

أثر المناخ على النقل الجوي في مصر

باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

رسالة مقدمة

لنيل درجة الماجستير في الآداب من قسم الجغرافية

إعداد الطالبة

ساميه علي علي مبروك

المعيد بالقسم

إشراف

الأستاذ الدكتور

صلاح معروف عبده عماشة

أستاذ الجغرافية الطبيعية

رئيس قسم الجغرافية بكلية الآداب جامعة دمياط

الأستاذ الدكتور

شحاته سيد أحمد طلبه

أستاذ الجغرافية الطبيعية

رئيس قسم الجغرافية بكلية الآداب جامعة القاهرة

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في الآداب من قسم الجغرافية

أثر المناخ على النقل الجوي في مصر

باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

إعداد الطالبة

ساميه علي مبروك

المعيد بالقسم

إشراف السادة :

أ. د/ شحاته سيد أحمد طلبه	أستاذ الجغرافية الطبيعية- رئيس قسم الجغرافية بكلية الآداب جامعة القاهرة
أ.د/ صلاح معروف عبده عماشة	أستاذ الجغرافية الطبيعية - رئيس قسم الجغرافية بكلية الآداب جامعة دمياط

عميد الكلية

وكيل الكلية للدراسات العليا

رئيس القسم

أ. د. محروس إبراهيم المعداوي

أ. د. أنور السيد عبدالكريم

أ. د. صلاح معروف عماشة

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في الآداب من قسم الجغرافية

أثر المناخ على النقل الجوي في مصر

باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

إعداد الطالبة

ساميه علي علي مبروك

المعيد بالقسم

لجنة الحكم والمناقشة السادة :-

أ. د/ شحاته سيد أحمد طلبة	أستاذ الجغرافية الطبيعية - رئيس قسم الجغرافية بكلية الآداب جامعة القاهرة	مشرفا ورئيسا	
أ.د / إبراهيم محمد علي بدوي	أستاذ الجغرافية الطبيعية - وكيل شئون التعليم والطلاب بكلية الآداب جامعة دمياط	مناقشا	
أ.د/ طارق زكريا إبراهيم سالم	أستاذ الجغرافية الطبيعية - رئيس قسم الجغرافية بكلية الآداب جامعة الزقازيق	مناقشا	
أ.د/ صلاح معروف عبده عماشه	أستاذ الجغرافية الطبيعية - رئيس قسم الجغرافية بكلية الآداب جامعة دمياط	مشرفا	

التقدير : امتياز مع التوصية على طباعة الرسالة على نفقة الجامعة وتداولها مع الجامعات الأخرى .

عميد الكلية

وكيل الكلية للدراسات العليا

رئيس القسم

أ. د . محروس إبراهيم المعداوي

أ. د . أنور السيد عبدالكريم

أ. د . صلاح معروف عماشه

بسم الله الرحمن الرحيم

" أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُزْجِي سَحَابًا ثُمَّ
يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَّامًا فَتَرَى
الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ وَيُنَزِّلُ مِنْ
السَّمَاءِ مِنْ جِبَالٍ فِيهَا مِنْ بَرَدٍ فَيُصِيبُ
بِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَنْ مَنْ يَشَاءُ^ط
يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ يَذْهَبُ بِالْأَبْصَارِ "

صدق الله العظيم

الآية ٤٣ ، سورة النور

شكر وتقدير

تتسابق الكلمات وتتزاحم لتتنظم عقد من الشكر للمولى عز وجل الذي ليس كمثله شئ وهو السميع البصير ، فالحمد لله الذي أتم نعمته عليّ ويسر لي طريق البحث العلمي ، فأسجد لله شكرا أن أعاني علي إتمام هذا العمل وإخراجه في صورته الحالية ، وأسأله سبحانه وتعالى أن يتقبله مني خالصا لوجهه الكريم .

وانطلاقا من قوله صل الله عليه وسلم (من لا يشكر الناس لا يشكر الله) ، فإنني أتقدم بأسمى آيات الشكر والعرفان **للأستاذ الدكتور / شحاته سيد أحمد طلبه** ، وذلك لإشرافه العلمي على الرسالة ونصائحه وتوجيهاته السديدة التي كان لها الأثر الأكبر في إخراج هذا العمل ، فقد كان أبا ومعلما ونهرا فياضا تعلمت منه الكثير ، فله مني جزيل الشكر والتقدير ، وأسأل الله عز وجل أن يجعل سعيه هذا في ميزان حسناته .

ومن هذا المقام أتوجه بالشكر والتقدير للأب الفاضل **الأستاذ الدكتور / صلاح معروف عبده عماشة** ، الذي تتلمذت علي يده منذ مرحلة الليسانس حتي نلت شرف إشرافه على الماجستير ، لاكتسب من نصائحه وإرشاداته القيمة فتعلمت منه أنه ليس للعطاء حدود ، ولو أنني أوتيت كل بلاغة وأفنييت بحر النطق في النظم والنثر ، لما كنت بعد القول إلا مقصرا ومعتزفا بالعجز عن واجب الشكر له فاللهم أجزه عني خير الجزاء .

كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلي **الأستاذ الدكتور / إبراهيم محمد علي بدوي** الذي نشأت تحت رعايته منذ مرحلة الليسانس ، ونهلت من علمه الفيض ، وشرفت بمناقشته لهذا العمل فأسأل الله أن يجزيه عني خير الجزاء .

وأتقدم بأسمى آيات الشكر **للأستاذ الدكتور / طارق زكريا إبراهيم سالم** الذي تعلمت من خلال كتاباته الكثير حيث كانت يد العون وركيزة قوية لإخراج هذا العمل فأتقدم له بخالص الشكر علي تكرمه بقبول مناقشة هذا العمل ، وتحمله عناء السفر فجزاه الله عني خير الجزاء .

كما أتقدم بعظيم الشكر والامتنان إلي جميع أساتذتي وزملائي بقسم الجغرافية وكلية الآداب جامعة دمياط ، وأيضا أتقدم بالشكر للعاملين في هيئة الأرصاد الجوية ، ووزارة الطيران المدني والعاملين

بالهيئات ، والمكتبات التي ترددت عليها على ماقدموه لي من عون وتسهيلات في الحصول على المادة العلمية .

ولا يفوتني أن أتقدم بوافر الشكر وأخلصه إلي والدي ووالدتي الأعزاء اللذان جعلهما الله عز وجل سببا في وجودي وكان لهما الفضل الكبير في إتمام هذا العمل فجزاهم الله عني خير الجزاء ، كما أتقدم بالشكر والتقدير والعرفان إلي إخوتي وأخواتي الذين تحملوا من أجلي الكثير كما أشكرهم على دعمهم لي أثناء الدراسة ، فبارك الله فيهم وجزاهم عني خير الجزاء .

كما اتقدم بالشكر والتقدير إلي زوجي المهندس / عبدالرحمن محمد أحمد الذي كان عوناً لي والأساس الأكبر في الإنتهاء من هذه الرسالة واتمائها ومراجعتها حتي تقديمها بالشكل المطلوب فله مني كل الحب والإحترام والتقدير ووفقه الله لما يحب ويرضى .

والله ولي التوفيق

الطالبة

ساميه علي علي مبروك

الفهارس

أولا : فهرس الموضوعات .

ثانيا : فهرس الجداول .

ثالثا : فهرس الخرائط والأشكال .

رابعا : فهرس المرئيات .

أولا : فهرس الموضوعات

رقم الصفحة	الموضوع
١٣ - ١	المقدمة
٢	المقدمة .
٥ - ٢	أولا : تحديد منطقة ومحطات الدراسة .
٣ - ٢	١- تحديد منطقة الدراسة .
٥ - ٤	٢- محطات الدراسة .
٦	ثانيا : أهمية الدراسة .
٦	ثالثا : أسباب اختيار موضوع الدراسة .
٦	رابعا : تساؤلات وفرضيات الدراسة .
٧	خامسا : أهداف الدراسة .
٨ - ٧	سادسا : مناهج وأساليب الدراسة .
٩ - ٨	سابعا : الدراسات السابقة .
١١ - ٩	ثامنا : مصطلحات الدراسة .
١٣ - ١٢	تاسعا : محتويات الدراسة .
١٣	عاشرا : صعوبات الدراسة .
٦٠ - ١٤	الفصل الأول الخصائص العامة للنقل الجوي في مصر
١٥	مقدمة .
١٧ - ١٥	أولا : نشأة وتطور النقل الجوي في مصر .
٢٢ - ١٧	ثانيا : المجال الجوي المصري .
٢٧ - ٢٣	ثالثا : تصنيف المطارات المصرية وتوزيعها .
٢٦ - ٢٣	١ - تصنيف المطارات في مصر .
٢٧ - ٢٦	٢ - التوزيع الجغرافي للمطارات في مصر .

٣١ - ٢٧	رابعاً : تطور حركة النقل الجوي في مصر .
٢٩ - ٢٧	١- تطور حركة الطائرات .
٣١ - ٣٠	٢- تطور حركة الركاب .
٥٩ - ٣٢	خامساً : العوامل الجغرافية المؤثرة على النقل الجوي في مصر .
٥٥ - ٣٢	١- العوامل الطبيعية .
٣٢	أ- الموقع الجغرافي والفلكي لمصر .
٣٥ - ٣٣	ب- التركيب الجيولوجي .
٣٩ - ٣٦	ج- مظاهر السطح .
٥٥ - ٣٩	د- المناخ .
٥٩ - ٥٥	٢- العوامل البشرية .
٥٧ - ٥٥	أ- التوزيع السكاني .
٥٩ - ٥٧	ب- العمران .
٦٠	الخلاصة
١١٢ - ٦٢	الفصل الثاني تأثير الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة السطحية على النقل الجوي في مصر
٦٢	مقدمة .
٧٩ - ٦٢	أولاً : تأثير الإشعاع الشمسي على النقل الجوي .
٧٦ - ٦٢	١- خصائص الإشعاع الشمسي .
٦٤ - ٦٢	أ- المعدل السنوي لعدد ساعات السطوع الممكنة .
٧٦ - ٦٥	ب- المعدل الفصلي لعدد ساعات السطوع الممكنة .
٧٩ - ٧٧	٢- أثر الإشعاع الشمسي على النقل الجوي .
١١١ - ٨٠	ثانياً : تأثير درجة الحرارة السطحية على النقل الجوي .
١٠٥ - ٨٠	١- خصائص درجة الحرارة السطحية .
٩٤ - ٨٠	أ- درجة الحرارة العظمى .
٨٢ - ٨٠	١- المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى .
٩٤ - ٨٣	٢- المعدل الفصلي لدرجة الحرارة العظمى .
١٠٥ - ٩٥	ب- درجة الحرارة الصغرى .

٩٥ - ٩٦	١- المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى .
٩٧ - ١٠٥	٢- المعدل الفصلي لدرجة الحرارة الصغرى .
١٠٦ - ١١١	٢- أثر درجة الحرارة السطحية على النقل الجوي .
١١٢	الخلاصة .
١١٣ - ١٦٣	الفصل الثالث تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على النقل الجوي في مصر
١١٤	مقدمة .
١١٤ - ١٥٥	أولا خصائص درجة الحرارة في طبقات الجو العليا .
١١٤ - ١١٩	١- المعدل السنوي لدرجة الحرارة في طبقات الجو العليا .
١١٤ - ١١٦	أ- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال .
١١٧	ب- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال .
١١٨	ج- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال .
١١٩	د- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال .
١٢٠ - ١٥٥	٢- المعدل الفصلي لدرجة الحرارة في طبقات الجو العليا في مصر .
١٢٠ - ١٢٨	١- فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير)
١٢٠ - ١٢٢	أ - معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال .
١٢٣ - ١٢٤	ب- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال .
١٢٥ - ١٢٦	ج- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال .
١٢٧ - ١٢٨	د- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال .
١٢٩ - ١٣٧	٢- فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو)
١٢٩ - ١٣١	أ- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال .
١٣٢ - ١٣٣	ب - معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال .
١٣٤ - ١٣٥	ج- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال .
١٣٦ - ١٣٧	د- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال .
١٣٨ - ١٤٦	٣- فصل الصيف (يونيه ، يوليه ، أغسطس)
١٣٨ - ١٤٠	أ- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال .
١٤١ - ١٤٢	ب- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال .

١٤٤-١٤٣	ج- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال .
١٤٦ - ١٤٥	د- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٥٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال .
١٥٥-١٤٧	٤- فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر)
١٤٩-١٤٧	أ- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ١٠٠٠ هكتوبسكال .
١٥١-١٥٠	ب- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال .
١٥٣ - ١٥٢	ج- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال .
١٥٥ - ١٥٤	د- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٥٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال .
١٦٢-١٥٦	ثانيا : تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على النقل الجوي .
١٦١-١٥٦	١- تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة .
١٦٢	٢- تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على تكون الجليد على جسم الطائرة.
١٦٣	الخلاصة.
٢٢٦-١٦٤	الفصل الرابع تأثير الرياح السطحية وفي طبقات الجو العليا على النقل الجوي في مصر
١٦٥	مقدمة .
١٩٦- ١٦٥	أولا : خصائص الرياح السطحية .
١٨٠- ١٦٥	١- اتجاه الرياح السطحية .
١٦٨ - ١٦٥	أ- المعدل السنوي لتكرار هبوب الرياح .
١٧١ - ١٦٩	ب- معدل فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير) .
١٧٤ - ١٧٢	ج- معدل فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) .
١٧٧ - ١٧٥	د- معدل فصل الصيف (يونيه ، يوليه ، أغسطس) .
١٨٠ - ١٧٨	هـ- معدل فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) .
١٨٩ - ١٨١	٢- سرعة الرياح السطحية .
١٨٤ - ١٨١	أ- المعدل السنوي لسرعة الرياح .
١٨٥ - ١٨٢	ب- معدل سرعة الرياح في فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير) .
١٨٧ - ١٨٦	ج- معدل سرعة الرياح في فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) .
١٨٨ - ١٨٦	د- معدل سرعة الرياح في فصل الصيف (يونيه ، يوليه ، أغسطس) .
١٨٩	هـ- معدل سرعة الرياح في فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) .

