعية والبشرية. وقد اعتمدت الدراسة عموماً على بيانات كل من وزارة المياه والكهرباء والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية خلال الفترة من 1978- 2007م. واستخدمت الدراسة العديد من الأساليب الإحصائية الشائعة في الدراسات المناخية والدراسات المتيورولوجية. واختتمت الدراسة بعدد من النتائج والتوصيات التي تم التوصل إليها، والتي كان من أهمها إن فصلي الشتاء والربيع هما أكثر فصول السنة التي يتكرر فيهما هبوب العواصف الترابية وذلك بسبب تعرض منطقة الدراسة لمنخفض السودان الذي يسبب رياحاً جنوبية نشطة حارة ورطبة مصحوبة بعواصف ترابية على طول الساحل الشرقي للبحر الأحمر الذي يحد منطقة الدراسة من جهة الغرب. ويتصف هذا المنخفض بحركة رأسية تساعد على إثارة الأتربة والرمال في المنطقة إلى طبقات الجو العليا. وأتضح من مقارنة النموذج العددي أنسب إيتا NCEP/ETA Model للتوقع مع هبوب العواصف الترابية المتحصل عليها من بيانات المجس تومس TOMS انه نجح بصورة جيدة وواضحة في التوقع لتوزيعات الأتربة في الغلاف الجوي بالتجربة على حالتين من مجموع ثلاث حالات. وترجو الباحثة أن تكون الدراسة الحالية قد قدمت فكرة واضحة في مجال استخدام النماذج العددية وصور الأقمار الصناعية للتوقع بهبوب العواصف الترابية في المملكة العربية السعودية. واختتمت الدراسة بالمناداة بالاهتمام بإنشاء محطات رصد جديدة للمزيد من الضبط والمراقبة لظاهرة العواصف، وكذلك إنشاء محطات رصد تركيز التربة العالقة. كما أوصت الدراسة بتمكين قدرة الإنذار المبكر لسكان الجهات المعرضة لأخطار العواصف، بل وإنشاء مركز للتنبؤ بحدوثها. كما أوصت بتبني الجهات ذات الاختصاص للبحوث في مجال المناخ والأرصاد الجوية للتعرف الدقيق على خصائص العواصف الترابية والرملية وأنماطها ومساراتها؛ وتكثيف التدريب للطواقم البشرية العاملة في هذا المجال. وأخيراً أوصت الدراسة بالعمل على تطوير أساليب حماية الطرق والمزارع و الأنشطة البشرية الأخرى في المناطق المعرضة لهبوب تلك العواصف.

Dust and sand storms in Makkah Al-Mukarramah Region

Fairoz Mthkar salim Al bishe

Abstract

The present study addressed the phenomenon of dust storms in Makkah al-Mukarramah Administrative Area. The phenomenon, because of its impacts on physical and human aspects, has drawn the attention of researchers in the Kingdom of Saudi Arabia in the last two decades. The data used in the study had been obtained from the Ministry of Water and Electricity, and from the General Presidency of Meteorology and Environment conservation, in Saudi Arabia during the period 1978 - 2007. The study used several statistical methods which are common in climate and Meteorological studies. A number of results are reached in the present studies: Winter and Spring witness the most frequent dust storms dvring the year. In these seasons the area is subjected to the prevalence of the Sudan thermal low that accompanied with warm, humid, winds blowing from the south borne with dust storms along the eastern coast of the Red Sea, the western edge of the study area. The thermal low line is characterized by vertical movement that helps to raise up dust and sand to the upper atmosphere over the area. The compared results of the numerical model (NCEP/ETA) on dust storms with the obtained data from the Toms Sensor proved to be successful. In this connection, forecast of dust distribution in the atmosphere is made for two out of the total three cases. The researcher hopes that the current study provided a clear idea about the usefulness of several models and satellite images in forecasting dust storms expected in Saudi Arabia. The study concludes with an appeal to establish new monitoring stations for further control and monitoring of the phenomenon of the dust storms, as well as the establishment of monitoring stations to forecast the suspension of the dust and its concentration in the air. The study recommends to empower the early warning capabilities, in favor of population who are exposed to the dangers of storms, and even by establishing a center for prediction of the recurrence of the dust storm phenomenon. The study recommends also that the concerned authorities adopt and encourage researches in the fields of climate and meteorology aiming to identify the precise characteristics of the patterns and trends of dust and sandstorms; and to intensify training of manpower in those fields. Finally, the study recommends the improvement of the methods to protect roads, farms and other human activities in the areas exposed to dust storms.

