# تأثير العواصف الرملية والترابية على النقل الجوي في مصر

# "دراسة في المناخ التطبيقي"

إعداد

**د / ساميه على على مبروك**

مدرس الجغرافية الطبيعية ونظم المعلومات الجغرافية

بقسم الجغرافية بكلية الآداب جامعة دمياط

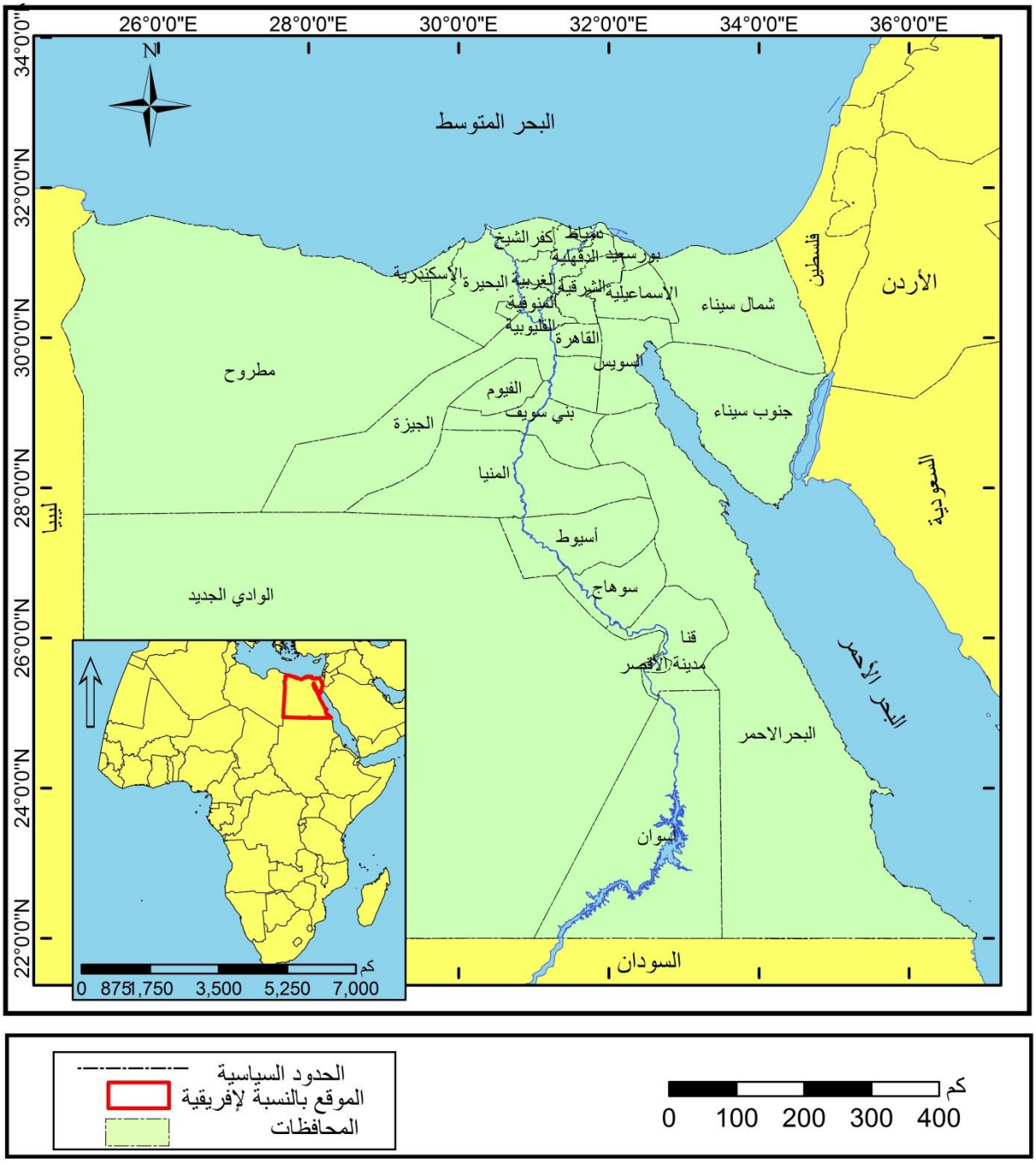
تمهيد :

تعد العواصف الرملية من أخطر الظواهر الجوية التي تؤثر على النقل الجوي في مصر ، حيث تعمل على خفض مستوى الرؤية الأفقية فتجبر الطيار على الإقلاع أو الهبوط فى وقت محدد كما تجبره على الهبوط في مطارات بديلة إذا لزم الأمر ، أو تلغى الرحلات أوتؤجل موعدها ، مما يسبب خسائر مادية على شركات الطيران وتأخير أعمال الركاب ، وتعد مصر من أكثر المناطق المعرضة للعواصف الرملية والترابية ، نتيجة لموقعها في الإقليم شبه المداري الجاف ، فضلا عن وجود الصحراء الشرقية والغربية ذات التربة المفككة وقليلة التماسك ، الأمر الذي يؤدي إلى سهولة حملها، ورفعها ، وتصاعد الغبار ( ياسر أحمد : ٢٠٠٥ ،ص ١٠٤ ). وترتبط هذه الظاهرة بشكل عام بزيادة سرعة الرياح إلى أن تبلغ السرعة اللازمة لحمل الأتربة والرمال إلى أعلى ، وفي هذه الحالة يطلق عليها الرياح الحرجة ، ( محمد الفندي : ١٩٦٠ ، ص ١٨٦ ) . وسوف نتناول التوزيع السنوي والفصلي لعدد العواصف الرملية والترابية على مصر وتأثيرها على النقل الجوي ، بشئ من التفصيل كالآتي.

## أولا : تحديد منطقة ومحطات الدراسة :

**١- تحديد منطقة الدراسة :**

تمتد منطقة الدراسة فيما بين دائرتي عرض ٢٢° - ٣٦′ ٣١° شمالا ، وبين خطي طول ٢٥° - ٣٧° شرقا ، وعليه تقع منطقة الدراسة في الركن الشمالي الشرقي من قارة إفريقيا ، ويحدها من الشمال البحر المتوسط بطول ٩٤٢,٨ كم ، ومن الجنوب السودان بطول ١٢٢٦ كم ، ومن الشرق البحر الأحمر بطول ١٧٨٢ كم ، ومن الشمال الشرقي فلسطين بطول ٢٤٦,١٤ كم ، ومن الغرب ليبيا بطول ١٠٧٨ كم ، كما هو موضح في شكل ( ١ ) .




شكل ( ١ ) موقع مصر الفلكي والجغرافي

المصدر : تم إعداده اعتمادا على أطلس مصر الطبوغرافي ، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ .

## ٢- محطات الدراسة :

اعتمدت الدراسة على ثماني عشرة محطة سطحية لتحليل عناصر المناخ المختلفة حيث تمثلت في الإشعاع الشمسي ، ودرجة الحرارة العظمى والصغرى ، واتجاه وسرعة الرياح ، والضغط الجوي ، والعواصف الرملية والترابية ، والضباب والشابورة ، بالإضافة إلى العواصف الرعدية ، والسحب ، أما بالنسبة للمناخ في طبقات الجو العليا فلم يوجد في مصر سوى خمسة بالون،

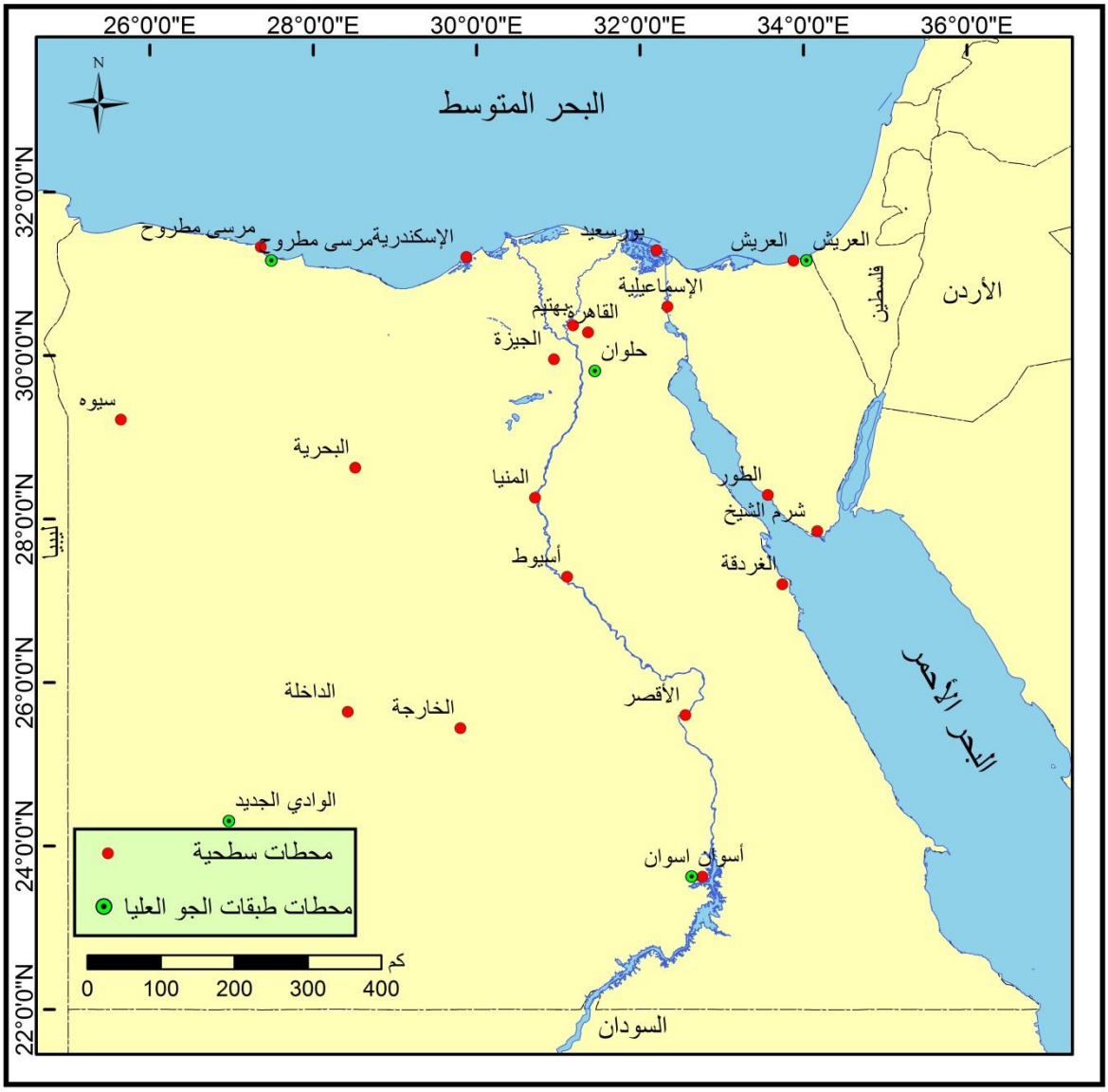
وتم تناول درجة الحرارة وسرعة الرياح في طبقات الجو العليا ، منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ كما هو موضح في جدول ( ١ ) وشكل ( ٢ ) .