١٩٦ - ١٩٠	٣- تأثير الرياح السطحية على النقل الجوي في مصر .
١٩٣ - ١٩٠	أ- تأثير اتجاه الرياح السطحية على النقل الجوي .
١٩٥ - ١٩٤	ب- تأثير سرعة الرياح السطحية على النقل الجوي .
٢٢١ - ١٩٦	ثانيا : سرعة الرياح في طبقات الجو العليا .
٢٢١ - ١٩٦	١- المعدل السنوي والفصلي لسرعة الرياح في طبقات الجو العليا .
٢٠١ - ١٩٧	أ- المعدل السنوي لسرعة الرياح في طبقات الجو العليا .
٢٢١ - ٢٠٢	ب- المعدلات الفصلية لسرعة الرياح في طبقات الجو العليا .
٢٠٦ - ٢٠٢	١- فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير) .
٢١١ - ٢٠٧	٢- فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) .
٢١٦ - ٢١٢	٣- فصل الصيف (يونيه ، يوليه ، أغسطس) .
٢٢١ - ٢١٧	٤- فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) .
٢٢٥ - ٢٢٢	٢- تأثير سرعة الرياح في طبقات الجو العليا على النقل الجوي .
٢٢٦	الخلاصة .
٢٨٣ - ٢٢٧	الفصل الخامس تأثير بعض ظواهر الطقس الفجائية الحرجة على النقل الجوي في مصر
٢٢٨	مقدمة .
٢٤٤ - ٢٢٨	أولا : تأثير العواصف الرملية والترابية على النقل الجوي .
٢٣٧ - ٢٢٨	١- التوزيع السنوي والفصلي لعدد العواصف الرملية والترابية خلال الفترة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .
٢٣٠ - ٢٢٨	أ- التوزيع السنوي لعدد العواصف الرملية والترابية .
٢٣٧ - ٢٣١	ب- التوزيع الفصلي لعدد العواصف الرملية والترابية .
٢٤٤ - ٢٣٨	٢- أثر العواصف الرملية والترابية على النقل الجوي .
٢٤٢ - ٢٣٨	أ- تأثير العواصف الرملية والترابية على تحويل وتأجيل الرحلات الجوية .
٢٤٤ - ٢٤٣	ب- دراسة حالة لأثر العواصف الرملية والترابية على النقل الجوي في مصر
٢٦٧ - ٢٤٥	ثانيا : تأثير الضباب والشبورة على النقل الجوي في مصر .
٢٥٦ - ٢٤٥	١- المعدل السنوي والفصلي للضباب والشبورة على مصر .
٢٤٧ - ٢٤٥	أ- المعدل السنوي للضباب والشبورة .

٢٥٦-٢٤٨	ب- المعدل الفصلي للضباب والشابورة .
٢٦٧-٢٥٧	٢- أثر الضباب والشابورة على النقل الجوي .
٢٥٩-٢٥٧	أ- العلاقة بين الضباب والشابورة على النقل الجوي وخسائرها الاقتصادية
٢٦٧-٢٦٠	ب- دراسة حالة على الضباب في مصر .
٢٧٢-٢٦٨	ثالثا : تأثير العواصف الرعدية على النقل الجوي في مصر .
٢٧١ - ٢٦٨	١- التوزيع السنوي والفصلي للعواصف الرعدية.
٢٧٢	٢- تأثير العواصف الرعدية على النقل الجوي " دراسة حالة ٧ يناير ٢٠١٥ " .
٢٨٢ - ٢٧٣	رابعا : تأثير السحب على النقل الجوي في مصر .
٢٧٩ - ٢٧٣	١- معدل السحب في مصر منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .
٢٧٦ - ٢٧٣	أ- المعدل السنوي لكمية ونسبة السحب على مصر .
٢٧٩ - ٢٧٧	ب- المعدل الفصلي لكمية ونسبة السحب على مصر.
٢٨٢- ٢٨٠	٢- تأثير السحب على النقل الجوي " دراسة حالة يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣ " .
٢٨٣	الخلاصة :
٣٣١-٢٨٤	الفصل السادس النمذجة المكانية للمطارات المصرية في ضوء المعايير المناخية
٢٨٥	مقدمة .
٢٨٩-٢٨٥	أولا : التحليل التقني لنمذجة أفضل المواقع للمطارات الجديدة .
٢٨٥	١- أهداف إنشاء النموذج الرقمي .
٢٨٦-٢٨٥	٢- المعايير المستخدمة في عملية النمذجة .
٢٨٧	٣- البيانات المستخدمة في بناء النموذج .
٢٨٨-٢٨٧	٤- تجهيز وإنتاج البيانات لبناء النموذج .
٢٨٩-٢٨٨	٥- مرحلة بناء النموذج .
٢٨٩	٦- مخرجات النموذج .
٣٣٠-٢٩٠	ثانيا : تحليل مخرجات النموذج .
٣٢٢-٢٩٠	١- تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفقا لمعايير النموذج .
٢٩٢-٢٩٠	أ- الإشعاع الشمسي .
٢٩٥-٢٩٣	ب- درجة الحرارة .

٢٩٨-٢٩٦	ج- سرعة الرياح .
٣٠١-٢٩٩	د- الضباب .
٣٠٤-٣٠٢	هـ- الشايرة .
٣٠٧-٣٠٥	و- العواصف الرملية والترابية .
٣١٠-٣٠٨	ز- السحب .
٣١٢-٣١١	ح- العواصف الرعدية .
٣١٤-٣١٣	ط- نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) .
٣١٦-٣١٥	ك- الانحدار .
٣١٨-٣١٧	ل- التركيب الجيولوجي .
٣٢٠-٣١٩	م- الكثافة السكانية .
٣٢٢-٣٢١	ن- المسافة بين المطارات الحالية .
٣٢٥-٣٢٣	٢- تقييم المطارات القائمة حاليا طبقا للنموذج .
٣٢٧-٣٢٦	٣- خريطة تصنيف مصر لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة .
٣٣٠-٣٢٨	٤- إنتاج خريطة أفضل المواقع للمطارات الجديدة وفق النموذج .
٣٣١	الخلاصة .
٣٣٨-٣٣٢	الخاتمة
٣٣٦ -٣٣٣	أولا : أهم النتائج .
٣٣٨-٣٣٧	ثانيا : التوصيات .
٣٤٩ -٣٣٩	المراجع والمصادر
٣٤٥-٣٤٠	أولا : المراجع العربية .
٣٤٠	١- الإحصاءات والتقارير.
٣٤٠	٢- الأطالس والخرائط .
٣٤٢-٣٤٠	٣- الرسائل الجامعية .
٣٤٣ - ٣٤٢	٤- الأبحاث والمجلات العلمية .
٣٤٥-٣٤٣	٥- الكتب .
٣٤٩-٣٤٦	ثانيا : المراجع الأجنبية .
٣٤٦	١- Reports and statistics.

٣٤٦	٢- Scientific Thesis.
٣٤٨-٣٤٦	٣- Scientific Papers.
٣٤٩-٣٤٨	٤- Books.
٣٤٩	ثالثا : الشبكة المعلوماتية .
٣٥٦-٣٥٠	ملخص الرسالة .
أ - ك	الفهارس .

ثانيا : فهرس الجداول

م	العنوان	رقم الصفحة
١	أهم محطات الأرصاد الجوية السطحية وفي طبقات الجو العليا في مصر.	٤
٢	الحدود الفلكية للمجال الجوي المصري عام ٢٠١١.	١٨
٣	نقاط دخول وخروج المجال الجوي المصري .	٢١
٤	تصنيف وتوزيع المطارات المصرية .	٢٤
٥	تطور عدد الرحلات في المطارات المصرية خلال الفترة ٢٠١٠-٢٠٠٠ .	٢٨
٦	نصيب كل مطار من عدد الرحلات عام ٢٠١٠ .	٢٩
٧	نسب التطور في أعداد الركاب في المطارات المصرية خلال الفترة ٢٠١٠-٢٠٠٠ .	٣١
٨	نصيب كل مطار من عدد الركاب عام ٢٠١٠ .	٣١
٩	مناسيب ارتفاع المطارات المصرية بالنسبة لمستوى سطح البحر.	٣٦
١٠	المناسيب التي يطير عليها الطيران المصري .	٣٨
١١	المعدل الفصلي للضغط الجوي على محطات الدراسة خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠١٢ .	٤١
١٢	مجموع المنخفضات الجوية السنوية والفصلية والشهرية التي مرت على مصر ونسبتها إلى المجموع الكلي خلال الفترة من ١٩٦٥ حتى ١٩٩٤ .	٤٨
١٣	التطور العددي للسكان خلال التعدادات (١٩٦٠ - ٢٠٠٦) وتقديرات عام ٢٠١١ .	٥٦
١٤	العلاقة بين عدد السكان وعدد الركاب المصريين خلال ٢٠١٠ - ٢٠٠٠ .	٥٨
١٥	المعدل السنوي لعدد الساعات الفعلية للإشعاع الشمسي في اليوم ونسبتها المئوية من القيمة الممكنة.	٦٣
١٦	معدل الإشعاع الشمسي اليومي ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٦٦
١٧	معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٦٩
١٨	معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٧٢
١٩	معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٧٥

٢٠	كمية الطاقة المستهلكة على ممرات مطار القاهرة ومتوسط الإشعاع الفعلي خلال عام ٢٠١٤.	٧٨
٢١	العلاقة بين معدل الإشعاع الشمسي واستهلاك الكهرباء .	٧٩
٢٢	المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى لمحطات الدراسة .	٨١
٢٣	معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٨٤
٢٤	معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٨٧
٢٥	معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٩٠
٢٦	معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٩٣
٢٧	المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى لمحطات الدراسة خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٩٦
٢٨	معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٩٨
٢٩	معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١٠٠
٣٠	معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١٠٢
٣١	معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١٠٤
٣٢	بعض أطوال الممرات الأرضية والمتوسط السنوي لدرجة الحرارة في بعض مطارات مصر.	١٠٧
٣٣	العلاقة بين درجة الحرارة السطحية وطول الممرات.	١٠٧
٣٤	درجات الحرارة وعدد الطائرات المعطلة خلال الفترة (٢٠٠٦ - ٢٠١٢) .	١٠٩
٣٥	العلاقة بين درجة الحرارة السطحية واعطال الطائرات.	١٠٩
٣٦	المعدل السنوي لدرجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١١٥
٣٧	المعدل السنوي لدرجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١١٧
٣٨	المعدل السنوي لدرجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١١٨
٣٩	المعدل السنوي لدرجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١١٩

١٢١	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٤٠
١٢٤	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٤١
١٢٦	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٤٢
١٢٨	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٤٣
١٣٠	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٤٤
١٣٣	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٤٥
١٣٥	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الربيع.	٤٦
١٣٧	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٤٧
١٣٩	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٤٨
١٤٢	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٤٩
١٤٤	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٥٠
١٤٦	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٥١
١٤٨	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٥٢
١٥١	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٥٣
١٥٣	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٥٤
١٥٥	معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٥٥
١٥٨	سرعة الطائرة وفق درجة الحرارة في طبقات الجو العليا .	٥٦
١٦٧	المعدل السنوي للنسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٥٧

١٧٠	معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح خلال الفترة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الشتاء .	٥٨
١٧٣	معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الربيع .	٥٩
١٧٦	معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الصيف .	٦٠
١٧٩	معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح على محطات الدراسة خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الخريف .	٦١
١٨٣	المعدل السنوي والفصلي لسرعة الرياح على محطات الدراسة كم / ساعة خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٦٢
١٩٢	تقييم مدى ملائمة اتجاه الممرات لاتجاه الرياح السائدة في مطارات مصر .	٦٣
١٩٦	أقصى سرعة مسموح بها على الممرات الأرضية للرياح في مصر .	٦٤
١٩٨	المعدل السنوي لسرعة الرياح في طبقات الدراسة كم / ساعة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٦٥
٢٠٣	معدل سرعة الرياح في طبقات الدراسة خلال فصل الشتاء كم / ساعة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٦٦
٢٠٨	معدل سرعة الرياح في طبقات الدراسة خلال فصل الربيع كم / ساعة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٦٧
٢١٣	معدل سرعة الرياح في طبقات الدراسة خلال فصل الصيف كم / ساعة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٦٨
٢١٨	معدل سرعة الرياح في طبقات الدراسة خلال فصل الخريف كم / ساعة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٦٩
٢٢٣	عدد الرحلات التي وصلت قبل موعدها نتيجة الرياح الخلفية (٢٠٠٨ - ٢٠١٢) .	٧٠
٢٢٤	عدد الرحلات التي وصلت بعد موعدها نتيجة سرعة الرياح المقابلة خلال الفترة (٢٠٠٨ - ٢٠١٢) .	٧١
٢٢٥	عدد الرحلات التي هبطت اضطراريا بسبب الرياح الجانبية خلال الفترة (٢٠٠٨ - ٢٠١٢) .	٧٢
٢٣٠	المعدل السنوي والفصلي لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الخريف (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٧٣
٢٣٩	عدد الرحلات الجوية المحولة نتيجة للعواصف الترابية والرملية على مصر وخسائرها الاقتصادية منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٧٤
٢٤١	عدد الرحلات الجوية المؤجلة وخسائرها الاقتصادية نتيجة للعواصف الترابية والرملية على مصر منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٧٥