قائمة المحتويات

الموضـــــــــــوع **الصفحة**

نموذج أجازة الرسالة

شكر وتقدير..... **د**

المستخلص..... **ه**

Abstract..... **و**

قائمة المحتويات..... **ز**

قائمة الأشكال..... **ط**

قائمة الجداول..... **س**

قائمة الرموز والمصطلحات..... **ف**

الفصل الأول :مقدمة البحث 13-1

1-1 مشكلة الدراسة..... 1

1- 2 أهداف الدراسة..... 2

1- 3 أهمية الدراسة..... 2

1-4 تساؤلات الدراسة..... 3

1-5 موقع وحدود منطقة الدراسة..... 3

1- 6 منهج الدراسة وأساليبها..... 5

1-7 محطات الرصد التي أعتمدت عليها الدراسة 5

1-8 الدراسات السابقة..... 10

الفصل الثاني: الملامح الطبيعية العامة لمنطقة مكة المكرمة..... 28-11

2- 1 التركيب الجيولوجي..... 12

2- 2 التضاريس..... 15

2- 3 المناخ..... 20

2-4 الموارد المائية..... 20

2-5 التربة..... 22

2- 6 الغطاء النباتي..... 25

الفصل الثالث: الخصائص المناخية في منطقة مكة المكرمة..... 90-29

3-1 الإشعاع الشمسي..... 30

3-2 الضغط الجوي..... 41

3-3 درجة حرارة الهواء..... 44

3-4 الرياح..... 52

3-5 الرطوبة النسبية..... 70

3-6 الأمطار..... 76

3-7 التبخر..... 86

الفصل الرابع: العواصف الترابية والرملية في منطقة مكة المكرمة 91-185
4-1 العواصف الترابية والرملية..... 92
4-2 العواصف الترابية والرملية وعلاقتها بسرعة الرياح..... 114
4-3 التوزيع الجغرافي للعواصف الترابية والرملية بمنطقة مكة المكرمة..... 121
4-4 نماذج لعواصف ترابية ورملية فريدة..... 141
4-5 مقارنة التوقع بالعواصف الترابية والرملية باستخدام نموذج التوقع العددي NCEP/ETA وصور الأقمار الصناعية تومس..... 157
4-6 تأثير العواصف الترابية والرملية على النواحي البشرية والطبيعية لمنطقة الدراسة..... 168
الفصل الخامس..... 186-201
الخاتمة..... 187
النتائج..... 187
التوصيات..... 189
قائمة المراجع العربية. 191
قائمة المراجع الأجنبية..... 198
الملاحق..... 201
Summary

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1-1	موقع منطقة مكة المكرمة من المملكة العربية السعودية	4
2-1	موقع المحطات المناخية التي اعتمدت عليها الدراسة بمنطقة مكة المكرمة	8
1-2	جيولوجية منطقة مكة المكرمة	14
2-2	قطاع عرضي من جدة إلى الرياض عبر مكة المكرمة وجدة إلى الربع الخالي عبر مكة المكرمة.....	17
3-2	مظاهر السطح في منطقة مكة المكرمة	19
4-2	الترب في منطقة مكة المكرمة	25
5-2	النبات الطبيعي في منطقة مكة المكرمة	28
1-3	المتوسطات الشهرية لكمية الإشعاع الشمسي سعر حراري/سم^2/يوم بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	32
2-3	المتوسطات الفصلية لكمية الإشعاع الشمسي سعر حراري/سم^2/يوم بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	35
3-3	المتوسطات السنوية لكمية الإشعاع الشمسي سعر حراري/سم^2/يوم بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	36
4-3	المتوسطات الفصلية لعدد ساعات سطوع الشمس اليومية(ساعة) بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	40
5-3	المتوسطات السنوية للضغط الجوي(مليبار) بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م لثلاث محطات.....	43
6-3	المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة(مْ) بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	46
7-3	المتوسطات الفصلية لدرجات الحرارة(مْ) بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	50
8-3	المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة(مْ) بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	51
9-3	النسب المئوية لاتجاهات الرياح الفصلية بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	60
10-3	النسب المئوية لاتجاهات الرياح السنوية بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	62