جدول ( ١ ) أهم محطات الأرصاد الجوية السطحية وفي طبقات الجو العليا في مصر

| نوع المحطة | إسم المحطة | رقم المحطة | دائرة العرض | خط الطول | الارتفاع عن سطح البحر م | العناصر المناخية |
|---|---|---|---|---|---|---|
| المحطات السطحية | مرسى مطروح | ٣٠٦ | ٣١ ° ٢٠ ´ | ٢٧ ° ١٣ ´ | ٢٥ | الإشعاع الشمسي ، ودرجة الحرارة ، والضغط الجوي ، والرياح السطحية ، والعواصف الرملية والترابية ، والعواصف الرعدية ، والسحب ، والضباب ، والشابورة . |
| | الإسكندرية | ٣١٨ | ٣١ ° ١٢ ´ | ٢٩ ° ٥٧ ´ | ١,٧٨- | |
| | بورسعيد | ٣٣٢ | ٣١ ° ١٧ ´ | ٣٢ ° ١٤ ´ | ٠,٨٠ | |
| | العريش | ٣٣٧ | ٣١ ° ٥ ´ | ٣٣ ° ٤٩ ´ | ٣٠,٥٧ | |
| | الاسماعيلية | ٤٤٠ | ٣٠ ° ٣٥ ´ | ٣٢ ° ١٤ ´ | ١١,٥٤ | |
| | القاهرة | ٣٦٦ | ٣٠ ° ٨ ´ | ٣١ ° ٢٤ ´ | ٦٤,١٢ | |
| | بهتيم | ٣٦٩ | ٣٠ ° ٠٨ ´ | ٣١ ° ١٥ ´ | ١٧,٩ | |
| | الجيزة | ٣٧٥ | ٣٠ ° ٠٣ ´ | ٣١ ° ١٣ ´ | ١٨,٦٥ | |
| | الطور | ٤٥٩ | ٢٨ ° ١٤ ´ | ٣٣ ° ٣٧ ´ | ٩ | اتجاه الرياح السطحية. |
| | البحرية | ٤٢٠ | ٢٨ ° ٢٠ ´ | ٢٨ ° ٥٤ ´ | ١٢٧,٧٤ | |
| | شرم الشيخ | ٤٦٠ | ٢٧ ° ٥٨ ´ | ٣٤ ° ٢٣ ´ | ٥٣,٨٧ | |
| | المنيا | ٣٨٧ | ٢٨ ° ٥ ´ | ٣٠ ° ٤٤ ´ | ٣٧,١٥ | |
| | الغردقة | ٤٦٣ | ٢٧ ° ٩ ´ | ٣٣ ° ٤٣ ´ | ٨,٤٣ | |
| | أسيوط | ٣٩٣ | ٢٧ ° ٣ ´ | ٣١ ° ١ ´ | ٢٢٦ | الإشعاع الشمسي ، ودرجة الحرارة ، والضغط الجوي ،والرياح السطحية ، والعواصف الرملية والترابية ، والعواصف الرعدية ، والسحب ، والضباب ، والشابورة . |
| | أسوان | ٤١٤ | ٢٣ ° ٥٨ ´ | ٣٢ ° ٤٧ ´ | ١٩٤.٣٣ | |
| | الأقصر | ٤٠٥ | ٢٥ ° ٤٠ ´ | ٣٢ ° ٤٢ ´ | ٨٣,٢٥ | |
| | الداخلة | ٤٣٢ | ٢٥ ° ٢٩ ´ | ٢٩ ° ٠٠ ´ | ١٠٦,٢١ | |
| | الخارجة | ٤٣٥ | ٢٥ ° ٢٧ ´ | ٣٠ ° ٣٢ ´ | ٨٢,٢٠ | |
| | سيوه | ٤٥٣ | ٢٩ ° ١١ ´ | ٢٥ ° ١٩ ´ | ٨,٥ | |

المصدر : الأطلس المناخي ( ١٩٩٦ ) : الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، القاهرة .

http: // weather . uwyo . edu /upper air / sounding.html.




شكل ( ٢ ) التوزيع الفلكي والجغرافي لمحطات الأرصاد الجوية السطحية وفي طبقات الجو العليا في مصر

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول ( ١ ) باستخدام برنامج ARC GIS 10 .

**ثانيا أسباب اختيار موضوع الدراسة :**

١- ضرورة الدراسات المناخية التطبيقية التي تخدم المجتمع .

٢- قلة الدراسات حول هذا الموضوع ، حيث لم يدرس بشكل بحثي متكامل ومكثف من قبل .

٣- التأكيد على دور الجغرافية المناخية في التخطيط الإقتصادي لخدمة النقل الجوي .

٤- قياس مدى تأثيرالعواصف الرملية والترابية على النقل الجوي في مصر .

**ثالثا مناهج الدراسة :**

تمثلت في عدة مناهج **أولها المنهج الأصولي** : وتم من خلاله التعرف على العواصف الرمليةوالترابية التي تؤثر على النقل الجوي في مصر ، **ثانيها المنهج الإقليمي** : استخدم لتحديد منطقة الدراسة بحدود واضحة مع دراسة العناصر المناخية لمنطقة الدراسة وتوزيعها الإقليمي ، **ثالثها المنهج التطبيقي** وهو لب الدراسة ويستخدم في توظيف الجغرافية المناخية لخدمة النقل الجوي ، وإبراز كيفية تقليل خسائر النقل الجوي الناتجة عن الظروف المناخية السائدة ، **رابعها المنهج الموضوعي** : استخدم لدراسة موضوع أثر العواصف الرملية والترابية على النقل الجوي في مصر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد .

**رابعا أساليب الدراسة :**

اعتمدت الدراسة على عدة أساليب **أولها الأسلوب الكمي** : ويعد من الأساليب المهمة في الجغرافية بعامة وفي علم المناخ بخاصة ، لأنه استخدم في معالجة البيانات الإحصائية وايجاد العلاقات وتحليلها ، وذلك من خلال المعادلات الرياضية المتمثلة في المتوسط ، والمعدل ، والانحراف المعياري ، ونسبة الإختلاف ، والارتباط ، والانحدار الخطي باستخدام برنامج SPSS ، **ثانيها الأسلوب الكارتوجرافي** : تم استخدامه في تحويل البيانات الإحصائية إلى خرائط وأشكال بيانية مما يسهل عملية قراءتها بشكل أسرع ، **ثالثها الأسلوب الوصفي التحليلي :** تم استخدامه في وصف خصائص المناخ السطحي وفي طبقات الجو العليا وتحليل توزيعها المكاني ، **رابعها الأسلوب التقني** : تم استخدامه من خلال نظم المعلومات الجغرافية ( GIS ) ، والاستشعار عن بعد ( RS ) ، حيث يعدان من أهم الأساليب الحديثة لتصميم ، وقراءة ، وتفسير، وتحليل الخرائط ، والمرئيات الفضائية ، وذلك من خلال عملية ادخال البيانات وتخزينها ومعالجتها ، للوصول إلى بيانات جديدة يمكن عرضها على هيئة خرائط وأشكال بيانية وذلك من خلال برامج (Arc GIS , Envi , Google earth)

سنتناول موضوع الدراسةعلى النحو التالي :

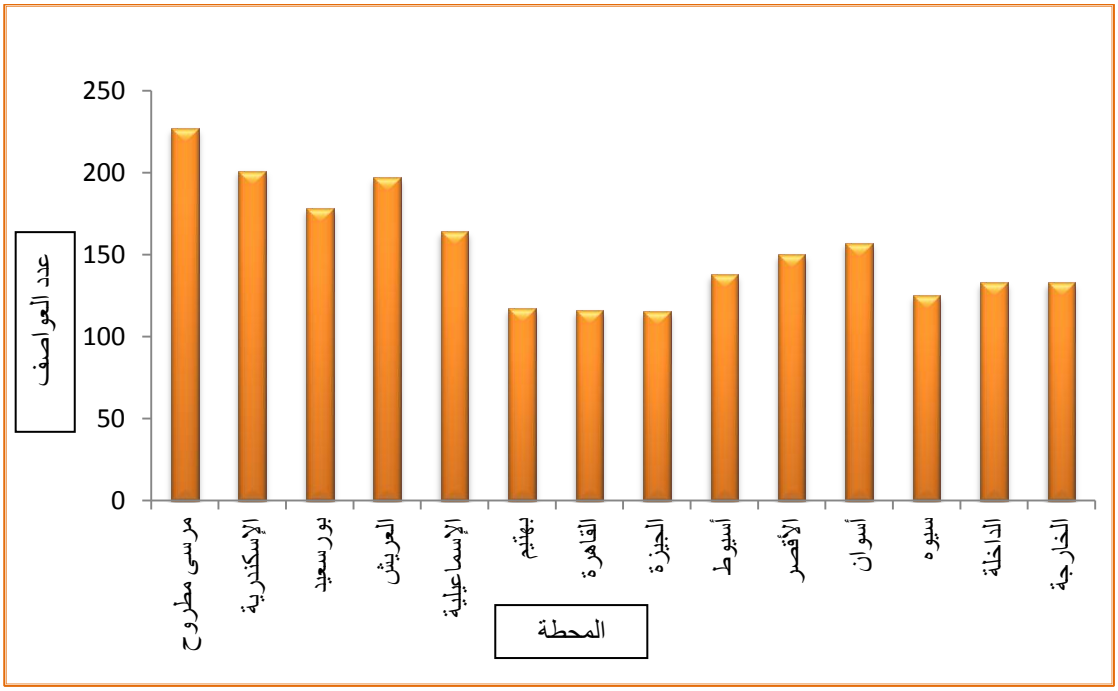
## ١- التوزيع السنوي والفصلي لعدد العواصف الرملية والترابية خلال الفترة (١٩٩٠- ٢٠١٢) :

**أ- التوزيع السنوي لعدد العواصف الرملية والترابية :**

تكثر العواصف الرملية والترابية في مصر وشمال إفريقية في فصل الربيع وتحدث العواصف الرملية والترابية على مصر بعدد (٢٠-٢٥ ) عاصفة في العام ( كمال فهمي : ٢٠٠٧ ، ص ٦١) ،

حيث يختلف عدد العواصف من محطة إلى أخرى ، واتضح من تحليل جدول ( ٢ ) وشكل ( ٣ ) ما يلي:

- يعد الساحل الشمالي من أكثر المناطق عرضة للعواصف الرملية والترابية ، حيث بلغ أقصى عدد للعواصف فى مرسي مطروح ٢٢٧ عاصفة ، ويليها الإسكندرية ٢٠١ عاصفة ، ثم العريش ١٩٧ عاصفة وتأتي فى المؤخرة بورسعيد ١٧٨ عاصفة ، ويعزى ذلك إلى ان المنطقة الساحلية الشمالية من أكثر المناطق عرضة للمنخفضات الجوية الخماسينية .
- انخفاض عدد العواصف الرملية والترابية في كل من الجيزة ، والقاهرة ، وبهتيم حيث بلغت ١١٥ ، ١١٦ ، ١١٧ عاصفة على الترتيب ، ويعود ذلك إلى أنها تعد من المناطق الداخلية التى تبعد عن تأثير المنخفضات الساحلية شمالا أو الموسمية جنوبا .
- زيادة عدد العواصف الرملية والترابية في جنوب مصر والصحراء الغربية حيث بلغت ١٥٧ عاصفة في أسوان ، ويليها الأقصر ١٥٠ عاصفة ، ثم أسيوط ١٣٨ عاصفة ، ثم سجلت كل من الداخلة والخارجة ١٣٣ عاصفة ، نظرا لتأثرهم بالمنخفض السوداني الموسمي الذي يؤثر على جنوب مصر و يساعد على زيادة حركة الرمال والأتربة .