٢٤٤	الخسائر المادية وعدد الرحلات المحولة نتيجة العاصفة الرملية يوم ٢٥ مارس ٢٠١٣.	٧٦
٢٤٦	المعدل السنوي للضباب والشابورة في مصر منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .	٧٧
٢٥٠	معدل الضباب والشابورة خلال فصل الشتاء منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .	٧٨
٢٥٠	معدل الضباب والشابورة خلال فصل الربيع منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .	٧٩
٢٥٤	معدل الضباب والشابورة خلال فصل الصيف منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .	٨٠
٢٥٤	معدل الضباب والشابورة خلال فصل الخريف منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .	٨١
٢٥٧	التكلفة الإقتصادية الناتجة عن انتظار إقلاع الطائرة .	٨٢
٢٥٨	عدد أيام الضباب والشابورة و الخسائر المالية الناتجة عنهما منذ ٢٠٠٥ حتى ٢٠١٣ .	٨٣
٢٦٥	مستوى الرؤية الأفقية في الحالة ومتوسط الخسائر المادية.	٨٤
٢٧٠	المعدل السنوي والفصلي للعواصف الرعدية منذ عام ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .	٨٥
٢٧٤	معدل كمية السحب السنوية والفصلية والشهرية على مصر منذ (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٨٦
٢٧٥	معدل نسبة السحب السنوية والفصلية والشهرية على مصر منذ (١٩٩٠ - ٢٠١٢) وفقا للنظام العشري .	٨٧
٢٨٦	المعايير المستخدمة في عملية النمذجة ونسبتها.	٨٨
٢٨٩	الوزن النسبي لمعايير النموذج.	٨٩
٢٩١	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل الإشعاع الشمسي.	٩٠
٢٩٤	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل درجة الحرارة.	٩١
٢٩٧	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل سرعة الرياح.	٩٢
٣٠٠	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل الضباب.	٩٣
٣٠٣	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل الشابورة.	٩٤

٣٠٦	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل العواصف الرملية والترابية.	٩٥
٣٠٩	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل السحب.	٩٦
٣١١	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل العواصف الرعدية.	٩٧
٣١٣	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق مظاهر السطح .	٩٨
٣١٥	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق درجة الانحدار .	٩٩
٣١٧	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق التركيب الجيولوجي.	١٠٠
٣١٩	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق الكثافة السكانية .	١٠١
٣٢١	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق المسافة بين المطارات الحالية.	١٠٢
٣٢٤	تقييم مدى ملائمة المطارات الحالية وفق معايير النموذج.	١٠٣
٣٢٦	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق النموذج .	١٠٤
٣٢٨	مواقع أفضل المطارات وفق النموذج.	١٠٥

ثالثا : الخرائط والأشكال

م	العنوان	رقم الصفحة
١	موقع مصر الفلكي والجغرافي .	٣
٢	التوزيع الفلكي والجغرافي لمحطات الأرصاد الجوية السطحية وفي طبقات الجو العليا في مصر.	٥
٣	الحدود الفلكية للمجال الجوي المصري عام ٢٠١٢ .	١٩
٤	مساحة المجال الجوي المصري عام ٢٠١٢ .	٢٠
٥	نقاط الدخول والخروج في المجال الجوي المصري .	٢٢
٦	تصنيف وتوزيع المطارات في مصر .	٢٥
٧	تطور عدد الرحلات في المطارات المصرية خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٠) .	٢٨
٨	التركيب الجيولوجي في مصر وتوزيع المطارات .	٣٥
٩	مناسيب ارتفاع المطارات عن مستوى سطح البحر.	٣٧
١٠	المناسيب التي يطير عليها الطيران المصري .	٣٨
١١	التوزيع الفصلي لأنواع المنخفضات الجوية وعددها على مصر.	٤٣
١٢	الطرق التي تسلكها المنخفضات الخماسينية.	٤٥
١٣	توزيع الضغط الجوي على مصر خلال فصل الشتاء منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٤٧
١٤	توزيع الضغط الجوي على مصر خلال فصل الربيع منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٤٩
١٥	توزيع الضغط الجوي على مصر خلال فصل الصيف منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٥٠
١٦	توزيع الضغط الجوي على مصر خلال فصل الخريف منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٥١
١٧	التطور العددي للسكان خلال التعدادات (١٩٦٠ - ٢٠٠٦) وتقديرات ٢٠١١ .	٥٦
١٨	المعدل السنوي لعدد الساعات الفعلية للإشعاع الشمسي خلال اليوم منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٦٤
١٩	معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٦٧
٢٠	معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٧٠
٢١	معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٧٣

٢٢	معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٧٦
٢٣	العلاقة بين معدل الإشعاع الشمسي واستهلاك الكهرباء .	٧٩
٢٤	المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى لمحطات الدراسة .	٨٢
٢٥	معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٨٥
٢٦	معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٨٨
٢٧	معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٩١
٢٨	معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٩٤
٢٩	المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى لمحطات الدراسة خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٩٦
٣٠	معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	٩٩
٣١	معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١٠١
٣٢	معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١٠٣
٣٣	معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١٠٥
٣٤	التوزيع الإنتشاري بين درجة الحرارة وطول الممرات .	١٠٨
٣٥	درجات الحرارة وعدد الطائرات المعطلة خلال الفترة (٢٠٠٦ - ٢٠١٢).	١٠٩
٣٦	العلاقة بين درجة الحرارة واعطال الطائرات خلال الفترة (٢٠٠٦ - ٢٠١٢) .	١١٠
٣٧	المعدل السنوي لدرجة الحرارة من ارتفاع صفر إلى أقل أو يساوي ٦٠٠٠ م خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١١٦
٣٨	معدل درجة الحرارة في فصل الشتاء من ارتفاع صفر إلى أقل أو يساوي ٦٠٠٠ م خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	١٢٢
٣٩	معدل درجة الحرارة في فصل الربيع من ارتفاع صفر إلى أقل أو يساوي ٦٠٠٠ م خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١٣١
٤٠	معدل درجة الحرارة في فصل الصيف من ارتفاع صفر إلى أقل أو يساوي ٦٠٠٠ م خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١٤٠

٤١	معدل درجة الحرارة في فصل الخريف من ارتفاع صفر إلى أقل أو يساوى ٦٠٠٠ م خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.	١٤٩
٤٢	العلاقة بين درجة الحرارة في طبقات الجو العليا وسرعة الطائرة خلال فصل الشتاء.	١٥٨
٤٣	العلاقة بين درجة الحرارة في طبقات الجو العليا وسرعة الطائرة خلال فصل الربيع.	١٥٩
٤٤	العلاقة بين درجة الحرارة في طبقات الجو العليا وسرعة الطائرة خلال فصل الصيف.	١٦٠
٤٥	العلاقة بين درجة الحرارة في طبقات الجو العليا وسرعة الطائرة خلال فصل الخريف.	١٦١
٤٦	المعدل السنوي للنسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في مصر خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢).	١٦٨
٤٧	معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في مصر خلال الفترة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الشتاء.	١٧١
٤٨	معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في مصر خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الربيع.	١٧٤
٤٩	معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في مصر خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الصيف.	١٧٧
٥٠	معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في مصر خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الخريف.	١٨٠
٥١	المعدل السنوي لسرعة الرياح في مصر خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	١٨٤
٥٢	معدل سرعة الرياح خلال فصل الشتاء في مصر خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	١٨٥
٥٣	معدل سرعة الرياح خلال فصل الربيع في مصر خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	١٨٧
٥٤	معدل سرعة الرياح خلال فصل الصيف في مصر خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	١٨٨
٥٥	معدل سرعة الرياح خلال فصل الخريف في مصر خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	١٨٩
٥٦	تقييم مدى ملائمة اتجاه الممرات طبقا لاتجاه الرياح السائدة في مطارات مصر.	١٩٣
٥٧	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال.	١٩٨
٥٨	المعدل السنوي سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال.	١٩٩
٥٩	المعدل السنوي سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال.	٢٠٠
٦٠	المعدل السنوي لسرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال .	٢٠١

٢٠٢	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء.	٦١
٢٠٤	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء.	٦٢
٢٠٥	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء.	٦٣
٢٠٦	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء.	٦٤
٢٠٨	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الربيع.	٦٥
٢٠٩	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الربيع.	٦٦
٢١٠	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الربيع.	٦٧
٢١١	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الربيع.	٦٨
٢١٣	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الصيف.	٦٩
٢١٤	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف.	٧٠
٢١٥	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف.	٧١
٢١٦	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف.	٧٢
٢١٨	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الخريف.	٧٣
٢١٩	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الخريف.	٧٤
٢٢٠	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الخريف.	٧٥
٢٢١	معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الخريف.	٧٦
٢٢٣	عدد الرحلات التي وصلت قبل موعدها نتيجة الرياح الخلفية (٢٠٠٨ - ٢٠١٢)	٧٧
٢٢٥	عدد الرحلات التي وصلت بعد موعدها نتيجة سرعة الرياح المقابلة خلال الفترة (٢٠٠٨ - ٢٠١٢).	٧٨

٢٢٩	المجموع السنوي لعدد العواصف الرملية والترابية على مصر (١٩٩٠ - ٢٠١٢)	٧٩
٢٣٢	المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الشتاء (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٨٠
٢٣٥	المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الربيع (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٨١
٢٣٦	المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الصيف (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٨٢
٢٣٧	المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الخريف (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٨٣
٢٣٩	عدد الرحلات الجوية المحولة نتيجة للعواصف الترابية والرملية على مصر منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٨٤
٢٤٠	العلاقة بين عدد العواصف وعدد الرحلات المحولة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٨٥
٢٤٢	عدد الرحلات الجوية المؤجلة نتيجة للعواصف الترابية والرملية على مصر منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .	٨٦
٢٤٢	العلاقة بين عدد العواصف الرملية والترابية وعدد الرحلات المؤجلة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٨٧
٢٤٧	المعدل السنوي للضباب والشابورة في مصر منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .	٨٨
٢٥١	معدل الضباب والشابورة في فصل الشتاء منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .	٨٩
٢٥٢	معدل الضباب والشابورة في فصل الربيع منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .	٩٠
٢٥٥	معدل الضباب والشابورة خلال فصل الصيف منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .	٩١
٢٥٦	معدل الضباب والشابورة في فصل الخريف منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ .	٩٢
٢٥٩	عدد أيام الضباب والشابورة والخسائر المالية والعلاقة بينهما منذ عام ٢٠٠٥ حتى ٢٠١٣ .	٩٣
٢٦٦	مستوى الرؤية الأفقية من الساعة الواحدة صباحا حتى السادسة صباحا في دراسة حالة الضباب.	٩٤
٢٦٧	مستوى الرؤية الأفقية من الساعة الثامنة مساء حتى الثانية عشر صباحا في دراسة حالة الضباب.	٩٥
٢٧١	المعدل السنوي لعدد أيام العواصف الرعدية (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٩٦
٢٧١	المعدل الفصلي لعدد أيام العواصف الرعدية (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٩٧
٢٧٦	معدل كمية السحب السنوية على مصر منذ (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .	٩٨

٢٧٨	٩٩	معدل نسبة السحب الفصلية على مصر منذ (١٩٩٠ - ٢٠١٢) وفقا للنظام العشري .
٢٩٢	١٠٠	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل الإشعاع الشمسي.
٢٩٥	١٠١	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل درجة الحرارة.
٢٩٨	١٠٢	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل سرعة الرياح.
٣٠١	١٠٣	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل الضباب.
٣٠٤	١٠٤	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل الشايرة .
٣٠٧	١٠٥	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل العواصف الرملية والترابية.
٣١٠	١٠٦	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل السحب .
٣١٢	١٠٧	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل العواصف الرعدية .
٣١٤	١٠٨	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق مظاهر السطح .
٣١٦	١٠٩	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق درجة الانحدار .
٣١٨	١١٠	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق التركيب الجيولوجي.
٣٢٠	١١١	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق الكثافة السكانية.
٣٢٢	١١٢	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق المسافة بين المطارات الحالية.
٣٢٥	١١٣	مواقع المطارات الغير ملائمة وفقا لمعايير النموذج.
٣٢٧	١١٤	تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق النموذج.
٣٢٩	١١٥	نموذج اختيار أفضل مواقع للمطارات في مصر وفق المعايير المحددة.
٣٣٠	١١٦	أفضل المواقع للمطارات الجديدة في مصر وفق المعايير المحددة .

رابعاً : فهرس المرئيات الفضائية

م	العنوان	رقم الصفحة
١	أثر العمران على تغير موقع المطار .	٥٨
٢	مرئية فضائية موديس Modis لعاصفة رملية و ترابية يوم ٢٥ مارس ٢٠١٣ .	٢٤٤
٣	مرئية فضائية للضباب باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الثامنة مساءً .	٢٦٢
٤	مرئية فضائية للضباب باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة التاسعة مساءً .	٢٦٢
٥	مرئية فضائية للضباب باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة العاشرة مساءً .	٢٦٢
٦	مرئية فضائية للضباب باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الحادية عشر مساءً .	٢٦٢
٧	مرئية فضائية للضباب باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الثانية عشر صباحاً .	٢٦٣
٨	مرئية فضائية للضباب باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الواحدة صباحاً .	٢٦٣
٩	مرئية فضائية للضباب باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الثانية صباحاً .	٢٦٣
١٠	مرئية فضائية للضباب باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الثالثة صباحاً .	٢٦٣
١١	مرئية فضائية للضباب باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الرابعة صباحاً .	٢٦٤
١٢	مرئية فضائية للضباب باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الخامسة صباحاً .	٢٦٤
١٣	مرئية فضائية للضباب باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة السادسة صباحاً .	٢٦٤
١٤	العواصف الرعدية على مصر من مستشعر Emusat يوم ٨ نوفمبر ٢٠١٢ .	٢٦٩
١٥	العواصف الرعدية على مصر من مستشعر Emusat ٧ يناير ٢٠١٥ .	٢٧٢
١٦	مرئية فضائية باستخدام المستشعر موديس Modis يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣ للسحب على مصر .	٢٨١
١٧	مرئية فضائية باستخدام المستشعر موديس Modis يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣ لمكونات السحب على مصر .	٢٨٢

المقدمة

أولا : تحديد منطقة ومحطات الدراسة .