3-11	المتوسطات الشهرية لسرعة الرياح (كم/ساعة) بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	64
3-12	المتوسطات الفصلية لسرعة الرياح (كم/ساعة) بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	68
3-13	المتوسطات السنوية لسرعة الرياح (كم/ساعة) بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	69
3-14	متوسطات الرطوبة النسبية (%) الفصلية بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	74
3-15	متوسطات الرطوبة النسبية (%) السنوية بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	75
3-16	متوسطات كمية الأمطار (ملم) الشهرية بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	79
3-17	متوسطات كمية الأمطار (ملم) الفصلية بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	84
3-18	متوسطات كمية الأمطار (ملم) السنوية بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978-2007م.....	85
3-19	متوسطات التبخر (ملم) الشهرية بمنطقة مكة المكرمة للفترة 1978-2007م.....	87
3-20	متوسطات التبخر (ملم) الفصلية بمنطقة مكة المكرمة للفترة1978 - 2007م.....	90
4-1	مواقع مصادر التراب والمناطق الأكثر تعرضاً له في العالم.....	94
4-2	مواقع مصادر التراب في منطقة الشرق الأوسط.....	94
4-3	تفاعل التيار النفاث القطبي خلف الجبهة الباردة وشبه الاستوائي أمامها.....	96
4-4	تيار الهواء الهابط من الانقلاب الحراري.....	96
4-5	خطوط تساوي متوسط الضغط الجوي لمستوى سطح البحر لشهور السنة من ديسمبر حتى مايو في غرب آسيا وشمال أفريقيا للفترة (1978-2007م)	100
4-6	خطوط تساوي متوسط الضغط الجوي لمستوى سطح البحر لشهور السنة من يونيو حتى نوفمبر في غرب آسيا وشمال أفريقيا للفترة (1978-2007م).....	101
4-7	فجوة طوكر tokr على الجانب الغربي للبحر الأحمر(شمال شرق السودان) ومرئية فضائية لها.....	102
4-8	صورة للقمر الصناعي sea wifs للعاصفة الترابية التي حدثت يوم 5	103

يوليو 1999 م على منطقة الدراسة.....
4-9 التوزيع الأفقي للأرتفاع الجهدي عند مستوى 900 مليبار ،وقيمة وأتجاة الرياح ليوم 9يوليو 2007 م على منطقة الدراسة..... 104
4-10 التوزيع الأفقي لخطوط التيار النفاث ليوم 9 يوليو 2007 م على منطقة الدراسة..... 104
4-11 مسارات الرياح المتجهة من منطقة وسط السودان إلى محطة جدة التي سجلت رمال وأتربة مثارة ليوم 9 يوليو 2008 م على منطقة الدراسة.... 106
4-12 التوزيع الأفقي للسرعة الاحتكاكية (u)(0.5 متر/ثانية) للفترة ليوم 9 يوليو 2007م على منطقة الدراسة..... 106
4-13 التغير الساعي لقيم السرعة الاحتكاكية 0.5 متر/ثانية عند طوكر خلال الفترة من 8 حتى 11 يوليو 2007م على منطقة الدراسة..... 107
4-14 مرئية فضائية لمحيط مدينة جدة للقمر الصناعي (متيوسات)..... 108
4-15 التوزيع الأفقي لخطوط التيار النفاث للفترة من 23 حتى 26 أغسطس2001 م على الجزيرة العربية..... 109
4-16 تكرار ثبات قيم السرعة الأحتكاكية أكبر من(0.5 متر/ثانية) لفترات مختلفة على الجزيرة العربية..... 110
4-17 التوزيع الأفقي لخطوط التيار النفاث للفترة من 21 حتى 26 أغسطس2001 م على الجزيرة العربية..... 111
4-18 مرئية فضائية للقمر الصناعي (متيوسات)للرمال والتربة المثارة على منطقة جدة وما حولها لفترات مختلفة..... 113
4-19 نموذج لقص الرياح الذي يسبب حركة اضطرابية ودوامات دوران أفقية.. 117
4-20 أنواع الحركة الاضطرابية التي تقوم بتشتيت الأتربة..... 119
4-21 تكرار حدوث العواصف الترابية (كم/ساعة) الشهرية بمنطقة مكة المكرمة الإدارية للفترة 1978-2007 م..... 124
4-22 تكرار حدوث العواصف الترابية (كم/ساعة)الفصلية بمنطقة مكة المكرمة الإدارية للفترة 1978-2007 م..... 128
4-23 تكرار حدوث العواصف الترابية (كم/ساعة)السنوية بمنطقة مكة المكرمة الإدارية للفترة 1978-2007 م..... 129
4-24 مقارنة بين اتجاهات الرياح خلال فترة الدراسة واتجاهات الرياح أثناء العواصف الترابية على جدة ومكة والطائف..... 131
4-25 خطوط تساوي الارتفاع الجهدي وخطوط تساوي الحرارة على مستوى 1000 مليبار في غرب آسيا وشمال أفريقيا للفترة 23-28 مارس 145
4-26 خطوط تساوي الارتفاع الجهدي وخطوط تساوي الحرارة على مستوى 500مليبار في غرب آسيا وشمال أفريقيا للفترة 23-28 مارس 2003 م 146