شكل ( ٣) المجموع السنوي لعدد العواصف الترابية والرملية على مصر

( ١٩٩٠ – ٢٠١٢ )

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول ( ٢ ) .

جدول ( ٢ ) المعدل السنوي والفصلي لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الخريف ( ١٩٩٠-٢٠١٢ )

| الفصل / المحطة | الشتاء | | | % | الإجمالي | الربيع | | | % | الإجمالي | الصيف | | | % | الإجمالي | الخريف | | | % | الإجمالي | المجموع السنوي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ديسمبر | يناير | فبراير | | | مارس | أبريل | مايو | | | يونيه | يوليه | أغسطس | | | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | | | |
| مرسى مطروح | 31 | 21 | 27 | 35 | 79 | 46 | 31 | 21 | 43 | 98 | 11 | 0 | 0 | 43 | 11 | 21 | 11 | 7 | 5 | 39 | 227 |
| الإسكندرية | 14 | 23 | 31 | 34 | 68 | 38 | 29 | 22 | 44 | 89 | 9 | 0 | 0 | 44 | 9 | 19 | 10 | 6 | 4 | 35 | 201 |
| بورسعيد | 9 | 24 | 18 | 29 | 51 | 32 | 26 | 18 | 43 | 76 | 0 | 0 | 0 | 43 | 0 | 24 | 18 | 9 | 0 | 51 | 178 |
| العريش | 11 | 26 | 23 | 30 | 60 | 34 | 26 | 19 | 40 | 79 | 1 | 0 | 0 | 40 | 1 | 31 | 19 | 7 | 1 | 57 | 197 |
| الإسماعيلية | 10 | 21 | 19 | 30 | 50 | 29 | 25 | 10 | 39 | 64 | 1 | 0 | 0 | 39 | 1 | 24 | 14 | 11 | 1 | 49 | 164 |
| بهتيم | 8 | 12 | 21 | 35 | 41 | 22 | 15 | 6 | 37 | 43 | 0 | 0 | 0 | 37 | 0 | 19 | 9 | 5 | 0 | 33 | 117 |
| القاهرة | 8 | 11 | 21 | 34 | 40 | 22 | 15 | 6 | 37 | 43 | 0 | 0 | 0 | 37 | 0 | 19 | 9 | 5 | 0 | 33 | 116 |
| الجيزة | 8 | 11 | 21 | 35 | 40 | 22 | 15 | 6 | 37 | 43 | 0 | 0 | 0 | 37 | 0 | 19 | 9 | 4 | 0 | 32 | 115 |
| أسيوط | 12 | 15 | 25 | 38 | 52 | 27 | 13 | 9 | 36 | 49 | 3 | 0 | 0 | 36 | 3 | 16 | 11 | 7 | 2 | 34 | 138 |
| الأقصر | 14 | 18 | 27 | 39 | 59 | 30 | 16 | 5 | 34 | 51 | 3 | 0 | 0 | 34 | 3 | 18 | 11 | 8 | 2 | 37 | 150 |
| أسوان | 11 | 20 | 30 | 39 | 61 | 33 | 15 | 7 | 35 | 55 | 3 | 0 | 0 | 35 | 2 | 21 | 11 | 7 | 1 | 39 | 157 |
| سيوه | 9 | 14 | 22 | 36 | 45 | 31 | 11 | 6 | 38 | 48 | 1 | 0 | 0 | 38 | 1 | 17 | 11 | 3 | 1 | 31 | 125 |
| الداخلة | 13 | 9 | 27 | 37 | 49 | 29 | 16 | 5 | 43 | 50 | 1 | 0 | 0 | 43 | 1 | 21 | 7 | 5 | 1 | 33 | 133 |
| الخارجة | 13 | 9 | 27 | 37 | 49 | 29 | 16 | 5 | 44 | 50 | 1 | 0 | 0 | 44 | 1 | 21 | 7 | 5 | 1 | 33 | 133 |

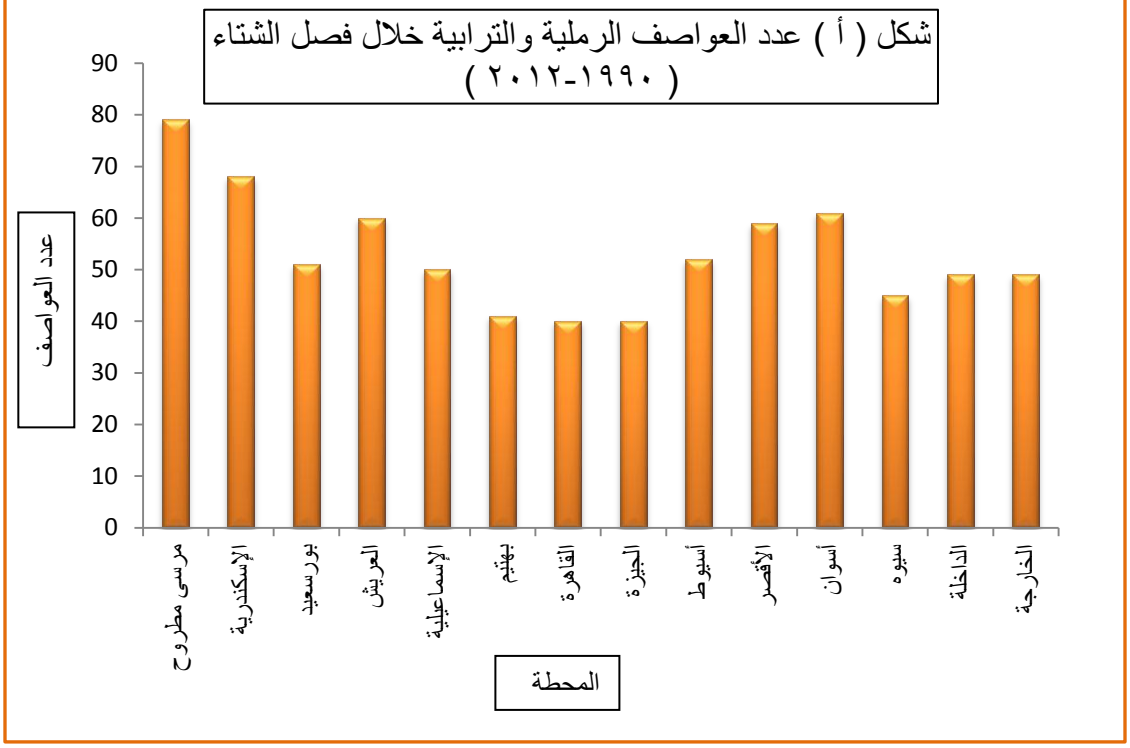
المصدر : تم إعداده اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، القاهرة ، بيانات غير منشورة ، للفترة من ١٩٩٠ – ٢٠١٢م

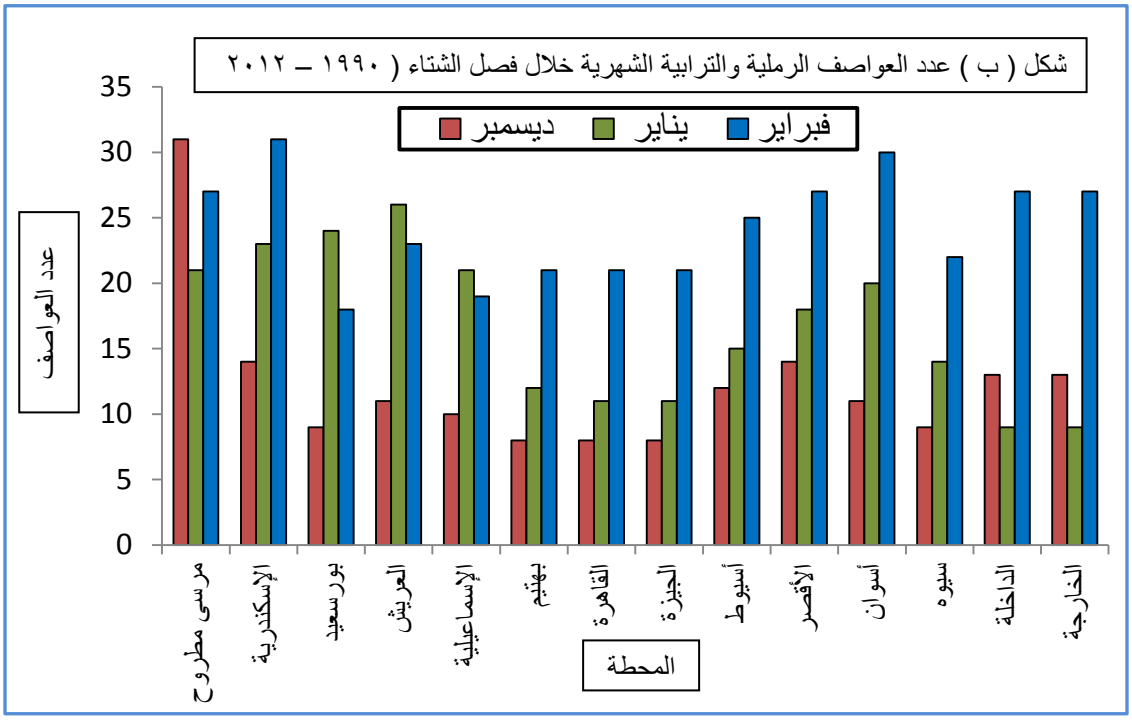
**ب- التوزيع الفصلي لعدد العواصف الرملية والترابية :**

**١- فصل الشتاء ( ديسمبر ، يناير ، فبراير ) :**

تشهد مصر العديد من حالات عدم الاستقرار بسبب مرور المنخفضات الجوية العرضية على البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق ، مما يؤدي إلى زيادة عدد العواصف الرملية والترابية واتضح من تحليل جدول ( ٢) وشكل ( ٤- أ ، ب ) ما يلي :

- يأتي فصل الشتاء في المرتبة الثانية في عدد العواصف الرملية والترابية بمجموع ٧٤٤ عاصفة منذ عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠١٢ ، وبلغت أقصى زيادة للعواصف في الساحل الشمالي بعدد ٧٩ ، ٦٨ ، ٦٠ ، ٥١ عاصفة في كل من مرسى مطروح ، والإسكندرية ، والعريش ، وبورسعيد على التوالي ، نتيجة لهبوب الرياح المصاحبة للمنخفضات الجوية سواء كانت الجنوبية الغربية أو الجنوبية الشرقية التي تساعد على تكون العواصف الرملية والترابية ، ثم في مدن الوادي جنوبا بعدد٦١، ٥٩ ، ٥٢ عاصفة في كل من أسوان ، والأقصر ، وأسيوط على الترتيب ، بسبب المنخفضات الصغيرة التي لا توضحها خرائط الطقس أو تكون في طبقات الجو العليا ومعها السحب الركامية وعدم الاستقرار، مما يتسبب في انتشار الأنواء التي تثير الأتربة ، أو بسبب توغل مسارات المنخفضات الشمالية للجنوب فيزيد من تدرج الضغط فتشتد الرياح وتثار الأتربة ( محمد الفندي : ١٩٦٠ ، ص ١٠٢ ) ، أما بالنسبة لجنوب الدلتا فينخفض عدد العواصف الرملية والترابية حيث سجلت القاهرة والجيزة ٤٠ عاصفة ، ويرجع ذلك إلى وجود الأراضي الزراعية التي تحد من انتشار العواصف الترابية .
- يعد شهر فبراير أكثر شهور فصل الشتاء في تكرار العواصف الرملية والترابية ، حيث سجلت الإسكندرية أقصى زيادة بعدد ٣١ عاصفة أي ما يقرب من نصف إجمالي عدد عواصف فصل الشتاء ، نتيجة لبداية تكون المنخفضات الخماسينية ، بينما يعد شهر ديسمبر أقل فصول الشتاء في تكرار العواصف الرملية والترابية .