ثانيا : أهمية الدراسة .

ثالثا : أسباب اختيار موضوع الدراسة .

رابعا : تساؤلات وفرضيات الدراسة .

خامسا : أهداف الدراسة .

سادسا : مناهج وأساليب الدراسة .

سابعا : الدراسات السابقة .

ثامنا : مصطلحات الدراسة .

تاسعا : محتويات الدراسة .

عاشرا : صعوبات الدراسة .

المقدمة :

يعد المناخ التطبيقي من أكثر موضوعات الجغرافية الطبيعية التي تهتم الإنسان ، لأنه يهدف إلى دراسة وتحليل العلاقة المتبادلة بين المناخ ونشاطه البشري ، ويعزى ذلك إلى أنه ظاهرة ديناميكية متغيرة ، ومن هنا يعد المناخ عاملا حيويا في النقل الجوي ، لذلك ألحق بكل مطار محطة أرصاد جوية ، وبرزت أهميته في مجال النقل الجوي منذ ظهور الطائرات ، نظرا لأنه العامل الرئيس في تحديد مواقع المطارات وكيفية تصميمها ، لذلك من الضروري أن يكون المطار في منطقة لا تتعرض كثيرا لانخفاض مستوى الرؤية الأفقية لتسهيل عمليات إقلاع وهبوط الطائرات ، كما يتعين اختيار اتجاهات الممرات الأرضية وأطولها حسب درجة الحرارة واتجاه الرياح السائد في المنطقة .

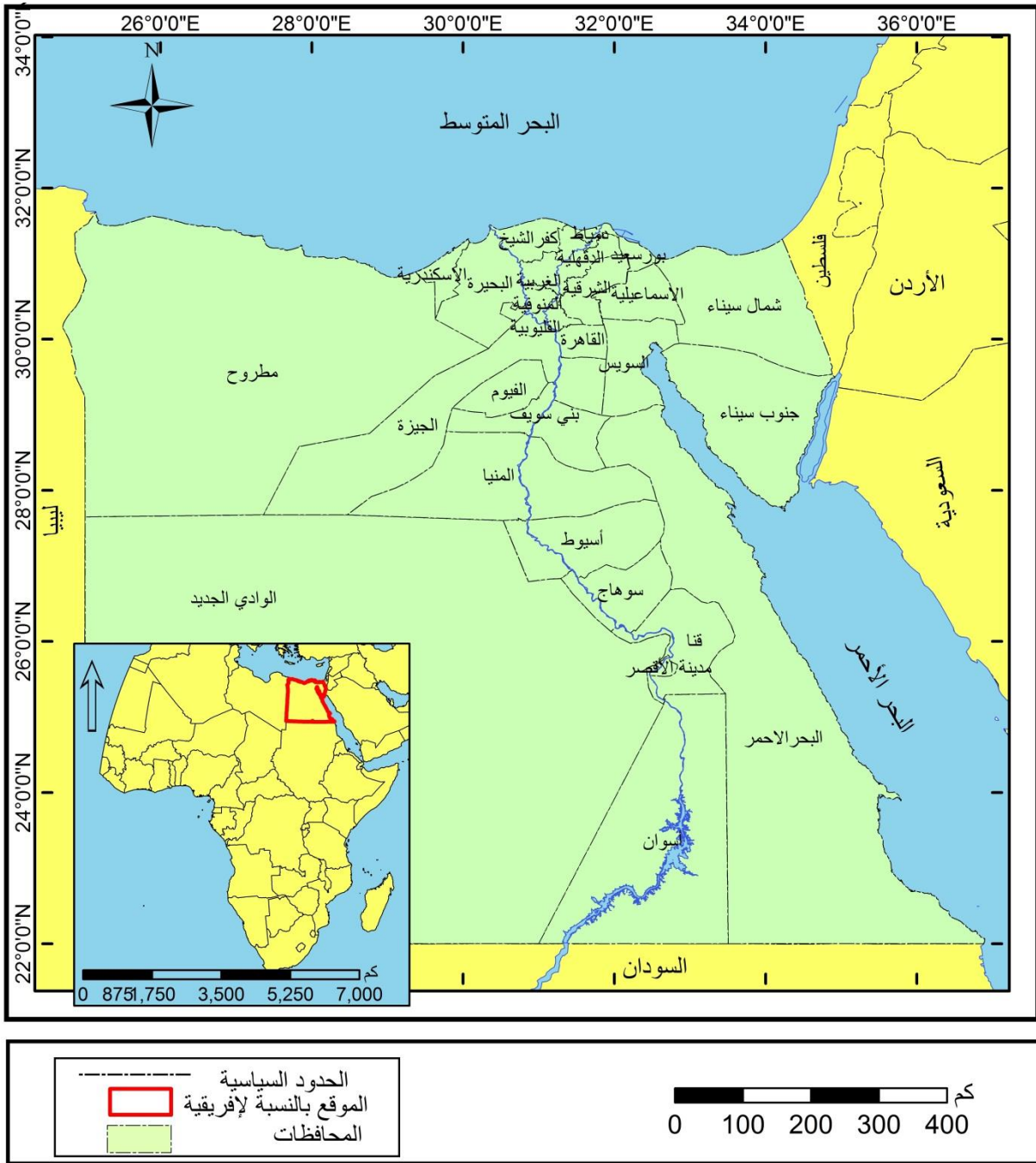
ويعتمد تنظيم مواعيد وصول الطائرات ومغادرتها حسب الظروف الجوية السائدة من حيث معدل الضباب والشبورة والعواصف الرملية والترابية ، أما في طبقات الجو العليا فيحتاج الطيار إلى معلومات عن درجة الحرارة ، وسرعة الرياح بأنواعها في ارتفاعات متباينة لاختيار الارتفاع المناسب للطيران ، بالإضافة إلى الربط بين الطائرة والأقمار الصناعية ، والرادارات المتاحة أثناء عملية الطيران الآلي ، حتى يزود الطيار بمعلومات عن مناطق العواصف الرعدية ، وأنواع السحب وارتفاعاتها بشكل خاص لتأمين سلامة الرحلة الجوية .

ومن هنا وجد أنه لابد من التدقيق في الخصائص المناخية للمكان عند اختيار موقع مطار جديد أو أثناء التصميم الداخلي له ، وكذلك لابد من مراعاة الظروف الجوية عند جدولة مواعيد الرحلات والتخطيط لها .

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 اعتماداً على أطلس مصر الطبوغرافي ، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠٠ .

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 بالنون، 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	
	بهيتيم	٣٦٩	٣٠° ٨'	٣١° ١٥'	١٧,٩	
	الجيزة	٣٧٥	٣٠° ٣'	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	
	مرسى مطروح	٦٢٣٠٦	٣١° ٣٢'	٢٧° ٢٠'	٢٨	درجة الحرارة ، وسرعة الرياح .
	حلوان	٦٢٣٧٨	٢٩° ٥٨'	٣° ٣٢'	١٤١	
	الوادي الجديد	٦٢٤٠٣	٢٤° ٢٠'	٢٦° ٥٧'	٩٦	
	العريش	٦٢٣٣٧	٣١° ٠٧'	٣٣° ٤٩'	٣٢	
	أسوان	٦٢٤١٤	٢٣° ٥٩'	٣٢° ٣٧'	١٩٤	

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

<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>.



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

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

ثانيا : أهمية الدراسة :

تكمن في أهمية المناخ من حيث تأثيره الواضح على النقل الجوي ، مما استوجب الأمر دراسة خصائص النقل الجوي ، وخصائص المناخ السطحية وفي طبقات الجو العليا ، والعوامل المؤثرة في كليهما ، وكيفية تأثيره على النقل الجوي والعلاقة بينهما ، ومدى ملائمة تصميم المطارات الحالية ، وكيفية التخطيط لتصميم مطارات جديدة طبقا للمعايير المناخية ، وبناء قاعدة بيانات شاملة للعناصر المناخية في مصر ، لتخدم وزارة الطيران المدني بشكل فعال .

ثالثا : 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 تأثير المناخ على النقل الجوي في مصر .
- ٥- ميل الطالبة لدراسة علم المناخ التطبيقي .

رابعا : تساؤلات وفرضيات الدراسة :

١- تساؤلات الدراسة :

- كيف تؤثر العناصر المناخية على النقل الجوي في مصر ؟
- ما العلاقة بين العناصر المناخية والنقل الجوي في مصر ؟
- هل هناك توافق بين العناصر المناخية وتصميم المطارات المصرية الحالية ؟
- ما المعايير التي تستخدم لعمل نمذجة لأفضل مواقع المطارات في مصر مستقبلا طبقا للمعايير المناخية ؟
- ما أفضل المواقع لإنشاء مطارات جديدة في مصر وفق المعايير المناخية ؟

٢- فرضيات الدراسة :

- الارتباط بين العناصر المناخية السطحية وفي طبقات الجو العليا والنقل الجوي .
- تأثير ظواهر الطقس الفجائية الحرجة على مستوى الرؤية الأفقية .
- الارتباط بين العناصر المناخية والخسائر الإقتصادية على النقل الجوي .
- دور العناصر المناخية في نشأة وتصميم المطارات الجديدة .

خامسا : أهداف الدراسة :

- ١- دراسة التوزيع المكاني لخصائص المناخ السطحي وفي طبقات الجو العليا ، والنقل الجوي في مصر بشكل تفصيلي .
- ٢- بناء قاعدة بيانات كاملة عن العناصر المناخية المختلفة .
- ٣- استخدام الأساليب الكمية والتقنيات الحديثة في تحليل وتفسير العلاقة بين العناصر المناخية والنقل الجوي .
- ٤- تقييم مدى ملائمة تصميم المطارات الحالية وفق العناصر المناخية المختلفة .
- ٥- تصميم خريطة توضح أفضل مواقع المطارات مناخيا باستخدام النمذجة المكانية .

سادسا : مناهج وأساليب الدراسة :

اعتمدت الدراسة على مجموعة من المناهج المختلفة وبعض الأساليب الأخرى التي تمثلت في :

١- مناهج الدراسة :

تمثلت في عدة مناهج أولها المنهج الأصولي : وتم من خلاله التعرف على العوامل الجغرافية التي تؤثر على المناخ والنقل 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 المناخ على النقل الجوي في مصر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، خامسها المنهج التاريخي : استخدم لدراسة العناصر المناخية فيما بين (١٩٩٠ - ٢٠١٢) ، سادسها منهج دراسة الحالة : استخدم هذا المنهج في دراسة حالة للعواصف الرملية والترابية ، والعواصف الرعدية ، والضباب ، والسحب .

٢- أساليب الدراسة :

اعتمدت الدراسة على عدة أساليب أولها الأسلوب الكمي : ويعد من الأساليب المهمة في الجغرافية بعمامة وفي علم المناخ بخاصة ، لأنه استخدم في معالجة البيانات الإحصائية وإيجاد العلاقات وتحليلها ، وذلك من خلال المعادلات الرياضية المتمثلة في المتوسط ، والمعدل ، والانحراف المعياري ، ونسبة الاختلاف ، 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)

سابعا : الدراسات السابقة :

تم تقسيمها إلى دراسات خاصة بالمناخ وأخرى بالنقل الجوي حيث تمثلت في الدراسات التالية:

١- دراسات خاصة بالمناخ :

دراسة عبد العزيز عبد اللطيف (١٩٨٢) عن الخصائص المناخية لعنصر الحرارة في مصر خلال القرن العشرين ، وتناول فيها خصائص درجة الحرارة ، و العوامل المؤثرة علي توزيع درجات الحرارة في مصر ، والتغير طويل الأمد لمتوسطات درجات الحرارة من أجل دراسة أقاليم الحرارة في مصر ، ودراسة شحاته سيد أحمد (١٩٩٠) عن المطر في مصر دراسة في الجغرافية المناخية ، وتناول فيها العوامل المؤثرة على المطر ، والانخفاضات الجوية ، وكمية المطر ، وتغيرات المطر خلال الأيام المعاصرة ، ودراسة طارق زكريا (١٩٩٠) عن مناخ شبه جزيرة سيناء والساحل الشرقي لمصر دراسة في الجغرافية المناخية ، تناول فيها عناصر المناخ في كل من شبه جزيرة سيناء ، والسواحل الشرقية لمصر ، و العوامل المؤثرة فيها ، أما دراسة يوسف فايد وآخرون (١٩٩٤) عن مناخ مصر ، تناول فيها العوامل المؤثرة على مناخ مصر ، وخصائص درجة الحرارة ، والمطر ، وصور التكاثف ، وأقاليم مصر المناخية ، وأثر المناخ على الجوانب الطبيعية والبشرية ، ودراسة شحاته سيد أحمد (١٩٩٤) عن موجات الحر والبرد في مصر وأثرها على المحاصيل الزراعية دراسة في المناخ التطبيقي ، وتناول فيها تعريف موجات الحر والبرد ، وأسبابها ، ومواسم حدوثها ، والعلاقة بينها وبين المحاصيل الزراعية ، وأثرها على المحاصيل الزراعية ، أما دراسة طارق زكريا (١٩٩٧) عن دور المنخفضات الجوية في مناخ مصر دراسة في الجغرافية المناخية ، تناول فيها مراكز الضغط الجوي ، وتوزيع المنخفضات الجوية ، ونشأتها ، وتطورها ، وعلاقتها بالحرارة والرطوبة والضغط الجوي والرياح ومظاهر التكاثف والعواصف الرعدية ، وأثرها على النشاط البشري ، ودراسة أحمد الفقي (١٩٩٩) عن الرياح في مصر دراسة

في الجغرافية المناخية ، تناول فيها العوامل المؤثرة على الرياح في مصر وتناول بالتفصيل الرياح العامة ، والسائدة ، واليومية ، والتغير في اتجاهات الرياح ، أما دراسة مسعد سلامة مندور (٢٠٠٢) عن الإشعاع الشمسي في مصر دراسة في الجغرافية المناخية ، وتناول فيها العوامل المؤثرة على مقدار الإشعاع الشمسي ، وتوزيعه اليومي ، والعلاقة بين الإشعاع الشمسي والعناصر المناخية ، وتطبيقات استخدام الإشعاع الشمسي في مصر .