4-27 اتجاهات الرياح في يوم حدوث العاصفة 25 مارس/2003م على المستويات المختلفة على الجزيرة العربية..... 147
4-28 اتجاهات الرياح في يوم حدوث العاصفة 26 مارس/2003م على المستويات المختلفة على الجزيرة العربية..... 148
4-29 خطوط تساوي الارتفاع الجهدي وخطوط تساوي الحرارة على مستوى 700 مليبار في غرب آسيا وشمال أفريقيا..... 151
4-30 التوزيع الأفقي لأتجاه الرياح الأفقية ليوم 25 يونيو على المستويات الضغطية المختلفة على الجزيرة العربية..... 152
4-31 خطوط تساوي الارتفاع الجهدي وخطوط تساوي الحرارة على مستوى 1000 مليبار في غرب آسيا وشمال أفريقيا..... 154
4-32 خطوط تساوي الارتفاع الجهدي وخطوط تساوي الحرارة على مستوى 500 مليبار في غرب آسيا وشمال أفريقيا..... 155
4-33 صورة للرمال والأتربة المثارة فوق البحر المتوسط وشمال أفريقيا التقطها القمر الصناعي ليوم 2فبراير 2006 م..... 156
4-34 صورة القمر الصناعي للرمال والأتربة المثارة فوق شمال المملكة وشمال أفريقيا ليوم 3 فبراير..... 156
4-35 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم 25 مارس 2003م كما رصدت بواسطة القمر الصناعي تومس toms..... 158
4-36 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم 25مارس 2003م كما تم توقعها بالنموذج العددي أنسب ايتا..... 158
4-37 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم 26 مارس 2003م كما رصدت بواسطة القمر الصناعي تومس toms..... 159
4-38 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم 26مارس 2003م كما تم توقعها بالنموذج العددي أنسب ايتا 159
4-39 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم 27مارس 2003م كما تم توقعها بالنموذج العددي أنسب ايتا..... 160
4-40 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم 27 مارس 2003م كما رصدت بواسطة القمر الصناعي تومس toms 160
4-41 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم 21 يناير 2005م كما رصدت بواسطة القمر الصناعي toms 161
4-42 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم 21 يناير 2005م كما رصدت بواسطة القمر الصناعي toms 162
4-43 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم22 يناير 2005 م كما تم توقعها بالنموذج العددي أنسب ايتا..... 162
4-44 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم 22 يناير 2005م 163

كما رصدت بواسطة القمر الصناعي toms.....
4-45 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم22 يناير 2005 م
كما تم توقعها بالنموذج العددي أنسب ايتا 163
4-46 توزيعات الأتربة على شبة الجزيرة العربية وأفريقيا يوم 23 يناير 2005م
كما رصدت بواسطة القمر الصناعي toms..... 164

4-47 توزيعات الأتربة على شبه الجزيرة العربية وإفريقيا يوم 1 فبراير 2006م
، كما تم توقعها بالنموذج العددي أنسب ايتا 165
4-48 توزيعات الأتربة على شبه الجزيرة العربية وإفريقيا يوم 1 فبراير 2006م
، كما رصدت بواسطة القمر الصناعي toms 166
4-49 توزيعات الأتربة على شبه الجزيرة العربية وإفريقيا يوم 1 فبراير 2006م
، كما تم توقعها بالنموذج العددي أنسب ايتا..... 166
4-50 توزيعات الأتربة على شبه الجزيرة العربية وإفريقيا يوم 2 فبراير 2006م
، كما تم توقعها بالنموذج العددي أنسب ايتا..... 167