شكل ( أ ) عدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الشتاء
( ١٩٩٠-٢٠١٢ )
عدد العواصف
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
مرسى مطروح
الإسكندرية
بورسعيد
العريش
الإسماعيلية
بهتيم
القاهرة
الجيزة
أسيوط
الأقصر
أسوان
سيوه
الداخلة
الخارجة
المحطة


شكل ( ب ) عدد العواصف الرملية والترابية الشهرية خلال فصل الشتاء ( ١٩٩٠ – ٢٠١٢
ديسمبر
يناير
فبراير
عدد العواصف
0
5
10
15
20
25
30
35
مرسى مطروح
الإسكندرية
بورسعيد
العريش
الإسماعيلية
بهتيم
القاهرة
الجيزة
أسيوط
الأقصر
أسوان
سيوه
الداخلة
الخارجة
المحطة

شكل (٤ -أ،ب) المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الشتاء (١٩٩٠–٢٠١٢)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول ( ٢ ) .

**٢- فصل الربيع ( مارس ، إبريل ، مايو ) :**

يحتل فصل الربيع المرتبة الأولى فى تكرار العواصف الرملية والترابية ، حيث بلغ إجمالي عدد العواصف ٨٣٨ عاصفة منذ عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠١٢ م ، بسبب تزايد عملية تسخين الهواء ، ومن ثم انخفاض الضغط الجوي السطحي وظهور المنخفضات الخماسينية العميقة ، نظرا لزيادة الفرق بين التيار الشمالي البارد والتيار الجنوبي الحار ( ياسر السيد : ٢٠٠٥، ص ١١٥ ) ، بينما تتحرك الجبهة الشبه المدارية شمالا فيما بين دائرتي عرض ٢٥ْ – ٣٠ْ شمالا ( إيملي حمادة:٢٠٠٨ ، ص ١٠٤ ) ، اتضح من تحليل جدول ( ٢ ) وشكل (٥ - أ ، ب ) مايلي:

- بلغ أقصى زيادة فى الساحل الشمالي في عدد العواصف الرملية والترابية حيث سجلت مرسى مطروح ٩٨ عاصفة ، وأقل عدد فى بورسعيد حيث بلغت ٧٦ عاصفة ، نظرا لتأثر المنطقة الغربية بمنخفضات البحر المتوسط وضعفها بالإتجاه ناحية الشرق ، بينما يقل عددها صوب الدلتا حيث سجلت في كل من بهتيم ، والقاهرة ، والجيزة ، ٤٣ عاصفة ، وذلك بسبب وجود الأراضي الزراعية التي تقلل من وصول العواصف نوعا ما ، ويزداد عددها جنوب مصر وفي الصحراء الغربية مقارنة بجنوب الدلتا حيث تبلغ ٥٥ عاصفة في أسوان ، ويعزى ذلك إلى ظهور المنخفض السوداني الموسمي .
- يعد شهر مارس أكثر تكرارا للعواصف الرملية والترابية حيث بلغ أقصى زيادة له في مرسى مطروح ٤٦ عاصفة ، ومرد ذلك إلى كثرة عدد المنخفضات الخماسينية ، بينما يعد شهر مايو أقل في تكرار العواصف الرملية والترابية وتسجل أقصى زيادة له في الإسكندرية بعدد ٢٢ عاصفة .

**٣- فصل الصيف ( يونيه ، يوليه ، أغسطس ) :**

يعد فصل الصيف أقل فصول السنة في تكرار العواصف الرملية والترابية ، فوجد من تحليل جدول ( ٢ ) وشكل ( ٦- أ ، ب ) مايلي :

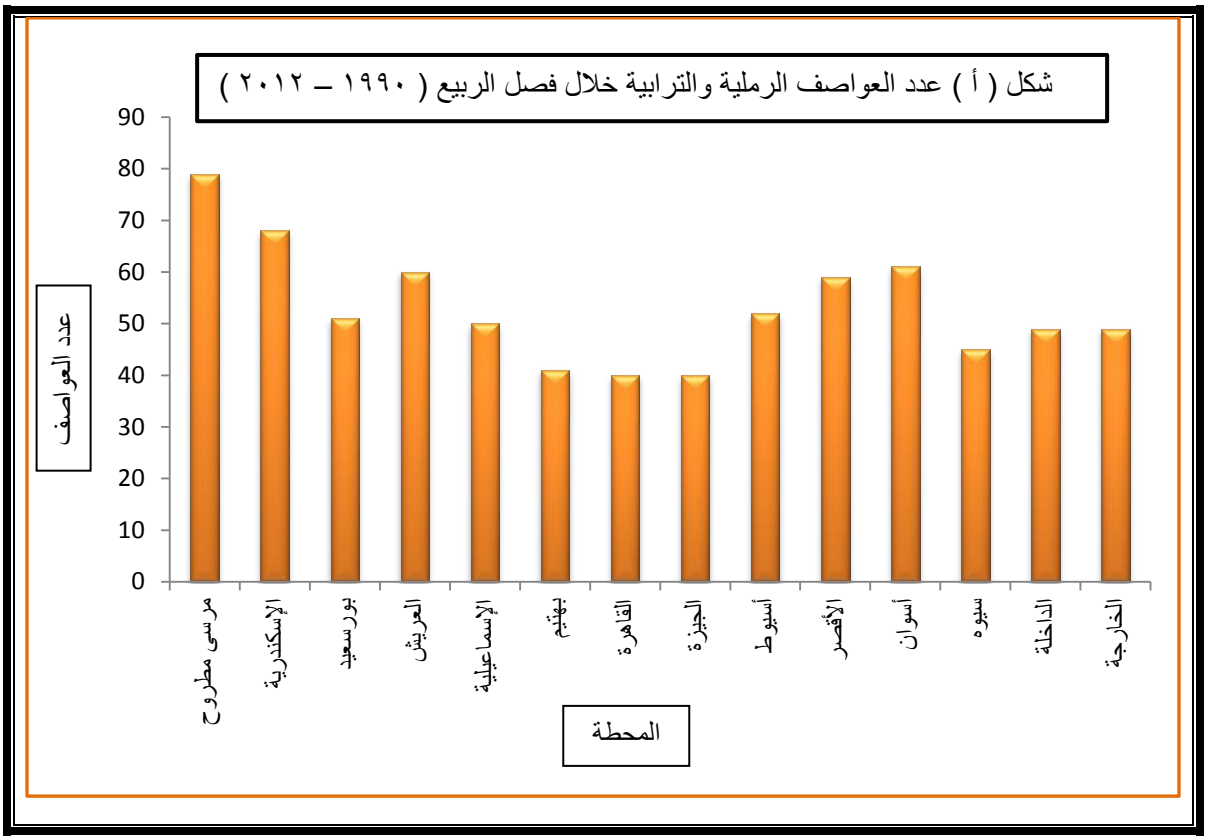
- بلغ أقصى تكرار للعواصف الرملية والترابية في مرسى مطروح بعدد ١١ عاصفة ، ويليها الإسكندرية بعدد ٩ عواصف ، ثم كل من أسيوط والأقصر بعدد ٣ عواصف ، نتيجة تمدد الضغط المرتفع دون المداري فوق المحيط الأطلنطي نحو الشرق ليشمل غرب البحر المتوسط ، فتسود على مصر رياح شمالية جافة ، وتصل إلى مصر الموجات الحارة نتيجة امتداد أو تزحزح المنخفض الآسيوي غربا ، فتتحرك الجبهة دون المدارية في اتجاه الغرب أو الشمال الغربي ، ومن ثم تغطي الكتل الهوائية شديدة الحرارة والجفاف مصر ، وحينما تشتد سرعة الرياح ، وتنشط الرياح المثيرة للرمال والأتربة وقد تصل لحد العاصفة ، وبذلك تحدث العواصف الرملية والترابية في فصل الصيف ( إيملي حمادة : ٢٠٠٨ ، ص ١١٠ ) .
- يتصدر شهر يونيه فصل الصيف في حدوث العواصف الرملية والترابية ، نظرا لتأثره بالمنخفضات الربيعية التي تشكل العواصف ، حيث بلغ أقصى زيادة في مرسى مطروح بعدد ١١ عاصفة ، بينما وجد انعدام للعواصف الرملية والترابية على مصر خلال شهر أغسطس ، ويعزى ذلك إلى استقرار الأحوال الجوية وانعدام مرور المنخفضات الجوية .

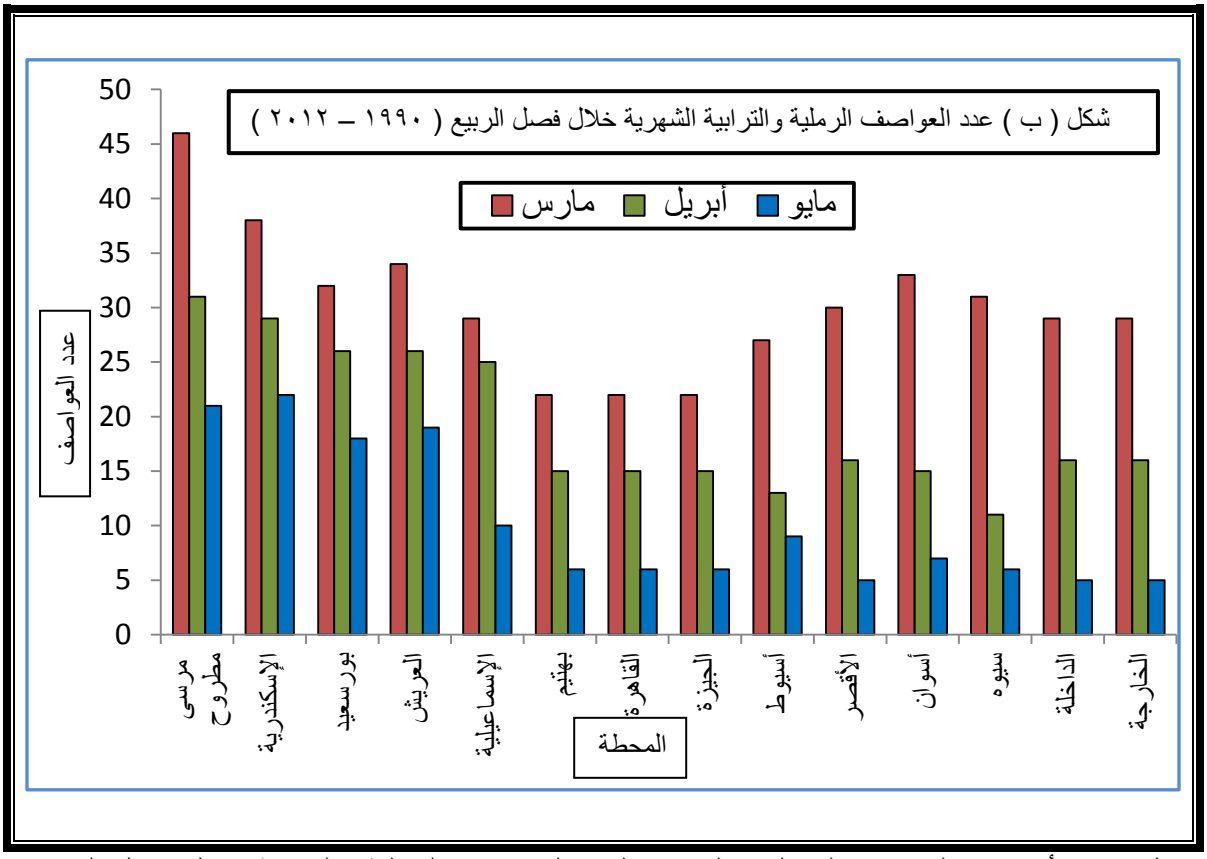
**٤- فصل الخريف ( سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر ) :**