٢-دراسات متعلقة بالنقل الجوي :

دراسة حسن سيد حسن (١٩٧٨) عن جغرافية النقل الجوي في جمهورية مصر العربية ، تناول فيها الظواهر الجوية المؤثرة على الطيران ، والإقليم الجوي ، وشبكة الطرق البرية ، والعوامل المؤثرة في تحديد شبكة الطرق الجوية ، وعوامل اختيار مواقع المطارات ، وتناول أيضا تطور حركة النقل الجوي ومستقبل النقل الجوي في مصر ، ودراسة حسن سيد حسن (١٩٩٤) عن بعض مظاهر التغير في خريطة النقل الجوي في مصر خلال الفترة ١٩٧٦- ١٩٩٤ وتناول فيها تطور شبكة النقل الجوي ، والتوزيع الجغرافي للمطارات ، والتغير في حركة النقل الجوي ، أما دراسة أحمد علي رحوم (٢٠١١) عن النقل الجوي في الجمهورية العربية السورية دراسة في الجغرافية الاقتصادية ، وتناول فيها العوامل المؤثرة في النقل الجوي ، وتحديد الإقليم الجوي في سورية وشبكته ، وتناول تطور حركة النقل الجوي ، ومستقبل النقل الجوي في سورية .

يتضح مما سبق أن الدراسات التي تناولت مناخ مصر أو النقل الجوي ، لم تتناول دراسة أثر المناخ على النقل الجوي في مصر بشكل بحثي مكثف ، ومن هنا كان ذلك مبرر لدراسة هذا الموضوع ، حيث إنه أحد جوانب المناخ التطبيقي .

ثامنا : مصطلحات الدراسة :

١- المطار أو الميناء الجوي:

تعددت واختلفت التعاريف لتحديد مفهوم كلمة " المطار " أو "الميناء الجوي " إلا أن التعريف الذي أطلقتته المنظمة الدولية للطيران المدني " ICAO " International Civil Aviation Organization ، يعد من أفضل التعاريف التي مثلت في هذا المجال حيث ذكرت بأن المطار أو الميناء الجوي هو منطقه محدودة من " الأرض " أو " الماء " تشتمل على المباني والتجهيزات والأجهزة اللازمة ، ويقصد من ذلك استخدام جزء منها أو كلها لمواجهة حركة الطائرات القادمة أو المغادرة حيث يعرف بـ " Aerodrome Airport " (ICAO : 2006, p1-1) .

ويضيف البعض الآخر بأن عملية تشغيله وحركته الداخلية هذه تختلف عن المدينة الصغيرة والتي تخضع في حركتها ونموها أيضا للمؤثرات الاقتصادية الخارجية (Richardson : 1973 , p177) .

ومن هنا فإن المطارات ما هي إلا مشروعات تعمل كمساحة (أو سوق) يجتمع فيها أنشطة مختلفة لتسهيل التداخل بالنسبة للركاب والحمولة بين النقل الجوي والنقل الأرضي ، ولأسباب تاريخية وقانونية وتجارية ، فإن الأنشطة الفعلية داخل المطار ، والتي يكون مسئولاً عنها مالك المطار أو مدير المطار ، إنما تتباين فيما بينها داخل البلد الواحد ، وبالتالي فإن عمل المطار يمكن في بعض الحالات أن يغطي تقريباً كل شئ يجري في المطار وفي مكان آخر قد لا يضم إلا جزءاً ضئيلاً من جملة نشاط المطار (Rigas : 1990, p132) .

٢- المجال الجوي المصري :

يمتد المجال الجوي المصري فوق أراضي الدولة وأجزاء من المسطحات المائية المجاورة تسمى بالمياه الإقليمية ، وقد يمتد فوق أجزاء من يابس بعض الدول المجاورة ، ويسمى إقليم الطيران بإسم المدينة التي يكون فيها المركز الرئيس الذي يعمل على تأمين سلامة الطيران المدني بالإقليم كله، ويحق لسلطات الطيران المدني بالدولة تحديد مسارات الطرق الجوية ، وكذلك تقديم كافة الخدمات الممكنة للطائرات خلال فترة طيرانهم بالإقليم (حسن سيد : ١٩٩٥ ، ص ٣٠٢) .

٣- الكتل الهوائية Air Masses :

هي جرم ضخم من الهواء يغطي منطقة واسعة من المسطح المائي أو اليابس ، ويتميز هواؤها بالتجانس في خصائصه المناخية ، وذلك في قطاعات أو مستويات الكتلة الأفقية ، خاصة في درجة الحرارة ومعدل تناقصها بالارتفاع والرطوبة وكمية السحب ونوعها ومدى الرؤية ، ولكي تنشأ الكتلة الهوائية وتصبح متجانسة لابد أن يستقر الهواء فوق مساحة واسعة من سطح متجانس مدة طويلة تكفي لأن يكتسب الخصائص والمميزات المناخية لذلك السطح ، ويجب أن تخلو هذه الفترة من أية تقلبات جوية (جودة حسنين : ١٩٨٩ ، ص ١٩٨) .

٤- التيار النفاث JET Stream :

هو عبارة عن نطاقات من الرياح الشديدة التي توجد عادة في طبقات الجو العليا وعلى ارتفاع حوالي ١٢ كم ، ويمكن تشبيه تلك التيارات النفاثية بأنها عبارة عن الرياح التي يمكن أن تصل سرعتها ٥٠٠ - ٦٥٠ كم / ساعة ، حيث يتغير الارتفاع والموقع الذي يوجد عليه التيار النفاث بين الصيف والشتاء (نعمان شحادة : ١٩٨٣ ، ص ١٤٦) .

٥- مدة السطوع الفعلية والممكنة :

هي المدة التي يشاهد فيها قرص الشمس واضحا أثناء فترة السطوع الفعلي ، أما مدة السطوع الممكنة هي المدة المحصورة بين شروق الشمس وغروبها طوال النهار (مسعد مندور : ٢٠٠٢ ، ص ١٦) .

٦- سرعة الرياح الخلفية :

هي الرياح التي تهب في اتجاه حركة الجسم ، فتزيد من سرعة الجسم ، وبالتالي تقلل من الوقت اللازم للوصول إلى الوجهة المطلوبة (Jany : 2004 , p 47) .

٧- سرعة الرياح الجانبية :

هي الرياح التي تهب في جانب حركة الجسم ، وتشكل خطورة على حركة الأجسام وتغير من وجهتها (Jany : 2004 , p 47) .

٨- سرعة الرياح المقابلة :

هي ديناميكية الهواء وتهب الرياح فيها عكس حركة الجسم ، فتقلل من سرعة الجسم ، وتزيد من وقت الوصول إلى الوجهة المطلوبة (Jany : 2004 , p 47) .

٩- القوة الكورالية :

ترجع إلى العالم كوريولس Coriolis ، وهي عبارة عن القوة الناتجة عن دوران الأرض حول محورها ، وينتج عنها انحراف الأجسام المتحركة عن اتجاهها نحو اليمين في نصف الكرة الشمالي ونحو اليسار في نصف الكرة الجنوبي ، وتزداد قوتها كلما زادت دائرة العرض ، ويتناسب انحراف الرياح طرديا مع سرعتها (أحمد الفقي : ١٩٩٩ ، ص ١٧) .

تاسعا : محتويات الدراسة :

تكونت هذه الدراسة من ستة فصول سبقتهم مقدمة وانتهت بخاتمة ثم أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة ويعقبها مجموعة من التوصيات ثم المراجع .

المقدمة : احتوت على تحديد منطقة الدراسة والمحطات المناخية المستخدمة سواء السطحية أو في طبقات الجو العليا ، وتناولت أهمية الدراسة ، وأسباب اختيار موضوع الدراسة ، وصاغت مجموعة من التساؤلات والفرضيات التي سعت الدراسة للإجابة عنها ، وتناولت أيضا مصطلحات الدراسة ، وأهدافها ، والمناهج والأساليب المستخدمة ، والدراسات السابقة ، وأخيرا محتويات الدراسة وصعوبتها .

الفصل الأول : تناول هذا الفصل الخصائص العامة للنقل الجوي في مصر من خلال نشأته وتطوره ، والمجال الجوي وأقسامه ومساحته ونقط الدخول والخروج إليه ، وتوزيع وتصنيف المطارات ، وتطور حركة النقل الجوي والعوامل المؤثرة فيه .

الفصل الثاني : تناول تأثير الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة السطحية على النقل الجوي في مصر ، وتم خلاله دراسة خصائصهما السنوية والفصلية ، وكيفية تأثيرهما على النقل الجوي والعلاقة بينهما .

الفصل الثالث : تناول تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على النقل الجوي في مصر ، وتم خلاله دراسة خصائص درجة الحرارة في طبقات الجو العليا سواء السنوية أو الفصلية وتأثيرهما على النقل الجوي والعلاقة بينهما .

الفصل الرابع : تناول تأثير الرياح السطحية وفي طبقات الجو العليا على النقل الجوي ، وتم من خلاله دراسة اتجاه وسرعة الرياح السطحية ، و في طبقات الجو العليا وكيفية تأثيرهما على النقل الجوي .

الفصل الخامس : تناول تأثير بعض ظواهر الطقس الفجائية الحرجة على النقل الجوي في مصر ، وتم من خلاله دراسة التوزيع السنوي والفصلي للعواصف الرملية والترابية والضباب والشابورة والعواصف الرعدية والسحب وكيفية تأثيرها على النقل الجوي ، والعلاقة بين هذه الظواهر وخسائر النقل الجوي.

الفصل السادس : تناول النمذجة المكانية للمطارات المصرية في ضوء المعايير المناخية ، ولقد تم تحديد المعايير المستخدمة في عملية النمذجة ، وكيفية بناء النموذج ، وتصنيف مصر وفق مدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة لكل معيار ، وتقييم المطارات الحالية ، وإنشاء خريطة لأفضل المواقع لإنشاء مطارات جديدة وفق المعايير المناخية .

الخاتمة : تناول فيها أهم نتائج الدراسة والتوصيات التي تخدم مجال الدراسة .

عاشرا : صعوبات الدراسة وكيفية التغلب عليها :

- ١- صعوبة الحصول على البيانات المناخية من هيئة الأرصاد الجوية كاملة ، ولقد تم استكمال البيانات من خلال المعمل المركزي للمناخ الزراعي ، ومن موقع ([http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html](http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html)) .
- ٢- صعوبة الحصول على بيانات أزمات النقل الجوي المتعلقة بالعناصر المناخية ، مما دفع الطالبة لتصوير سجل اليوميات للمطارات ، واستخراج الحالات التي تخص عناصر المناخ وربطها بسجل الأزمات .
- ٣- قلة التوزيع المكاني لمحطات رصد المناخ في طبقات الجو العليا .
- ٤- قلة المصادر والمراجع الخاصة بموضوع الدراسة .

الفصل الأول

الخصائص العامة للنقل الجوي في مصر

مقدمة .

أولا : نشأة وتطور النقل الجوي في مصر .

ثانيا : المجال الجوي المصري :

١- أقسام المجال الجوي المصري .

٢- مساحة المجال الجوي المصري .

٣ - نقاط دخول وخروج المجال الجوي المصري .

ثالثا : تصنيف المطارات المصرية وتوزيعها :

١- تصنيف المطارات في مصر .

٢- التوزيع الجغرافي للمطارات في مصر .

رابعا : تطور حركة النقل الجوي في مصر :

١- تطور حركة الطائرات .

٢- تطور حركة الركاب .

خامسا : العوامل الجغرافية المؤثرة على النقل الجوي في مصر :

١- العوامل الطبيعية .

٢- العوامل البشرية .

الخلاصة .

مقدمة:

تعد جغرافية النقل الجوي من أحدث فروع الجغرافية البشرية ، حيث أنها الشكل النهائي لوسائل النقل التقليدية ، وبذلك أصبحت حقيقة جغرافية قائمة ، وللنقل الجوي ثلاثة عناصر رئيسة هي : الميناء الجوي ، والطريق الجوي ، والطائرة ، ولقد تركزت اهتمامات الجغرافيين في الميناء الجوي والطريق الجوي ، من خلال دراسة بيئة الميناء الجوي وموضعه ، وعلاقاته المكانية ، وحجم حركة الركاب والبضائع ، وشبكات الطرق الجوية التي تخضع في تخطيطها لنتائج دراسات المناخ وتوزيع السكان والعمران والأنشطة الاقتصادية المختلفة ، وعليه فالنقل الجوي يقوم بوظيفة حيوية تتمثل في خلق منفعة المكان وخاصة الأماكن النائية التي يصعب الوصول إليها (p ٢ , ١٩٦٠ : Bonavia) .

ومن ثم فالنقل الجوي يعد ضرورة ملحة للتطور والتنمية في الآونة الأخيرة ، حيث يعد من أسرع الوسائل لربط بينات العالم المختلفة ، ولم تعد الدول الداخلية تعاني من مشكلة عدم وجود موانئ بحرية لها تربطها بالعالم الخارجي ، وذلك بعد أن حل الميناء الجوي محل الميناء البحري ، كما في الموانئ الجوية في سويسرا والنمسا ، وقد أدى النقل الجوي أيضا إلى تغير مفهوم المساحة والمسافة ، كما أدى إلى سرعة نشر الثقافة ، والحضارة ، والأحداث ، فضلا عن نشاط حركة التجارة الدولية و حركة السياحة العالمية .

أولا : نشأة وتطور النقل الجوي في مصر :

يعد النقل الجوي من الدراسات التي لم تحظ بإهتمام في علم الجغرافية مقارنة بالنقل البري والمائي في مصر ، ويعزى ذلك إلى حداثة صناعته ، ولقد اكتسب النقل الجوي أهمية في تخطيطه عوائق الطبيعة من جبال وهضاب وغيرها ، وكذلك الإزدحام السكاني فخلق بعيدا عن عوائق النقل المائي والبري .