لوحة(1) إطارات سيارات دفنتها الرمال والكثبان الرملية شمال مدينة جدة(تصوير الباحثة بتاريخ 2009/2/22م..... 174
لوحة(2) رصيف في أحد طرق مدينة جدة تغطيه الرمال بشكل واضح (تصوير الباحثة بتاريخ 2009/3/15م)..... 175
لوحة(3) حافلة نقل ركاب في وسط رمال وأتربة ناعمة (تصوير الباحثة بتاريخ 2009/2/22م)..... 176
لوحة(4) حائط جداري تغطيه الرمال بالكامل بمحافظة المظيليف (تصوير الباحثة بتاريخ 2009/3/28م)..... 177
لوحة(5) كثيب رملي تنمو عليه بعض الشجيرات الشوكية على طريق الساحل لمنطقة الدراسة بمحافظة القنفذه(تصوير الباحثة 22بتاريخ/2009/2/2م)..... 178
لوحة(6) حائط مغطى بالكثبان الرملية على أشكال مختلفة بمحافظة الليث (تصوير الباحثة بتاريخ2009/2/26م)..... 179
لوحة(7) عواصف ترابية تتسبب في حمل الأتربة على الخط السريع بين مكة المكرمة وجدة (تصوير الباحثة بتاريخ 2009/3/23م)..... 180

لوحة(8) منازل قرية الشاقة التابعة لمحافظة الليث تغمرها الكثبان الرملية التي كونتها العواصف الترابية(تصوير الباحثة بتاريخ2009/3/22م)..... 181
لوحة(9) مصدات الرياح في أحدى المزارع بوادي فاطمة..... 182
لوحة(10) بطن وادي فاطمة كمثال للأودية الجافة..... 183
لوحة(11) وادي فاطمة عند الجموم التي تقع في بطنه عند عبور طريق مكة- المدينة.. 183
لوحة(12) وادي فاطمة عند مدخل الجموم على الطريق السريع لمكة المكرمة- المدينة المنورة..... 184
لوحة(13) كثبان رملية في طريق مكة المكرمة–المدينة المنورة السريع بين خليص وعسفان على الإحداثيات 47َ06 22 ° شمالاً 05 16 36°شرقاً..... 185

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1-1	إحداثيات محطات الرصد المستخدمة في الدراسة بمنطقة مكة المكرمة.....	7
1-3	المتوسطات الشهرية لكمية الإشعاع الشمسي بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م).....	31
2-3	المتوسطات الفصلية والسنوية لكمية الإشعاع الشمسي بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م).....	34
3-3	المتوسطات الشهرية لعدد ساعات سطوع الشمس اليومية بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م).....	37
4-3	المتوسطات الفصلية والسنوية لعدد ساعات سطوع الشمس اليومية بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م).....	39
5-3	المتوسطات الشهرية للضغط الجوي (ملليبار) لثلاث محطات بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م).....	41
6-3	المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة (م°) بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م).....	45
7-3	المتوسطات الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة (م°) بمنطقة مكة المكرمة للفترة(1978-2007م).....	49
8-3	النسب المئوية لاتجاهات الرياح الشهرية السائدة بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م).....	56
9-3	النسب المئوية لاتجاهات الرياح الفصلية والسنوية السائدة بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م).....	59
10-3	المتوسطات الشهرية لسرعة الرياح (كم/ساعة) بمنطقة مكة المكرمة للفترة(1978-2007م).....	63
11-3	المتوسطات الفصلية والسنوية لسرعة الرياح (كم/ساعة) بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م).....	67
12-3	سجلات أعلى سرعة للرياح (كم/ساعة)لبعض محطات منطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م).....	67