يأتي فصل الخريف في المرتبة الثالثة بعد الربيع والشتاء فى تكرار عدد العواصف الرملية والترابية ، نظرا لأنه الأكثر استقرارا بعد الصيف ، وبتحليل جدول ( ٢ ) وشكل (٧ - أ ، ب ) يتضح مايلي:

- زيادة تكرار العواصف الرملية والترابية على الساحل الشمالي حيث تبلغ ٥٧ عاصفة في العريش و٥١ عاصفة في بورسعيد و٤٩ عاصفة فى الإسماعيلية ، نظرا لوجود التيار النفاث فوق البحر المتوسط شمال الجبهة المدارية الساكنة على شمال إفريقية فتعمل على تعمق المنخفضات في شرق مصر ( عبدالقادر علي : ١٩٩٢ ، ص ٣٢ ) ، بينما يقل تكرار العواصف الرملية والترابية بالإتجاه غربا ، لتسجل ٣٥ عاصفة في الإسكندرية ، و٣٩ عاصفة فى مرسى مطروح ، بسبب ضعف التيار غربا .
- يقل عدد العواصف بالاتجاه جنوبا ، نظرا لعدم تعمق المنخفضات الشمالية ، لتسجل فى كل من القاهرة وبهتيم والداخلة والخارجة ٣٣ عاصفة ، وتزداد نوعا ما في محطتي الأقصر وأسوان لتصل٣٧ و ٣٩ عاصفة على الترتيب ، نتيجة القرب من المنخفض السوداني الذي يساعد على زيادة سرعة الرياح وإثارة الرمال والأتربة .

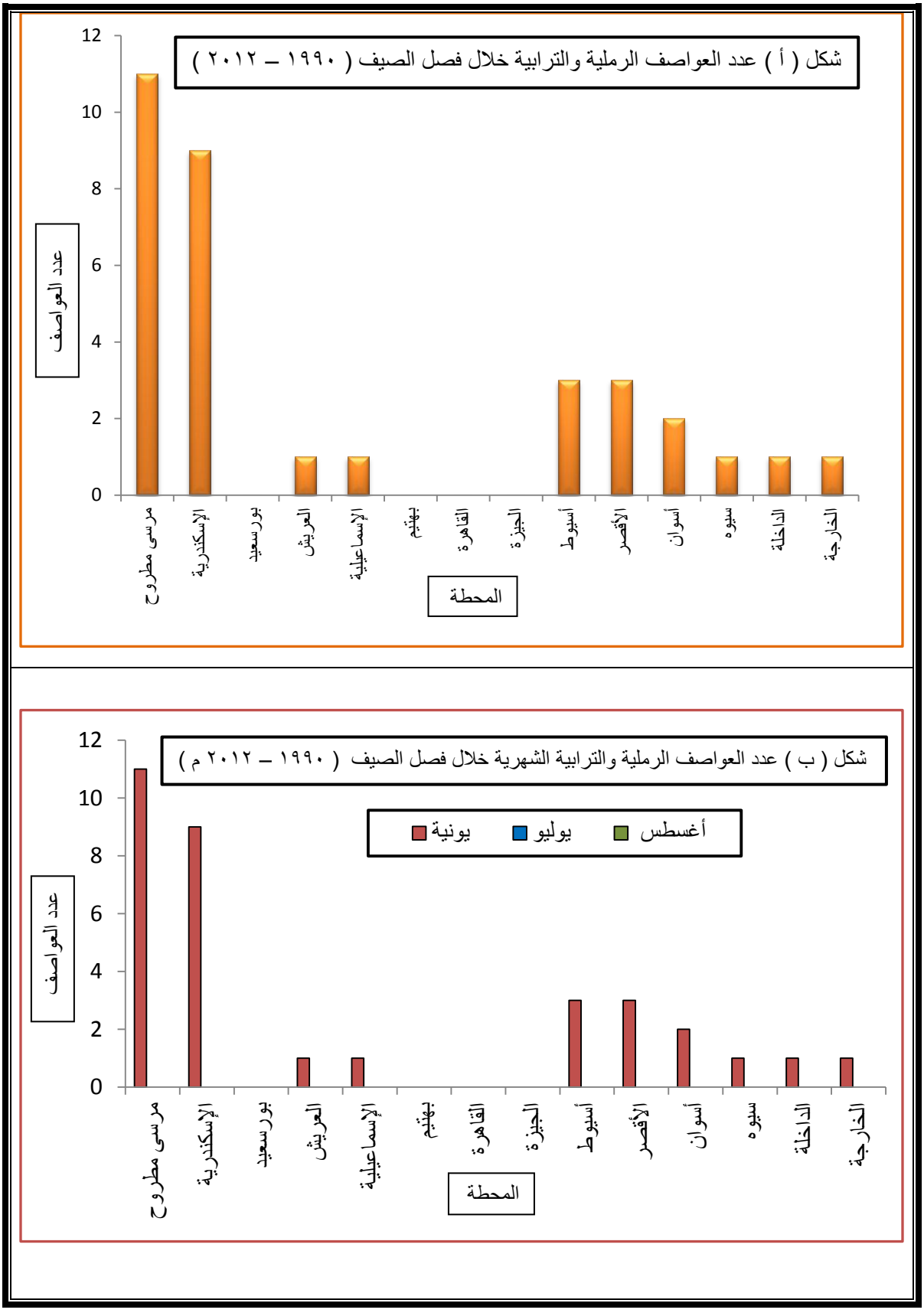
- يعد شهر سبتمبر أكثر شهور فصل الخريف تكرار للعواصف الرملية والترابية ، وتبلغ أقصى زيادة في العريش٣١ عاصفة ، ويعزى ذلك إلى انهيار توزيعات الضغط الجوي شبه الثابته بفعل المنخفضات الجوية شبة الخماسينية التي تبدأ في حركتها من الشرق إلى الغرب فوق الساحل الإفريقي ، كما هو الحال في فصل الربيع ، وتكون أقل في العمق والسرعة من المنخفضات الخماسينية .





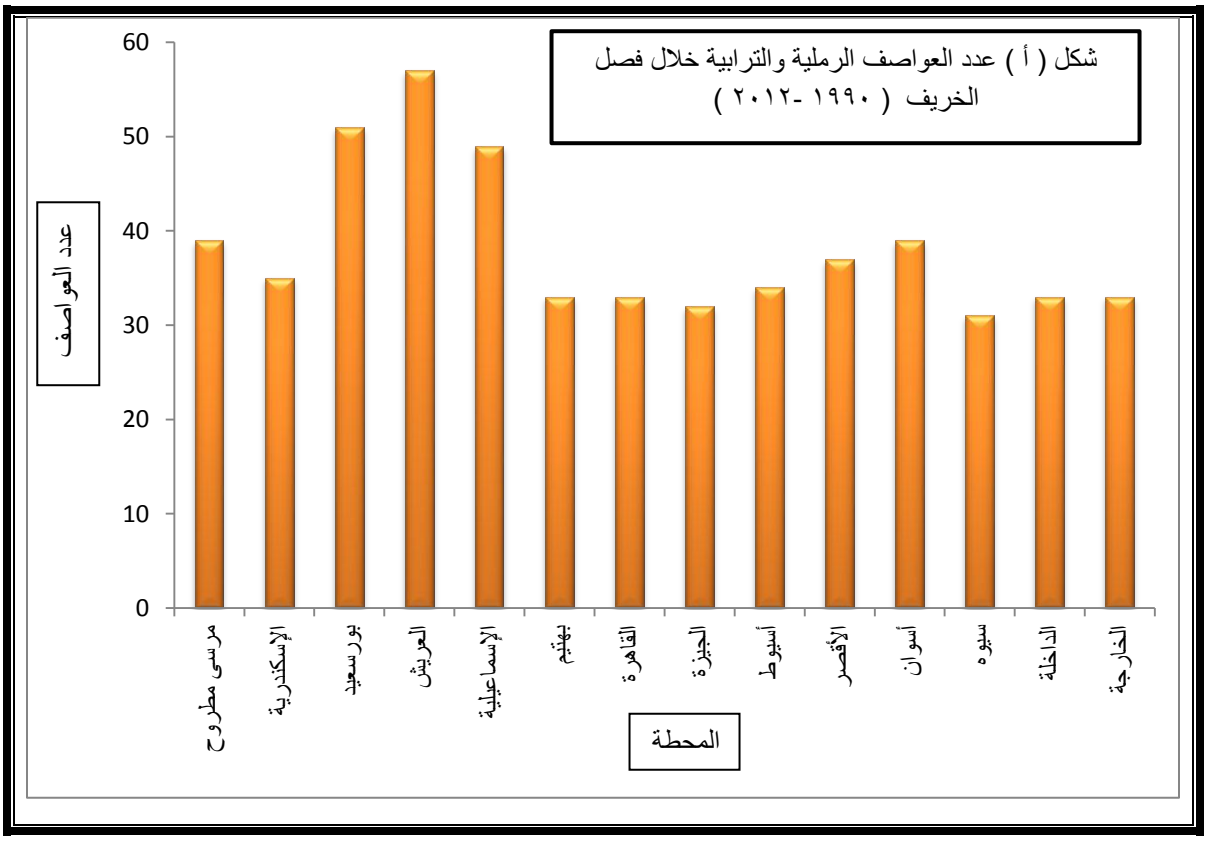

شكل ( ٥ - أ ، ب ) المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الربيع ( ١٩٩٠ – ٢٠١٢ )