وبدأت فكرة الطيران عندما حاول الإنسان في البداية ركوب الهواء ، عن طريق ملاحظة سباحة الطيور في الجو وتقليدها كما حدث في مصر الفرعونية ، والدولة الرومانية ، والدولة الإسلامية ، ولم يوفق الإنسان خلال هذه المراحل التاريخية ، ومع استمرار دراسة خصائص بعض العناصر الطبيعية ذات التأثير المباشر وغير المباشر على سباحة الأجسام في الهواء ، وخاصة ما يتعلق بالوزن ، والكثافة ، وقوة الجاذبية وتطويعها لإمكانية الطيران (محمد الزوكة : ٢٠٠٤ ، ص ٢٣٣) ، ونتج عن هذه المحاولات عدة مراحل تمثل أهمها في مرحلة البالون (المنطاد) : عبارة عن بالونات معبأة بغازات أخف في الوزن من وزن الهواء ،

وتحقق ذلك خلال القرن الثامن عشر في فرنسا عام ١٧٨٢ حين نجح الأخوان مونتجو لفييه في إطلاق منطاد من قماش الكتان ، وأطلقه في الهواء وارتفع حتى ٢٠٠٠ م ، وبعد ذلك توالى إطلاق العديد من المناطيد في الهواء بعد إدخال التحسينات والإضافات ، ومن أشهر المناطيد منطاد الألماني (فردناند فون زبلن) في منتصف عام ١٩٠٠ ، وبلغت سرعته حوالي ٢٨,٨ كم / ساعة ، مرحلة الطائرة : وهي تعد بداية النقل الجوي حيث شهد القرن العشرين أول عملية طيران ناجحة في الولايات المتحدة الأمريكية ، وكانت من صنع الأخوان رايت عام ١٩٠٣ وطارت لمدة إثنتي عشر ثانية وارتفعت لمسافة ٣٧ متر وتعد نقطة البداية لعصر الطيران الحديث ، وبعد ذلك بدأ التطور في تصنيع الطائرات حتى استخدمت كسلاح في الحرب العالمية الأولى (سعيد عبده : ٢٠٠٧ ، ص ٣٨٨ ، ٣٨٩) .

دخل عصر الطيران في مصر منذ عام ١٩٠٩ ، حينما هبطت أول طائرة في منطقة شمال شرق القاهرة ، ومن هنا بدأت فكرة دخول الطيران إلى مصر، وكانت بداية الفكرة عندما انتبه الأمير أحمد فؤاد إلى موقع مصر المتميز في قلب العالم (كمال نجيب : ١٩٥٧ ، ص ٦٠) ، فدعى رواد الطيران في العالم للتباري بطائراتهم في سماء مصر لمدة أسبوع من ٦- ١٣ فبراير عام ١٩١٠ ، ولقد شارك في السباق اثنا عشر طيارا بثمانية عشر طائرة ، وأول مطار عرف في مصر كان مطارا خاصا أعد في صحراء هليوبولس بالقاهرة بطول خمسة كليومترات ، من أجل إجراء المسابقات واستقبال الجماهير ، وبعدها أنشأ أول نادي للطيران بهدف تشجيع الطيران في مصر عام ١٩١٠ ، وبعد أن شهدت مصر اهتماما بالطيران انقطعت علاقتها به لمدة عشر سنوات حتى عام ١٩٢٠ ، ومع بداية هذا العام تولت الحكومة الإشراف على المطارات التي أنشأت إبان الحرب العالمية الأولى والتي أنشأتها قوات الاحتلال البريطاني في مصر لخدمة طائرات شركة المواصلات الجوية للامبراطورية البريطانية ، وقامت مصر بعمل وزارة للطيران ، وفي عام ١٩٢٥ صدر قرار من السلطة التنفيذية بإنشاء أول مطارين من قبل الحكومة في القاهرة والدخيلة بالإسكندرية ولم يتم العمل فيهم إلا عام ١٩٣٠ (عبداللطيف الصباغ : ٢٠٠٤ ، ص ١٢) ، وفي عام ١٩٣٠ وافق طلعت حرب على إنشاء الشركة المصرية للطيران بمساهمة مصرية على أن يكون للمصريين النصيب الأكبر فيها.

تم افتتاح أول مطار عام ١٩٣٢ (مطار ألماتة بالقاهرة) ، وافتتح في نفس العام مطار أبي قير بالإسكندرية ، وافتتحت الشركة أول خطوط لها عام ١٩٣٣ بين القاهرة والإسكندرية برحلتين يوميا (عصر الطيران : ١٩٥٥ ، ص ٢٥) ، وعقب انتهاء الحرب العالمية الثانية سلمت سلطات الاحتلال البريطاني أراضي النزول إلى سلطة الطيران المدني ، وفي عام ١٩٤٨ تم تحديد

المطارات المصرية وتقسيم درجاتها إلى درجة أولى : مطار ألماتة - مطار فاروق الأول (القاهرة حاليا) ، مطار فؤاد الأول (النزهة حاليا) أما الدرجة الثانية : مطاري بورسعيد والأقصر ، الدرجة الثالثة : مطارات مرسى مطروح وأسبوط والمنيا (فتحي ناصر : ١٩٦١ ، ص ٤٣) ، ومن تلك اللحظة أخذت المطارات المصرية في التطور العددي والتقني ، ووصل عدد المطارات في مصر عام ٢٠١٢ إلى خمسة وعشرين مطارا (دليل الطيران : ٢٠١١ ، ١-٤، AD) .

ثانيا : المجال الجوي المصري :

يعرف المجال الجوي بالمنطقة التي يسمح عليها الطيران المصري بدون أخذ تصاريح أو فرض رسوم ، وهو كالاتي :

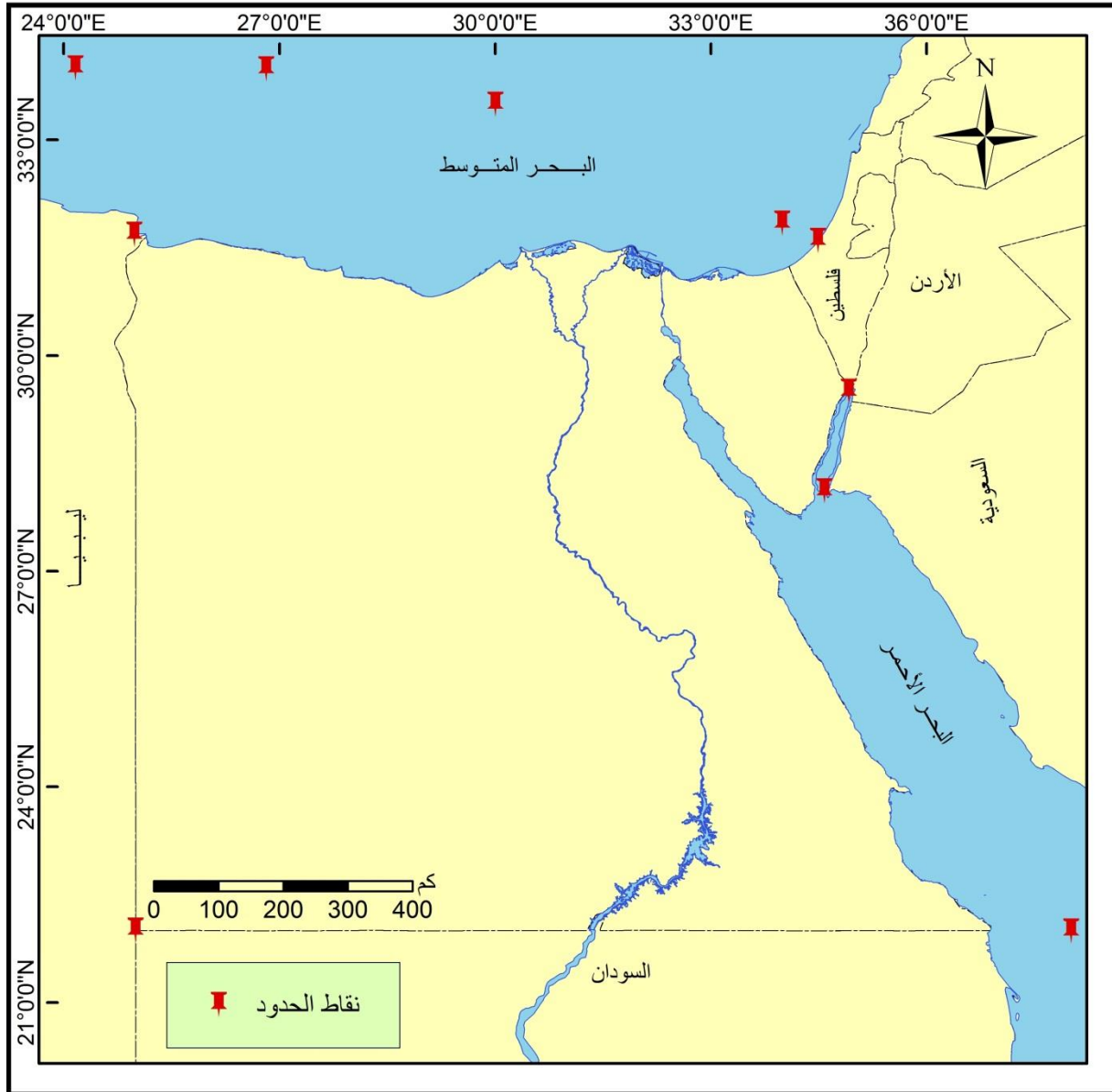
١- أقسام المجال الجوي المصري :

- **القسم الأول :** هو المجال الجوي الأفقي المتمثل في المساحة التي تبسط عليها الدولة سيادتها، وهو يتبع الحدود السياسية المصرية في الجهة الجنوبية والغربية ، أما عن الجهة الشمالية والشرقية فتتفق مع حدود المياه الإقليمية المصرية ، ويحدد هذا القسم بحدود فلكية تمثلت في خمس نقاط للدخول من الحد الشمالي لمصر ، أما بالنسبة للحد الجنوبي تمثل في نقطتين ، وتمثل الحد الشرقي في أربع نقاط ، أما الحد الغربي فتمثل في ثلاث نقاط ، كما يوضحها جدول (٢) وشكل (٣) .
- **القسم الثاني :** وهو المجال الجوي الرأسي والذي حدده البعض بمسافة ١٦ كم حيث نهاية غاز الأكسجين في الغلاف الجوي ، ويرى البعض الآخر أن يكون سقف السيادة في السماء مفتوحا لأقصى مدى يصل إليه سلاح الجو الخاص بالدولة ، وما فوق ذلك هو الفضاء الخارجي (محمد الديب : ٢٠٠٥ ، ص ٦٧٢) . وعليه يتحدد ارتفاع المجال الجوي الرأسي مع ارتفاع الطائرة رأسيا ، وهذا يتوقف على نوع الطيران سواء كان مرئي أو آلي ، فالطيران المرئي غير مسموح له بالطيران على ارتفاع أكثر من ١٥٤٥٤ م فوق منسوب سطح البحر ، والطيران الآلي أقصى ارتفاع له ٤٣٧٦ م فوق منسوب سطح البحر ، وذلك لأن هذا النوع من الطيران يكون مراقب بالرادار وأقل ارتفاع ٩٠٠ م فوق سطح أرض المطار ويعد نقطة الإنطلاق للطائرة (p, ٢٠١١ : AIB : ٣-٧-١ ENR) .

جدول (٢) الحدود الفلكية للمجال الجوي المصري عام ٢٠١١

خط الطول	دائرة العرض	الموقع الفلكي الاتجاه
٣٠° ٣٤ شرقا	٣٦° ٣١ شمالا	الحد الشمالي
٥٩° ٣٣ شرقا	٥٠° ٣١ شمالا	
٣٠° شرقا	٣٠° ٣٣ شمالا	
٤٩° ٢٦ شرقا	٣٤° شمالا	
١٠° ٢٤ شرقا	٣٤° شمالا	
٣٨° شرقا	٢٢° شمالا	الحد الجنوبي
٢٥° شرقا	٢٢° شمالا	
٣٠° ٣٤ شرقا	٣٦° ٣١ شمالا	الحد الشرقي
٥٥° ٣٤ شرقا	٣٠° ٢٩ شمالا	
٣٥° ٣٤ شرقا	٠٦° ٢٨ شمالا	
٣٨° شرقا	٢٢° شمالا	
١٠° ٢٤ شرقا	٣٤° شمالا	الحد الغربي
٥٩° ٢٤ شرقا	٤١° ٣١ شمالا	
٢٥° شرقا	٢٢° شمالا	

Source: the Ministry of civil aviation – Cairo: ٢٠١١, air traffic service system En_route chart , ICAO , Enr ٦-١