13-3 المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية (%)بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م)..... 71
14-3 المتوسطات الفصلية والسنوية للرطوبة النسبية (%)بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م)..... 73
15-3 المتوسطات الشهرية لكمية الأمطار (ملم) بمنطقة مكة المكرمة للفترة(1978-2007م)..... 78
16-3 المتوسطات الفصلية والسنوية لكمية الأمطار (ملم) بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م)..... 83
17-3 المتوسطات الشهرية للتبخر (ملم) بمنطقة مكة المكرمة ا للفترة (1978-2007م)..... 86
18-3 المتوسطات الفصلية والسنوية للتبخر (ملم) بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م)..... 89
1-4 العلاقة بين سرعة الرياح البادئة لحركة الأتربة وطبيعة تربة المصدر..... 115
2-4 العلاقة بين حجم حبيبات الأتربة في الغلاف الجوي وزمن هبوطها إلى سطح الأرض..... 116
3-4 قيم السرعة الإحتكاكية (*u) المناظرة للقيم المختلفة للسرعة الابتدائية (vt) اللازمة لتحريك ذرات الأتربة..... 121
4-4 التوزيع الشهري لتكرار حدوث العاصفة الترابية (كم/ساعة) بمنطقة مكة المكرمة للفترة(1978-2007م)..... 124
5-4 التوزيع الفصلي والسنوي لتكرار حدوث العاصفة الترابية (كم/ساعة) بمنطقة مكة المكرمة للفترة (1978-2007م)..... 127
6-4 التوزيع الشهري لتكرار حدوث العاصفة الترابية (كم/ساعة) على محطات منطقة الدراسة وبعض المحطات المختارة خارج منطقة الدراسة ورتبها للفترة (1978-2007م)..... 137
7-4 التوزيع الفصلي والسنوي لتكرار حدوث العواصف الترابية (كم/ساعة) على محطات مختارة من مناطق المملكة العربية السعودية للفترة (1978-2007م) 141
8-4 تواريخ العواصف الترابية التي حدثت على نطاق واسع وشملت أجزاء من منطقة الدراسة خلال فترة الدراسة (1978-2007م)..... 142

قائمة الرموز والمصطلحات

تتطرق هذه الدراسة لبعض المصطلحات ومنها :

العاصفة الترابية

العاصفة الترابية هي حالة طقسية يحدث فيها رفع التراب في الجو بواسطة رياح قوية. وتحدث عند مرور شديدة الاضطراب Turbulent بسبب عدم استقرار في الجو فوق تربة رملية أو مفككة. و يكفي لحدوثها في بعض الأحيان أن تكون الرياح قوية فقط Strong ولا يشترط دائماً أن تكون قوية جداً Very strong ، إذ أن أهم خصائص الرياح المثيرة للعاصفة الترابية أن تكون ذات طبيعة اضطرابية أكثر قوتها. وقد يرتفع الغبار في العاصفة إلى أكثر من 10000 قدم (3 كيلو مترات) في طبقة التروبوسفير. (Meteorological Office, 1939, p 70)

العاصفة الترابية

العاصفة الترابية هي حالة طقسية يحدث فيها رفع التراب في الجو بواسطة رياح قوية. وتحدث عند مرور شديدة الاضطراب Turbulent بسبب عدم استقرار في الجو فوق تربة رملية أو مفككة. و يكفي لحدوثها في بعض الأحيان أن تكون الرياح قوية فقط Strong ولا يشترط دائماً أن تكون قوية جداً Very strong ، إذ أن أهم خصائص الرياح المثيرة للعاصفة الترابية أن تكون ذات طبيعة اضطرابية أكثر قوتها. ويظهر مقدم العاصفة الترابية في شكل حائط من التراب بنبني رأسياً عدة آلاف من الأقدام قد تصل إلى أكثر من 10000 قدم (3 كيلو مترات) في طبقة التروبوسفير. ويتقدم ذلك الحائط الترابي رياح خفيفة السرعة ويكون الطقس حينها حاراً جداً ، بينما بعد ذلك وداخل العاصفة تشتد سرعة الرياح وتتدنى الرؤيا إلى حدود متفاوتة حسب كثافة ما تحمل من تراب ومن شظايا مرفوعة عن

سطح الأرض. وتشيع العواصف الترابية في المناطق الصحراوية والجافة ذات الترب المفككة.

ويستلزم نشوء العواصف الترابية أساسيات ثلاثة هي:

1. توافر التراب الناعم أو الغرين الجاف الذي يسهل حمله
2. هبوب رياح قوية نسبياً لرفع التراب أو الغرين إلى أعلى
3. نشوء معدل تبريد طبيعي حاد Steep lapse rate of temperature في الهواء الذي يحمل التراب

ويرتبط الشرطان الأخيران في الغالب بالعواصف المفاجئة والتي تهب في مقدمة العواصف الرعدية. وكذا السبب نجد أن حدوث العواصف الترابية كثيراً ما يكون مرتبطاً بالطقس الرعدي في الأقاليم الصحراوية؛ ففي هذه الأقاليم غالباً ما يكون الهواء جافاً جداً لدرجة أن قدراً كبيراً من الأمطار المرتبطة بالعواصف الرعدية يتبخر قبل وصوله إلى سطح الأرض فيسبب ذلك إثارة الغبار. ولكن إذا هطلت الأمطار في العاصفة الرعدية فإنها تحبط التراب العالق إلى سطح الأرض وتغسل الجو الأمر الذي يقصر عمر العاصفة الترابية ويقضي عليها في وقت وجيز. (أحمد، 2006، ص 60 Meteorological Office, 1939, 70)

الظواهر الغبارية.