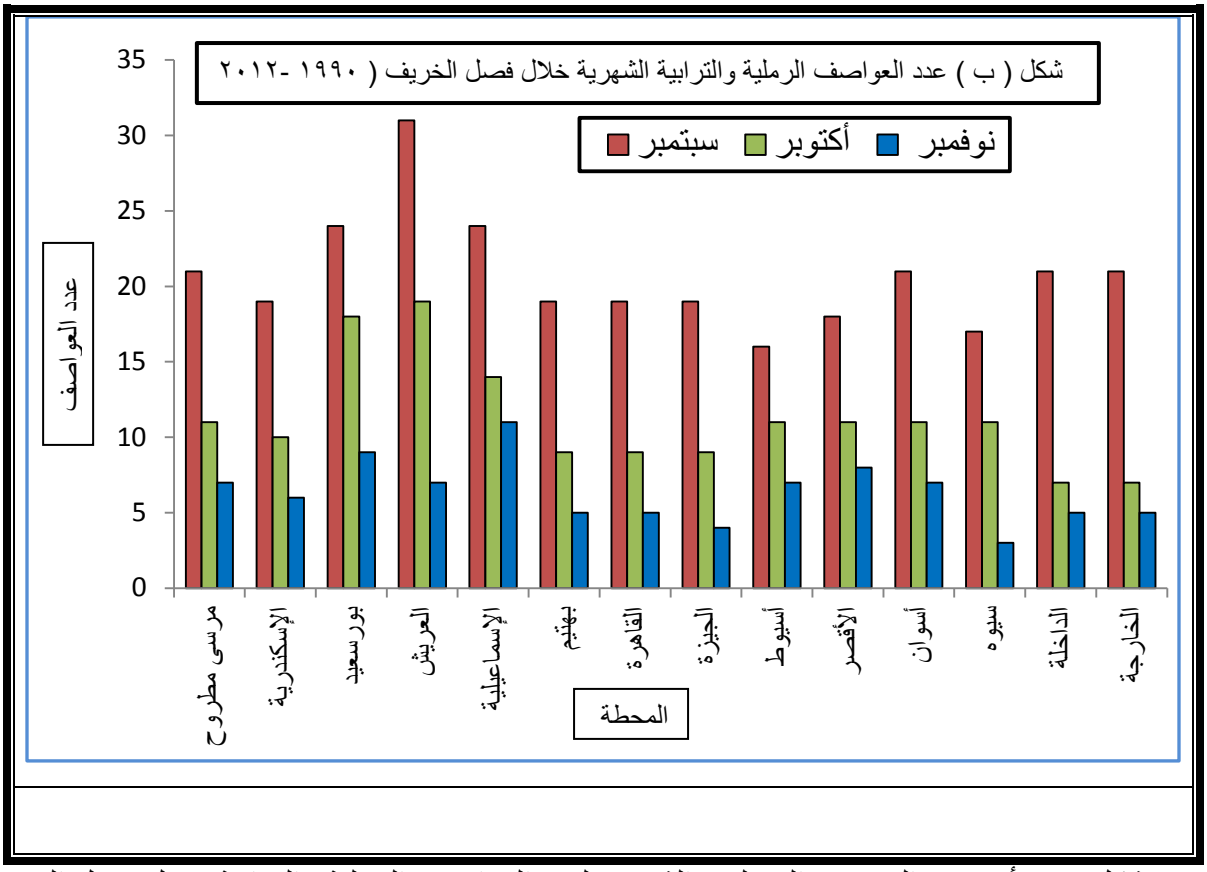
المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول ( ٢ )


شكل ( أ ) عدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الصيف ( ١٩٩٠ – ٢٠١٢ )
عدد العواصف
0
2
4
6
8
10
12
مرسى مطروح
الإسكندرية
بورسعيد
العريش
الإسماعيلية
بهتيم
القاهرة
الجيزة
أسيوط
الأقصر
أسوان
سيوه
الداخلة
الخارجة
المحطة
شكل ( ب ) عدد العواصف الرملية والترابية الشهرية خلال فصل الصيف ( ١٩٩٠ – ٢٠١٢ م )
يونية
يوليو
أغسطس
عدد العواصف
0
2
4
6
8
10
12
مرسى مطروح
الإسكندرية
بورسعيد
العريش
الإسماعيلية
بهتيم
القاهرة
الجيزة
أسيوط
الأقصر
أسوان
سيوه
الداخلة
الخارجة
المحطة

شكل (٦ - أ ، ب ) المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الصيف ( ١٩٩٠ – ٢٠١٢ )

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول ( ٢ ) .






شكل (٧ - أ ، ب ) المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الخريف

( ١٩٩٠ – ٢٠١٢ )

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول ( ٢ ) .

## ٢- أثر العواصف الرملية والترابية على النقل الجوي :

تعد العواصف الرملية والترابية من أكثر الظواهر الفجائية الحرجة التي تؤثر على النقل الجوي لأنها تؤثر على مستوى الرؤية الأفقية ، مما يؤدي إلى إغلاق المطار نهائيا وعدم دخول وخروج الرحلات الجوية ، وتحويلها من مطار إلى آخر ، وكذلك تأخير موعد إقلاع الطائرات مما يسبب خسائر على شركات الطيران .

### أ- تأثير العواصف الرملية والترابية على تحويل وتأجيل الرحلات الجوية :

### ١- تأثير العواصف الرملية على تحويل الرحلات الجوية :

وجد من تحليل جدول ( ٣ ) وشكل ( ٨ ) وشكل ( ٩ ) مايلي :

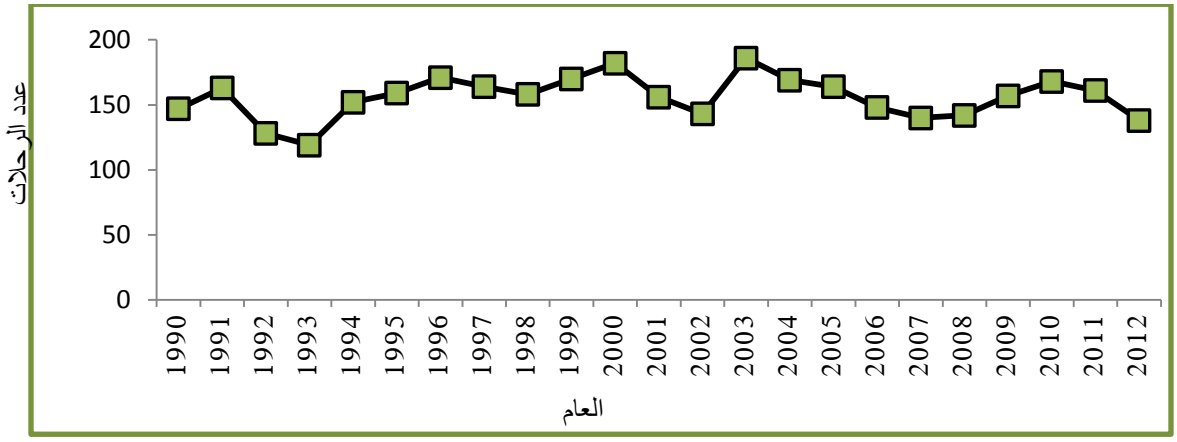
- بلغ إجمالي الخسائر المادية بسبب تحويل الرحلات الجوية الناتجة عن العواصف الرملية والترابية منذ عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠١٢ حوالي ١٥٩٧٦٥٠٠جنيه ، بإجمالي عدد عواصف ٢٦٨ عاصفة و٣٥٨٥ رحلة محولة ، حيث تنفق هذه الأموال على زيادة الوقود للطائرة لاستكمال الرحلة في المطار البديل والعودة للمطار الرئيس بعد انتهاء العاصفة ، وحجز وعمل ترانزيت ، وحجز فنادق للركاب ، وصيانة الطائرة ، وتزداد تكلفتها كلما زاد الانتظار في المطار الاحتياطي .
- يعد عامي ٢٠٠٣ و٢٠٠٠ أكثر الأعوام التي تم فيهما تحويل الرحلات الجوية ، والتي بلغت ١٨٦ و ١٨٢ رحلة على الترتيب بخسائر بلغت ٨٣٧٠٠٠ و ٧٩٤٠٠٠ جنيه ، نظرا لأنهما الأكثر في تكرار العواصف الرملية والترابية .
- يعد عام ٢٠١٢ أقل الأعوام في الخسائر المادية حيث وصلت٥٧١٠٠٠ جنيه ، وبلغ عدد العواصف في هذا العام ١٠ عواصف ، كما بلغ عدد الرحلات المحولة ١٣٨ رحلة مقارنة بعام ١٩٩٠ ، حيث بلغت١٠ عواصف وعدد الرحلات المحولة ١٤٧ رحلة ، ويعود ذلك إلى الاهتمام بأثر العواصف الرملية ومحاولة تفاديها عند تخطيط جدول الطيران *.
- اتضح من شكل ( ١٠٠ ) أن هناك علاقة طردية قوية بين عدد العواصف الرملية والترابية وتحويل الرحلات الجوية بلغت ٠,٩٦ ، بدرجة ثقة بلغت ٩٩ % ، وذات درجة معنوية مرتفعة بلغت ٠,٠٠٥ ، وذات درجة انحدار بلغت ٠,٩٤% بدرجة ثقة مرتفعة بلغت ٩٩% .
- جدول ( ٣ ) عدد الرحلات الجوية المحولة نتيجة للعواصف الرملية والترابية على مصر وخسائرها الإقتصادية منذ ١٩٩٠ -٢٠١٢

| السنة | إجمالى العواصف | عددالرحلات المحولة | الخسائر المادية بالجنيه |
|---|---|---|---|
| 1990 | 10 | 147 | 660500 |
| 1991 | 12 | 163 | 733500 |
| 1992 | 9 | 128 | 576000 |
| 1993 | 9 | 119 | 535500 |
| 1994 | 11 | 152 | 684000 |
| 1995 | 12 | 159 | 715500 |
| 1996 | 13 | 171 | 769500 |
| 1997 | 13 | 164 | 738000 |
| 1998 | 12 | 158 | 711000 |
| 1999 | 13 | 170 | 765000 |

* مقابلة شخصية مع مدير مركز الأزمات بالشركة المصرية للمطارات ، يوم ٦/ أغسطس / ٢٠١٣ .

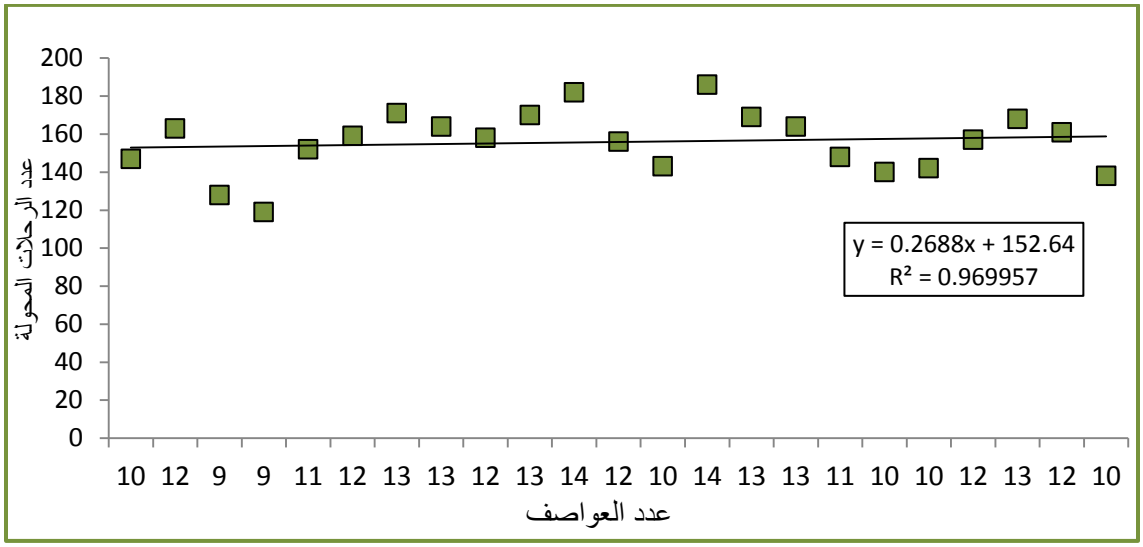
| | | | |
|---|---|---|---|
| 2000 | 14 | 182 | 794000 |
| 2001 | 12 | 156 | 702000 |
| 2002 | 10 | 143 | 633500 |
| 2003 | 14 | 186 | 837000 |
| 2004 | 13 | 169 | 760500 |
| 2005 | 13 | 164 | 738000 |
| 2006 | 11 | 148 | 616000 |
| 2007 | 10 | 140 | 630000 |
| 2008 | 10 | 142 | 639000 |
| 2009 | 12 | 157 | 706500 |
| 2010 | 13 | 168 | 756000 |
| 2011 | 12 | 161 | 704500 |
| 2012 | 10 | 138 | 571000 |
| الإجمالي | ٢٦٨ | ٣٥٨٥ | ١٥٩٧٦٥٠٠ |
| المتوسط | 11,7 | 155,9 | 694630,4 |

المصدر : وزارة الطيران المدني ، الشركة القابضة للمطارات، الإدارة العامة للأزمات ، الإدارة العامة للإيرادات ، بيانات غير منشورة .