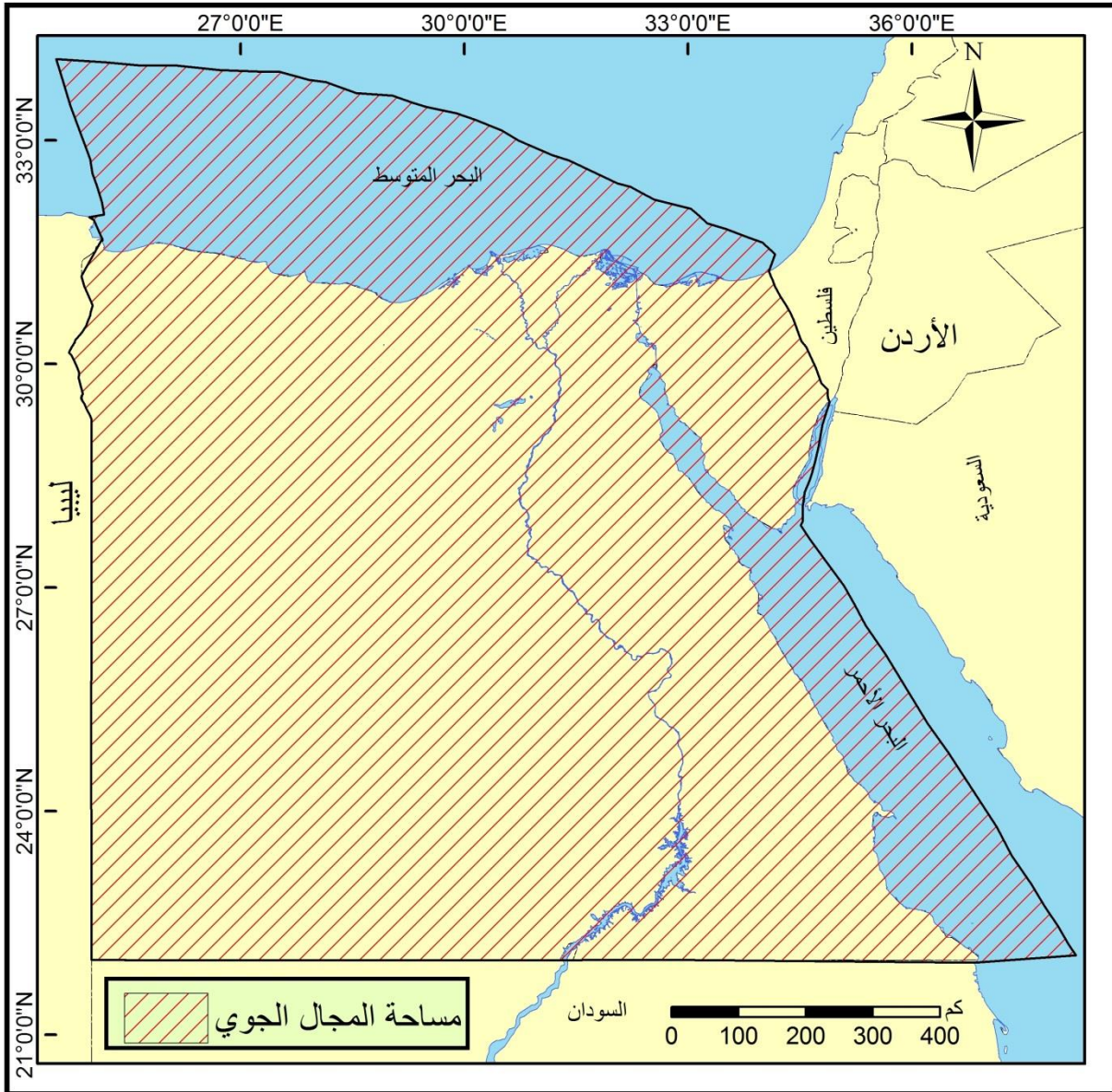


شكل (٣) الحدود الفلكية للمجال الجوي المصري عام ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتماداً على الجدول (٢) .

٢ - مساحة المجال الجوي :

شهدت مساحة المجال الجوي المصري ثباتاً ، نظراً لالتزامها مع الحدود الأفقية ولم يحدث لها تغيير منذ عام ١٨٨٩ (حسن سيد : ١٩٩٥ ، ص ٣٠٤) ، حيث بلغت مساحته ١٣٠٩٢٠٨,٣ كم^٢ كما هو موضح في شكل (٤) ، ويوجد منها ١٠٠٠٢٠٠ كم^٢ مساحة يابس بنسبة قدرها ٧٦,٤% من إجمالي مساحة المجال الجوي المصري ، أما المساحة على المياه الإقليمية فبلغت ٣٠٩٠٠٨,٣ كم^٢ بنسبة قدرها ٢٣,٦% من إجمالي مساحة المجال الجوي .



شكل (٤) المجال الجوي المصري عام ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتماداً على دليل الطيران المدني : ٢٠١١ ، ص ٦-١ .

٣ - نقاط دخول وخروج المجال الجوي المصري :

لقد حددت وزارة الطيران المدني المصري نقاطا للدخول والخروج من المجال الجوي بإثنين وعشرين نقطة منها تسع نقاط شمالا ، وثلاثة جنوبا ، وثمانية شرقا ، واثنين غربا ولا يسمح بالدخول أو الخروج إلا من تلك النقاط ، وجميعها تخضع لمراقبة الرادار ، والملاحة الجوية وهي كما يوضحها جدول (٣) وشكل (٥) .

جدول (٣) نقاط دخول وخروج المجال الجوي المصري

الإتجاه	نقاط الدخول والخروج	دائرة العرض	خط الطول
الشمال	Pasos	٣١° ٥٠' شمالا	٣٣° ٣٩' شرقا
	Lakto	٣٢° ٣٨' شمالا	٣٢° ٠٥' شرقا
	Rasda	٣٣° ٠٦' شمالا	٣٠° ٥٧' شرقا
	Kumbi	٣٣° ٤٢' شمالا	٢٨° ٤٥' شرقا
	Antar	٣٣° ٤٨' شمالا	٢٨° ١٦' شرقا
	Paxis	٣٣° ٥٧' شمالا	٢٧° ٢٠' شرقا
	Tansa	٣٤° شمالا	٢٨° ٤٩' شرقا
	Metru	٣٤° شمالا	٢٥° ٠٩' شرقا
	Salun	٣٤° شمالا	٢٤° ٢٧' شرقا
الجنوب	Aleba	٢٢° شمالا	٣٥° ٢٧' شرقا
	Nubar	٢٢° شمالا	٣١° ٣٨' ٠٦" شرقا
	Atmul	٢٢° شمالا	٢٩° ٠٥' ٢٧" شرقا
	Nalso	٢٩° ٣٢' ١٠" شمالا	٣٤° ٥٢' ٤٢" شرقا
الشرق	Mesta	٢٩° ٢٧' ٠٧" شمالا	٣٤° ٥٩' ٠٣" شرقا
	Kitot	٢٩° ٠٢' ٠٥" شمالا	٣٤° ٥٠' ٥٠" شرقا
	Pasam	٢٧° ٣٠' ٤٥" شمالا	٣٤° ٥٥' ٤٢" شرقا
	Silka	٢٦° ٣٤' ٠٠" شمالا	٣٥° ٢٩' شرقا
	Imrad	٢٦° ٠٥' ٠٠" شمالا	٣٥° ٤٤' شرقا
	Gibal	٢٤° ٣٧' ١٢" شمالا	٣٥° ٣٤' شرقا
	Dedli	٢٢° ٤٢' ٣٢" شمالا	٣٧° ٣٧' ١٩" شرقا
	Losul	٣١° ٤١' شمالا	٢٥° ٠٨' شرقا
الغرب	Ditar	٢٦° ٥٩' ٠٣" شمالا	٢٥° شرقا

المصدر : دليل الطيران المدني المصري : ٢٠١١ ، ص ٦-١ ENR .



شكل (٤) نقاط الدخول والخروج في المجال الجوي المصري

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٣) .

ثالثا : تصنيف المطارات المصرية وتوزيعها :

١- تصنيف المطارات في مصر :

اتبعت الدولة معيارا لتصنيف المطارات حسب الخدمات التي تؤديها ومجالها وحجم التعامل معها ، وبناء عليه تم تقسيم مطارات مصر إلى ثلاثة أنواع تمثلت في :

أ- المطارات الدولية الرئيسية :

تعد مطارات لدخول ورحيل الحركة الجوية الدولية التي يتم فيها كافة إجراءات الجوازات والهجرة والحجر الصحي ، والحجر الزراعي ، وماشابه ذلك من إجراءات ، والذي تتوفر بها خدمات الحركة الجوية بانتظام (دليل الطيران المدني : ٢٠١١ ، ص ١-٤-١) ، وهى كبيرة الحجم عادة وتخدم النقل الداخلي المحلي والخارجي الدولي على حد سواء ، ويمكن للمطارات الدولية إستقبال جميع أنواع الطائرات وأكثر من طائرة في آن واحد وذلك لتعدد الممرات بها ، ويطلق على المطار بأنه دولي من حيث الإستخدام والتشغيل ، وليس من منطلق السيادة عليه ، لأن السيادة على المطار الدولي حق ثابت ومطلق للدولة ، وللدولة الحق في منع طيران أي دولة أخرى من استخدام مطاراتها الدولية ولا تنقطع خدمات المطار إلا في ظروف استثنائية ، مثل تصاعد العمليات الحربية أو عندما تسوء الأحوال الجوية وتتدهور الرؤية الأفقية (حسن سيد : ١٩٧٨ ، ص ٨٥) ، وتتمثل المطارات الدولية الرئيسية في ثمانية مطارات ، كما هو موضح في جدول (٤) وشكل (٦) وهم كالآتي : الإسكندرية ، وأسوان ، وبرج العرب ، والقاهرة ، والأقصر ، والغردقة ، ومرسى علم ، وشرم الشيخ .

ب- المطارات المتاحة للطيران الدولي :

يستخدم لدخول ورحيل الحركة الجوية الدولية ، ويتم فيه كافة إجراءات الجمارك ، والجوازات ، والهجرة ، والحجر الصحي وما شابه ذلك من اجراءات ، وكذلك يتم توفير خدمات الحركة الجوية في نطاق محدود للطائرات التي سبق لها الحوز على تصريح فقط (دليل الطيران المدني : ٢٠١١ ، ص ١-٤-١) ، وتختص بالرحلات المتوسطة التي يتراوح طولها بين ٨٠٠ إلى ١٦٠٠ كم (منى حسن : ٢٠١١ ، ص ٦٧) ، وتتمثل في تسعة مطارات كما هو موضح في جدول (٤) وشكل (٦) وهم : قاعدة ألماتة الجوية ، وأسبوط ، والعلمين ، والعريش ، ومبارك ، وبورسعيد ، وشرق العوينات ، وسانت كاترين ، وطابا .

جدول (٤) تصنيف وتوزيع المطارات المصرية

نوع المطار	اسم المطار	رمز المطار	البعد عن المدينة كم	منسوب المطار بالمتر	دوائر العرض	خط الطول
المطارات الدولية الرئيسية	الإسكندرية	HEAX	٦,٤ كم	١,٧-	٣١°١٠'٥٤"	٣١°٤٩'٤١"
	أسوان	HESN	١٦ كم جنوب غرب	٢٠١,٨	٢٣°٥٧'٥٢"	٣٢°٤٩'١٢"
	برج العرب	HEBA	٤٣ كم غرب الإسكندرية	٥٤,٠	٣٠°٥٥'٠٥"	٢٩°٤١'٤٥"
	القاهرة	HECA	٢٠,٨ كم شمال شرق محطة القاهرة	١٤٢,٤	٣٠°٠٦'٤١"	٣١°٢٤'٥٠"
	الغردقة	HEGN	٥,١٢ كم جنوبا	١٥,٩	٢٧°١٠'٤٣"	٣٣°٤٨'٠٣"
	الأقصر	HELX	٥,٦ كم شرق جنوب الأقصر	٨٩,٦	٢٥°٤٠'١٥"	٣٢°٤٢'٢٣"
	مرسى علم	HEMA	٥٤,٤ كم شمال شمال غرب المدينة	٧٦,٥	٢٥°٣٣'٢٩"	٣٤°٣٤'٥٩"
	شرم الشيخ	HESH	٢٣ كم شمال شرق المدينة	٤٣,٦	٢٧°٥٨'٤٣"	٣٤°٢٣'٣٦"
المطارات المتاحة للطيران الدولي	قاعدة المازة الجوية	HEAZ	١٨,٤ كم شمال شرق محطة سكة حديد القاهرة المركزية	٩١,٥	٣٠°٠٥'٣١"	٣١°٢١'٣٥"
	العلمين	HEAL	١٠ كم جنوب مدينة الضبعة	٤٣,٦	٣٠°٥٥'٢٨"	٢٨°٢٧'٤١"
	أسيوط	HEAT	٣٠,٢٤ كم غربا	٢٣٥,٤	٢٧°٠٢'٤٨"	٣١°٠٠'٤٣"
	العريش	HEAR	٨ كم جنوب المدينة	٣٦,٩	٣١°٠٤'٢٤"	٣٣°٥٠'٠٩"
	مبارك	HEMK	٢٣ كم جنوب غرب سوهاج	٩٢,٧	٢٦°٢٠'٣٤"	٣١°٤٤'٣٤"
	بورسعيد	HEPS	٦ كم غربا	١٦,٣	٣١°١٦'٤٦"	٣٢°١٤'٢٤"
	شرق العوينات	HEOW	لا يوجد	٢٦١,٩	٢٢°٣٥'٠٠"	٢٨°٤٢'٥٨"
	سانت كاترين	HESC	٣٢ كم شمال شرق المدينة	١٣٣١,٧	٢٨°٤١'٠٧"	٣٤°٠٣'٤٥"
	طابا	HETB	٣٧ كم شمال غرب	٧٤٩,١	٢٩°٣٥'١٦"	٣٤°٤٦'٤١"
	أبوسمبل	HEBL	٣,٢ كم شمال شرق أبوسمبل	١٨٧,٨	٢٢°٢٢'٣٣"	٣١°٣٦'٤٢"
	الداخلية	HEDK	١١ كم جنوب غرب	١٨٦,٩	٢٥°٢٤'٤٢"	٢٩°٠٠'٠٦"
	الجورة	HEGR	لا يوجد	٩٨,٨	٣١°٠٤'٢٤"	٣٤°٠٨'٥٨"
المطارات المحلية	الخارجية	HEKG	٣,٢ كم	٥٨,٥	٢٥°٢٨'٢٥"	٣٠°٣٥'٢٧"
	الطور	HETR	٣ كم جنوب مدينة الطور	٣٥,١	٢٨°١٣'٠٠"	٣٣°٣٨'٠٦"
	الجونة	HEGO	٢٢,٧٢ كم من مطار الغردقة	١٤,٩	٢٧°٢٢'٠١"	٣٣°٤٠'٠٥"
	مرسى مطروح	HEMM	١,٧٦ كم جنوب غرب مرسى مطروح	٢٩,٠	٣١°١٩'٣١"	٢٧°١٣'١٨"
	أكتوبر	HEOC	٢٠ كم جنوب غرب مدينة السادس من أكتوبر	٢٤٦,٠	٢٩°٤٨'٤٤"	٣٠°٤٩'٢٤"

المصدر : من تم إعداده اعتمادا على دليل الطيران : ٢٠١١ .