يتكون الغبار من جسيمات صلبة يتراوح قطرها من 1 إلى 50 ميكرون (كليب، 1981م)، وتعني كلمة غبار كل ما يعلق في الهواء من جسيمات جافة، وتختلف كمية الغبار من مكان إلى آخر ومن وقت إلى آخر، ويتراوح ومتوسط عدد الجسيمات الموجودة في السنتيمتر المكعب بين 1 ، 100 جزيئ، وقد أمكن تقسيم الظواهر الغبارية حسب كثافة الأتربة المحمولة وسرعة الرياح السطحية ومدى الرؤية الأفقية إلى الأنواع التالية:

أ. السديم HAZE

السديم جسيمات بالغة الصغر من جزيئات غبار معلقة، ولا تنقل بشكل نشط وتنتقل هذه الجزيئات من الأرض بواسطة إحدى ظواهر الجو الغبارية أو الغبار المتصاعد أو الغبار المعلق التي حدثت قبلة زمنياً أو أنتقل من مكان إلى أخر، وعموماً يتراوح مدى الرؤية الأفقية مع السديم بين 1000 – 5000 متر (1992م ، GOUDIE & MIDDLETON) وهي لا ترى بالعين المجردة ولكن لكثرتها فإنها تخفض مدى الرؤية

الأفقية إلى أقل من ألف متر ويطلق عليها في هذه الحالة سديم كثيف، وعادة لا تتم عملية تنقية الهواء إلا عندما يسقط المطر أو تنجرف الكتلة الهوائية بسبب تغير في توزيع الضغط الجوي.

ب. الغبار المتصاعد RISING SAND

عندما تتجاوز سرعة الرياح ما بين 10 إلى 22 عقدة فإنها تصبح كافية لإثارة رمال الصحراء وجعلها معلقة في طبقة هوائية ارتفاعها 15 متر تقريباً ، بزيادة سرعة الرياح إلى 33 عقدة، فإن سماكة هذه الطبقة سوف تتعدى ألف متر وتتراوح مدى الرؤية الأفقية ما بين 1 إلى 4 كيلو متر حيث أن جسيمات الرمال الكبيرة التي يبلغ قطرها 1 ملليمتر تكون ثقيلة لدرجة أنها لا ترتفع أكثر من عدة أمتار أما جسيمات التراب الصغيرة فيمكن حملها خلال الطبقة المضطربة إلى ارتفاع 1000 متر تقريباً(الغفاري،2001 م).

ت – دوامات الرمال الشيطانية SAND DEVILS

هو المصطلح العلمي المتفق عليه بالرمال الشيطانية الناتج من تأثير الزوبعة (الرياح الدائرية) WHIRAL WINDS والتي تسبب رؤية منخفضة ناتجة من الرمال وحطام الزرع الخفيف المتطاير عالياً في صورة اسطوانة صغيرة القطر رأسية المحور تقريباً ولكن ارتفاعه ليس ببعيد عن سطح الأرض وتستمر حدوثها لبضع دقائق على مساحات صغيرة. تظهر الرمال الشيطانية خصوصاً مع الرياح الضعيفة (1943م ،LOEWE.).

د– الرمال المنساقة DRIFTNG SAND

وهي تجمعات للرمال تتحرك موازية للأرض إلى حد ما من جسيمات الرمال، رفعتها رياح قوية مضطربة إلى ارتفاعات بسيطة فوق الأرض ولا تؤثر هذه الظاهرة تأثيراً محسوساً على مدى الرؤية عند مستوى النظر 180 سم فوق الأرض، لكنها تحجب أو تخفي العوائق قليلة الارتفاع تحت هذا المستوى وقد تؤدي أحياناً إلى تراكم الرمال بشكل كثبان رملية متنقلة (لبان،2007 م).