شكل ( ٨ ) عدد الرحلات الجوية المحولة نتيجة للعواصف الرملية والترابية على مصر منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول ( ٣ )




شكل ( ٩) العلاقة بين عدد العواصف وعدد الرحلات المحولة ( ١٩٩٠ – ٢٠١٢ )

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول ( ٣) .

## ٢- تأثير العواصف الرملية والترابية على تأجيل الرحلات الجوية وإغلاق المطار :

تعمل العواصف الرملية والترابية القوية التي يقل معها مستوى الرؤية الأفقية دون ١٠٠٠م على إغلاق المطار وتحويل رحلاته ، وخاصة في وقت ذروة العاصفة لحين تحسن مستوى الرؤية الأفقية وهذا يمثل عبئا إضافيا على شركات الطيران فوجد من تحليل جدول ( ٤ ) وشكلي ( ١٠ ، ١١ ) الآتي :

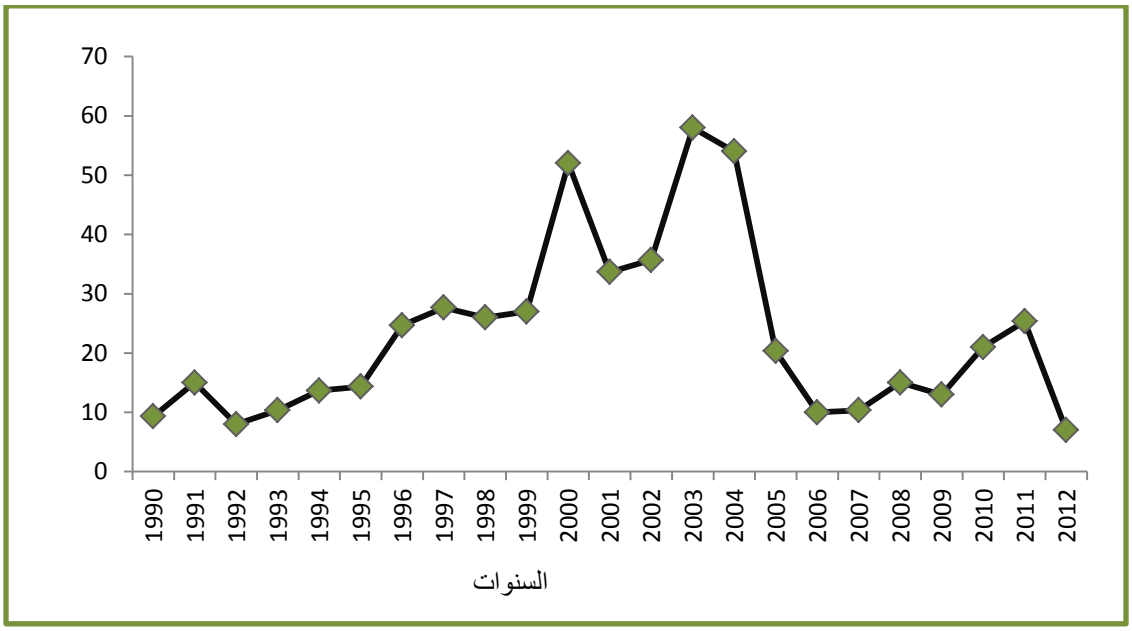
- بلغ إجمالي عدد الرحلات التي تم تأجليها بسبب العواصف الرملية والترابية منذ عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠١٢ حوالي ٥٣٧ رحلة بمتوسط ٢٣,٣ رحلة سنويا بإجمالي عدد العواصف ٢٦٨ عاصفة بخسائر بلغت ٨٠٥,٠٠٠ جنيه بمتوسط ٣٥٠٠٠ جنيه سنويا .
- سجل عام ٢٠٠٣ الأعلى في عدد الرحلات المؤجلة ، حيث بلغت ٥٨ رحلة بخسائر بلغت ٨٧٠٠٠ جنيه ، يليه عام ٢٠٠٠ ، حيث وصلت عدد العواصف الرملية والترابية ١٤عاصفة بخسائر مالية بلغت ٨٧ ألف جنيه ، نظرا إلى قلة الاهتمام بالعواصف الرملية والترابية وشدتها.
- يعد عام ٢٠١٢ أقل الأعوام في عدد الرحلات المؤجلة حيث بلغت ٧ رحلات بخسائر ١٣٥٠٠ جنيه ، وذلك للاهتمام بالتنبؤ بالعواصف الرملية والترابية وعمل الاحتياطات اللازمة والتخطيط لها أثناء وضع جدول الطيران .

- وجد أن هناك علاقة ارتباط طردية متوسطة بين عدد العواصف الرملية والترابية وعدد الرحلات المؤجلة بلغت ٠,٦٨ ، وبلغ درجة الانحدار الخطي ٠,٦١ ، وكلاهما ذات درجة ثقة ٩٩% ، وبدرجة معنوية بلغت ٠,٠٠٥ .

جدول ( ٤ ) عدد الرحلات الجوية المؤجلة وخسائرها الإقتصادية نتيجة للعواصف الرملية والترابية على مصر منذ ١٩٩٠ -٢٠١٢

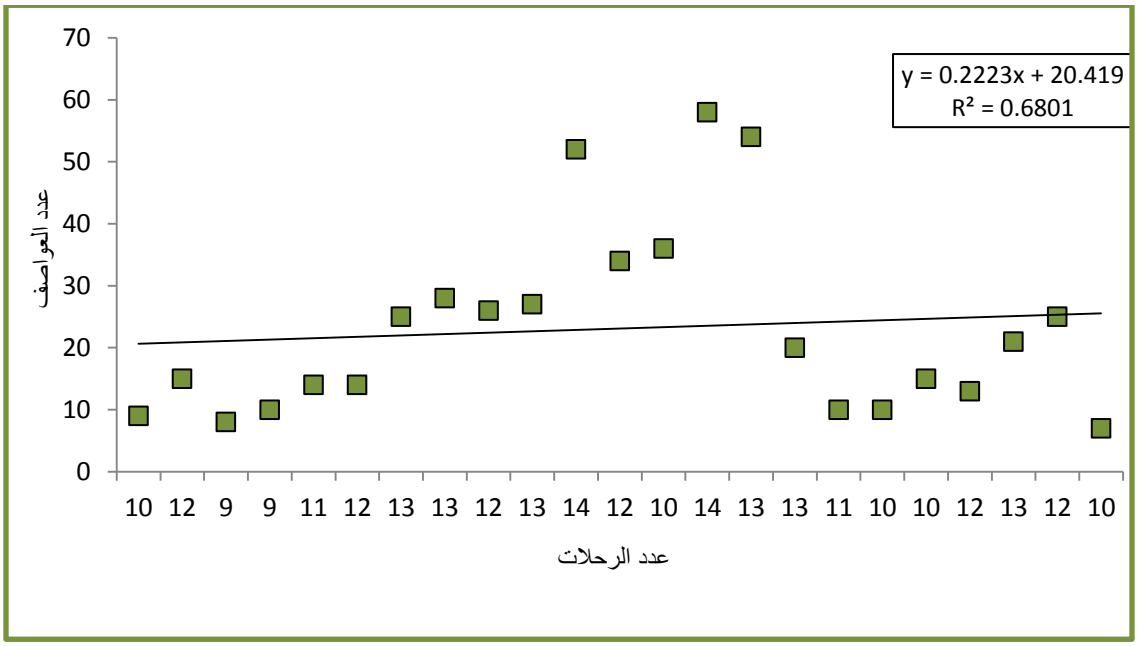
| السنة | عدد العواصف | عدد الرحلات المؤجلة | الخسائر المادية بالجنيه |
|---|---|---|---|
| 1990 | 10 | 9 | 14000 |
| 1991 | 12 | 15 | 22500 |
| 1992 | 9 | 8 | 12000 |
| 1993 | 9 | 10 | 15500 |
| 1994 | 11 | 14 | 20500 |
| 1995 | 12 | 14 | 21500 |
| 1996 | 13 | 25 | 37000 |
| 1997 | 13 | 28 | 41500 |
| 1998 | 12 | 26 | 39000 |
| 1999 | 13 | 27 | 40500 |
| 2000 | 14 | 52 | 78000 |
| 2001 | 12 | 34 | 50500 |
| 2002 | 10 | 36 | 53500 |
| 2003 | 14 | 58 | 87000 |
| 2004 | 13 | 54 | 81000 |
| 2005 | 13 | 20 | 30500 |
| 2006 | 11 | 10 | 15000 |
| 2007 | 10 | 10 | 15500 |
| 2008 | 10 | 15 | 22500 |
| 2009 | 12 | 13 | 19500 |
| 2010 | 13 | 21 | 31500 |
| 2011 | 12 | 25 | 38000 |
| 2012 | 10 | ٧ | ١٣٥٠٠ |
| الإجمالي | 268 | 537 | 805000 |
| المتوسط | 11,7 | 23,3 | 35000 |

المصدر : وزارة الطيران المدني ، الإدارة العامة للأزمات ، الإدارة العامة للإيرادات ، بيانات غير منشورة .




شكل ( ١٠ )عدد الرحلات الجوية المؤجلة نتيجة للعواصف الرملية والترابية على مصر منذ ١٩٩٠ -٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول ( ٤ ) .



شكل ( ١١ ) العلاقة بين عدد العواصف الرملية والترابية وعدد الرحلات المؤجلة ( ١٩٩٠ – ٢٠١٢ )

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول ( ٤ ) .

## ٣- دراسة حالة لأثر العواصف الرملية والترابية على النقل الجوي في مصر :

## العاصفة الرملية يوم ٢٥ مارس ٢٠١٣ :

اتضح من مرئية ( ١ ) وجدول ( ٥ ) ما يلي :

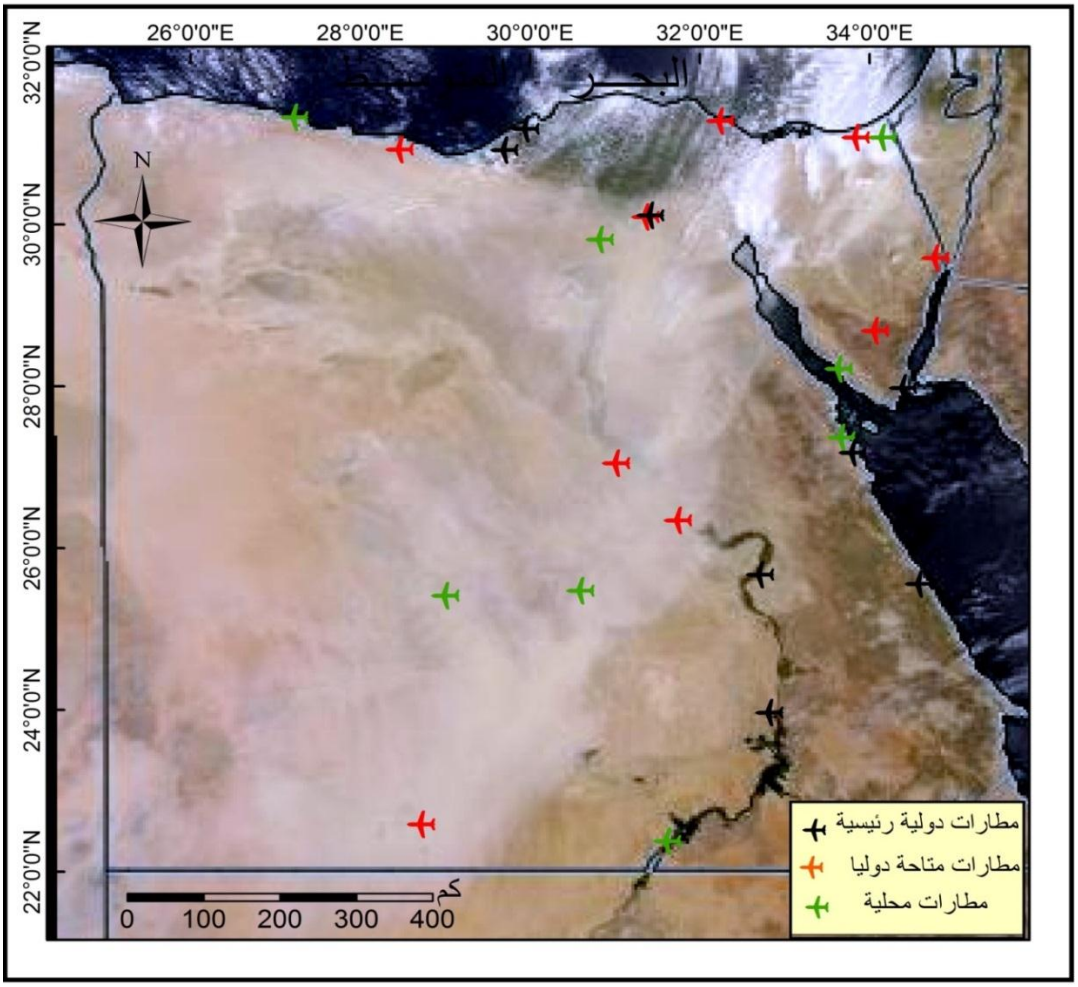
- معظم مساحة مصر وقعت تحت تأثير العاصفة الرملية ، نتيجة لانخفاض قيم الضغط الجوي إلى ١٠٠١ هكتوبسكال ، وانخفاض الرطوبة النسبية إلى ٨% .
- بلغ أقصى سرعة للرياح ٥١ كم / ساعة في محطة أسيوط مما أدي إلى تكوين جيوب هوائية جافة قادرة على حمل الرمال والأتربة .
- تحركت العاصفة من ليبيا متجهة ناحية الشرق لتعبر الصحراء الغربية ، وتغطي معظم مصر ، وظلت العاصفة لمدة ست ساعات على أسيوط ، والخارجة ، وأربع ساعات على القاهرة .
- سادت رياح جنوبية غربية متجهة إلى الشمال ، وتأثرت معظم مطارات مصر بهذه العاصفة وتمثلت في مطارات الإسكندرية ، وبرج العرب ، والقاهرة ، والماظة ، وأسيوط ، والعلمين ، ومبارك ، وبورسعيد ، ومرسى مطروح ، والداخلة ، والخارجة ، وأكتوبر ، وشرق العوينات .
- انخفض مستوى الرؤية الأفقية إلى ٢٦٣ م ، الأمر الذي أدى إلى توقف الرحلات المخطط لها الإقلاع حتى انتهاء العاصفة ، أما عن الرحلات الآتية إلى هذه المطارات فتم تحويلها إلى المطارات الاحتياطية التي لم تصبها العاصفة وهي الغردقة ، ومرسى علم ، وشرم الشيخ ، وسانت كاترين ، وطابا ، والعريش ، وأسوان ، والأقصر ، وأبوسمبل ، والطور ، والجورة ، والجونة.
- بلغت الخسائر المادية التي حدثت بسب هذه العاصفة ما يقرب من مليون جنيه ، وكانت أقصى خسائر في مطار القاهرة حيث بلغت ما يزيد عن نصف مليون جنيه ، نتيجة لموقعه في قلب العاصمة وكثافة الرحلات الجوية عليه وإغلاقه بشكل كلي ، ويليه مطار برج العرب بما يقرب من ربع مليون جنيه ، وأقل خسائر في مطار شرق العوينات ٣٧ ألف جنيه ، وبلغ عدد الرحلات المحولة من مطار إلى آخر بسبب العاصفة عشر رحلات، وعليه وجد أن العواصف

الرملية والترابية من الظواهر التي تشكل خطر واضح على النقل الجوي وتهدد سلامة الرحلات الجوية لذلك لابد من التنبؤ بها والتخطيط لها .

جدول ( ٥ ) الخسائر المادية وعدد الرحلات المحولة نتيجة العاصفة الرملية يوم ٢٥ مارس ٢٠١٣

| المطار | عدد الرحلات | الخسائر بالجنيه | عدد الرحلات المحولة |
|---|---|---|---|
| الإسكندرية | صفر | صفر | صفر |
| برج العرب | ٤ | ٢١٠٠٩٠ | ٢ |
| القاهرة | ٩ | ٥٩٩٨٣٠ | ٥ |
| ألماظة | صفر | صفر | صفر |
| أسيوط | ١ | ٧٠٣٠٠ | ١ |
| العلمين | ١ | ٥١٠٠٠ | صفر |
| مبارك | ١ | ٩٠١٥٠ | صفر |
| بورسعيد | صفر | صفر | صفر |
| مرسى مطروح | صفر | صفر | ١ |
| الداخلة | صفر | صفر | ١ |
| الخارجة | صفر | صفر | صفر |
| أكتوبر | صفر | صفر | صفر |
| شرق العوينات | ١ | ٣٧٠٠٠ | صفر |

المصدر : وزارة الطيران المدني ، الشركة المصرية للطيران ، مركز العمليات وإدارة الأزمات ، يوم ٢٥ مارس ٢٠١٣.




مرئية ( ١) مرئية فضائية موديسModis لعاصفة رملية وترابية يوم ٢٥ مارس ٢٠١٣

المصدر : المستشعر موديسModis يوم ٢٥ م

**النتائج:**

- زيادة عدد العواصف الرملية والترابية على مصر خلال فصل الربيع ، بينما يلاحظ ندرة تكرارها خلال فصل الصيف ، ويعد شهر أبريل أكثر شهور العام في تكرار العواصف الرملية والترابية ، ويزداد معدل العواصف الرملية والترابية على الساحل الشمالي ويقل عددها جنوب الدلتا ، وتزداد مرة أخرى في جنوب مصر والصحراء الغربية .
- تعمل العواصف الرملية والترابية والضباب والشابورة على خفض مستوى الرؤية الأفقية مما يؤدي إلى إغلاق المطارات بشكل كلي ، أو تحويل الرحلات الجوية من مطار إلى آخر ، وثمة ارتباط طردي قوي بين عدد العواصف الرملية والترابية وعدد أيام الضباب والشابورة وتحويل وتأجيل الرحلات الجوية مما يؤدي إلى خسائر اقتصادية .

**التوصيات :**

- ❖ تفعيل دور الأرصاد الجوية في خدمة الطيران من حيث الدقة في رصد الأحوال الجوية والتنبؤ بها حتى تتم جدولة مواعيد الرحلات بشكل جيد .
- ❖ إلحاق كل مطار برادار وربطه بالقمر الصناعي مباشرة ، حتى توفر بيانات التنبؤات الجوية قصيرة المدى ، وتوقعات الأحوال الجوية طويلة المدى ، وربط الطائرات بالرادارات لتحديث البيانات على الطائرة بشكل مستمر .
- ❖ يوصى أن تكون المطارات الجديدة بعيدة عن مناطق تكرار العواصف الرملية والترابية بمسافة لاتقل عن ٦٠ كم .

**المراجع :**


❖ **الإحصاءات والتقارير :**

- الجهاز المركزي للتعبئة والإحصاء ( ١٩٦٠ – ٢٠١٠ ) : القاهرة .
- الشركة القابضة للمطارات ( ١٩٩٠ – ٢٠١٢ ) : القاهرة .
- الشركة المصرية للطيران ( ٢٠١٣) : القاهرة .
- المعمل المركزي للمناخ الزراعي ( ١٩٩٠ – ٢٠١٢ ) : القاهرة .
- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ( ١٩٩٠ – ٢٠١٢ ) : القاهرة .
- سلطة الطيران المدني ( ٢٠٠٥ – ٢٠١٣ ) : القاهرة .
- شركة ميناء القاهرة الجوي ( ٢٠١٤ ) : القاهرة .
- وزارة الطيران المدني المصري ( سنوات مختلفة ) : القاهرة .

❖ **الأطالس والخرائط :**

- الأطلس المناخي ( ١٩٩٦) : القاهرة .
- أطلس مصر الطبوغرافي ، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ .

❖ **الأبحاث والكتب :**

❖ ياسر أحمد السيد ( ٢٠٠٥ ) : الرؤية الأفقية في جمهورية مصر العربية ، دورية الإنسانيات ، كلية الآداب بدمنهور ، جامعة الإسكندرية ، العدد ٢١ .

❖ محمد جمال الدين الفندي ( ١٩٦٠ ) : طبيعيات الجو وظواهرة ، مكتبة النهضة ، ط ٢، القاهرة.

- إيملي محمد حملي حمادة ( ٢٠٠٨ ) : طاقة الرياح في مصر ، دراسة في المناخ التطبيقي ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٥٢ ، ج ٢ .
- حسين زهدي ( ٢٠٠٦ ) : الموجات شديدة الحرارة ..لماذا ؟ ، مجلة الأرصاد الجوية ، العدد السابع ، القاهرة .
- حسين محمد حسن القلاوي ( ١٩٩٤ ) : بعض الجوانب المناخية فى ساحل مصر الشمالي ، حولية كلية الآداب ، العدد ١٧ ، جامعة عين شمس.
- مواقع الانترنت :
  - http: // weather . uwyo . edu /upper air / sounding.html.
  - http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/realtime/?calendar .