شكل (٦) تصنيف وتوزيع المطارات في مصر

المصدر : تم إعداده على اعتمادا على جدول (٤) .

٣- المطارات المحلية :

تستخدم في الحركة الجوية المحلية ، وتشمل أيضا مطارات الهليكوبتر العسكرية التي يسمح فيها بالحركة الجوية المدنية بشروط معينة (دليل الطيران المصري : ٢٠١١ ، ص ١-٤-١) ، وهي صغيرة الحجم وتقوم بتسهيل خدمات النقل الجوي إلى المدن والأقاليم داخل الدولة ، ولا يختلف المطار المحلي عن المطار الدولي في تجهيزاته لأن كليهما يطابق المواصفات الدولية ، ولكن الاختلاف غالبا ما يكون في حجم التجهيزات وكثافة الحركة والموقع الإقليمي وحجم الظهير ، وتختص بالرحلات القصيرة التي لا يزيد طولها عن ٨٠٠ كم (منى حسن : ٢٠١١ ، ص ٦٧) ، وتمثلت في ثمانية مطارات كما هو موضح في جدول (٤) وشكل (٦) وهي : أبوسمبل ، والداخله ، والجورة ، والخارجة ، والطور ، والجونة ، ومرسى مطروح ، وأكتوبر .

٢- التوزيع الجغرافي للمطارات في مصر :

اتضح من تحليل جدول (٤) وشكل (٦) ما يلي :

- جاء توزيع المطارات الدولية الرئيسية في مصر وفقا للمراكز الكثيفة بالسكان والمدن العمرانية الأساسية القديمة ، حيث وجد مطار واحد في قلب العاصمة (القاهرة) ، ووجد إثنان منهم على الساحل الشمالي (برج العرب ، والإسكندرية الدولي) ، وآخر جنوب سيناء (شرم الشيخ) ، ومطاران على البحر الأحمر (الغردقة ، ومرسى علم) ومطاران على وادي النيل وهما (الأقصر ، وأسوان) ، ووجد أنها شبكة متوسط المسافة الفاصلة بين المطارات الدولية الرئيسية حوالي ٢٧٨ كم ، وهي بذلك تحقق معيار كفاءة خدمة النقل .
- تركز أغلب المطارات المتاحة للطيران الدولي في النصف الشمالي من الدولة ، حيث وجود ستة مطارات ، منها ثلاثة على الساحل الشمالي (العريش ، وبورسعيد ، والعلمين) ، وإثنان في شبه جزيرة سيناء (طابا ، وسانت كاترين) ، وواحد جنوب الدلتا (ألباظة) ، أما بالنسبة للوادي فوجد مطاران في الوسط وهما (أسيوط ، مبارك) ومطار واحد في الجنوب وهو (شرق العوينات) ، وتميزت تلك المطارات بأنها ذات توزيع غير عادل مما لا يحقق الكفاءة في سهولة الوصول للمكان .
- المطارات المحلية موزعة بطريقة منتظمة على مساحة مصر ، لذلك تحقق معيار كفاءة الوصول وأن متوسط المسافة الفاصلة بين كل مطار وآخر ٣٤٣ كم ، فوجد مطاران على الساحل الشمالي (مرسى مطروح ، والجورة) ، ومطار واحد في شبه جزيرة سيناء (الطور) ، ومطار على وادي النيل (أبوسمبل) ، ومطار على البحر الأحمر (الجونة) ،

ومطار جنوب الدلتا (أكتوبر) ، ومطاران في الصحراء الغربية وهما (الداخلية ، والخارجة).

رابعاً : تطور حركة النقل الجوي في مصر :

١- تطور حركة الطائرات :

نال النقل الجوي المصري في الآونة الأخيرة أهمية كبيرة كأحد وسائل النقل الخارجية الرئيسية ، وتشير الإحصائيات إلى أن عدد الطائرات التي استخدمت في المطارات المصرية قد زادت بنسبة ١٥٢% خلال الفترة منذ عام ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٠ ، نتيجة تزايد عدد الرحلات الجوية بالمطارات المصرية من ٢٤٨١٩٣ رحلة دولية ومحلية عام ٢٠٠٠ إلى ٣٧٧٦١٧ رحلة في عام ٢٠١٠ أى أن الإتجاه العام للرحلات الجوية نحو الزيادة لأكثر من مرة ونصف ، واتضح من تحليل جدول (٥) وشكل (٧) ما يلي :

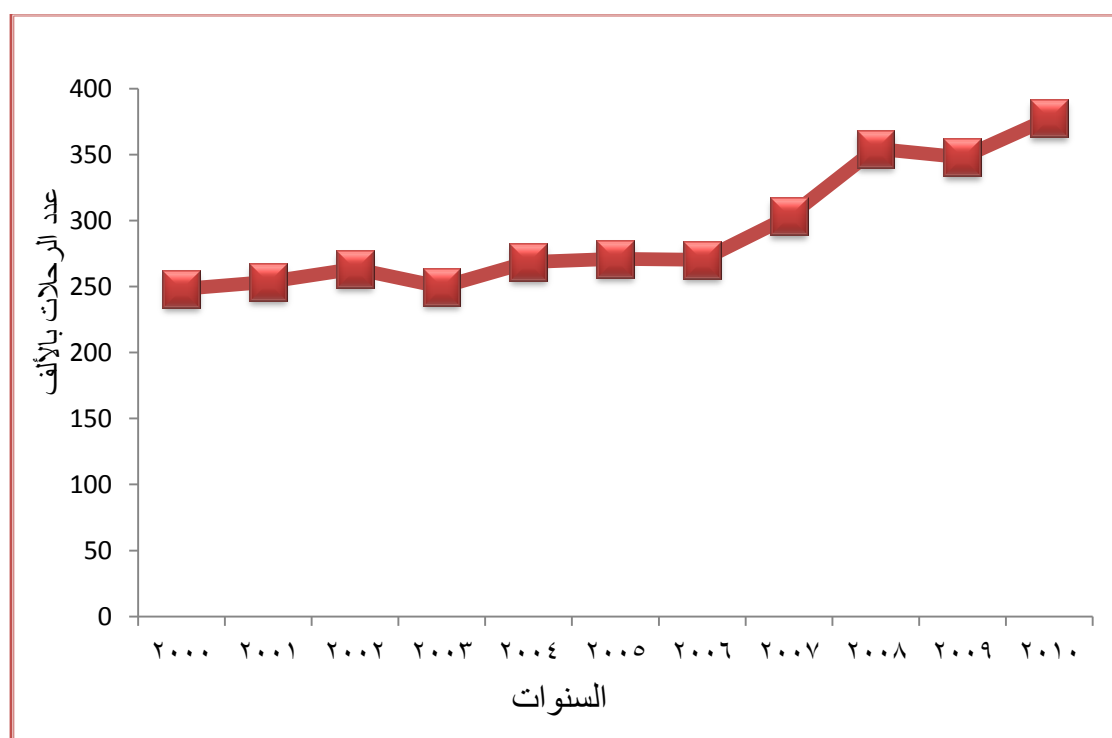
- الاتجاه العام لإجمالي عدد الرحلات نحو الزيادة ، إلا أن هناك فروق واضحة سواء بالنقصان خلال عام (٢٠٠٣) و (٢٠٠٦) و (٢٠٠٩) ، أو بالزيادة الملحوظة عام (٢٠٠٧) و (٢٠٠٨) و (٢٠١٠) ، ويبدو أن التراجع الذي شهدته حركة الطائرات خلال عام ٢٠٠٣ وانخفاضها بنسبة -٥,١٧% عما كانت عليه عام ٢٠٠٢ ، ويرجع ذلك إلى تداعيات الغزو الأمريكي للعراق مارس ٢٠٠٣ ، وما تبعه من سقوط بغداد واحتلال العراق في أبريل من نفس العام ، كما تناقص عدد الرحلات سنة ٢٠٠٦ مجدداً ، ومرد ذلك إلى حرب إسرائيل على لبنان في ١٢ يولييه ٢٠٠٦ واستمرت ما يزيد عن الشهر (٣٤ يوماً) ، وأيضاً ظهور فيروس انفلوانزا الطيور الذي حجم حركة النقل الجوي ، ولقد شهدت الحركة نقص مرة ثالثة في عام ٢٠٠٩ بنسبة قدرها -١,٨% عن عام ٢٠٠٨ ، ويعود ذلك إلى اكتشاف فيروس انفلونزا الخنازير في أبريل ٢٠٠٩ ، وأعلنت منظمة الصحة العالمية ظهور الوباء H_1N_1 رسمياً في يونيه ٢٠٠٩ ، مما جعل هناك احتياطات أمنية بالغة في الحركة وعبور الحدود الدولية وأثر ذلك سلباً على حركة النقل الجوي في مصر .

- ارتفاع إجمالي حركة النقل الجوي بعامة وبخاصة في عام ٢٠٠٨ ، حيث زاد عن العام السابق له بنسبة قدرها ١٦,٨٣% ، ويرجع ذلك إلى ازدهار السياحة والأنشطة الاقتصادية الأخرى .

جدول (٥) تطور عدد الرحلات في المطارات المصرية خلال الفترة (٢٠١٠-٢٠٠٠)

السنة	عدد الرحلات بالآلاف	الفروق السنوية بالآلاف	نسبة الاختلاف %
٢٠٠٠	٢٤٨	—	—
٢٠٠١	٢٥٣	٥	٢,١٣
٢٠٠٢	٢٦٣	٩	٣,٩١
٢٠٠٣	٢٤٩	١٣-	٥,١٧-
٢٠٠٤	٢٦٨	١٨	٧,٥٨
٢٠٠٥	٢٧٠	٢	٠,٨٢
٢٠٠٦	٢٧٠	صفر	٠,٢٧-
٢٠٠٧	٣٠٣	٣٣	١٢,٢٢
٢٠٠٨	٣٥٤	٥١	١٦,٨
٢٠٠٩	٣٤٧	٦-	١,٦٩-
٢٠١٠	٣٧٧	٣٠	٨,٦٤

المصدر : تم إعداده اعتمادا على التقارير الإحصائية السنوية للفترة (٢٠١٠ الى ٢٠٠٠) ، وزارة النقل ، الهيئة المصرية للرقابة على الطيران المدني ، النقل الجوي .



شكل (٧) تطور عدد الرحلات في المطارات المصرية خلال الفترة (٢٠١٠ - ٢٠٠٠)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٥) .

وبتحليل جدول (٦) اتضح أن :

- حصل مطار القاهرة على المركز الأول بنسبة قدرها ٤١% من جملة عدد الرحلات أى مايقرب من نصف إجمالي عدد الرحلات ، ويعزى ذلك إلى موقعه في عاصمة الدولة ، ويأتي في المرتبة الثانية مطار شرم الشيخ بنسبة قدرها ١٧,٢% من إجمالي نصيب المطارات ، بينما حصل مطار العلمين على أقل نسبة في عدد الرحلات حيث بلغ نصيبه ٠,٢% من إجمالي عدد الرحلات .

جدول (٦) نصيب كل مطار من عدد الرحلات عام ٢٠١٠

المطار	عدد الرحلات	%
القاهرة	١٥٤٨٩٩	٤١
شرم الشيخ	٦٤٨٥٦	١٧,٢
الغردقة	٥٧٥٦٢	١٥,٢
الأقصر	٢٥١٣٠	٦,٦
أسوان	١٤٢٤٠	٣,٨
أبوسمبل	٥٦٨٤	١,٥
مرسى علم	٩٧٢٤	٢,٦
النزهة	١٩٣٩٤	٥,١
برج العرب	٦٨٧٠	١,٨
طابا	٤٧٨٢	١,٣
مبارك	٢٣٨	٠,٥
أسيوط	٣٩٩٠	١,١
العلمين	٧٦٠	٠,٢
مطارات أخرى	٩٤٨٨	٢,٥
الإجمالي	٣٧٧٦١٧	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على وزارة النقل ، الهيئة المصرية للرقابة على الطيران المدني التقرير

الإحصائي السنوي لعام ٢٠١٠ .

٢- تطور حركة الركاب :

تبين من تحليل جدول (٧) وجدول (٨) ما يلي :

- تباين الفروق السنوية لإجمالي حركة الركاب في المطارات المصرية حيث بلغت -٢,٨ مليون راكب عام ٢٠٠٣ بالنقصان عما كانت عليه العام السابق ، وأكبر زيادة كانت عام ٢٠٠٨ أكثر من ٦,٢ مليون راكب ، ووجد أن انتهت الفروق السنوية بما يزيد عن ٤ مليون راكب.
- انخفاض نسبة الاختلاف السنوي للركاب في أدنى معدلاتها عام ٢٠٠٣ حيث بلغت نسبته -١٢,٦٥ % ، كما شهد عام ٢٠٠٩ انخفاض بنسبة قدرها -١,٧ % ، وتحققت أعلى زيادة في عام ٢٠٠٨ بنسبة قدرها ٢٠,٦٦ % ، ويرجع ذلك إلى الأسباب السابق ذكرها في تطور حركة الطائرات .
- الاتجاه العام للحركة الإجمالية للركاب نحو الزيادة المطردة أو التصاعد الطبيعي فبلغ مجموع الركاب في المطارات المصرية حوالي ٢١٠٨٣٢١٧ راكب عام ٢٠٠٠ ، وارتفع هذا العدد إلى ٤٠٤٤٧٢٥٤ عام ٢٠١٠ بزيادة بلغت ١٩١,٨ % أى تضاعف عدد الركاب تقريبا خلال أحد عشر عام .
- حصل مطار القاهرة على النصيب الأكبر من عدد الركاب خلال عام ٢٠١٠ ، فقد استأثر على نسبة تقرب من نصف إجمالي عدد الركاب بنسبة قدرها ٣٩,٩٧ % بعدد ١٦١٦٧٢١٠ راكب من إجمالي بلغ ٤٠٤٤٧٢٥٤ راكب ، ويعزى ذلك إلى موقعه الجغرافي وانتشار العديد من الأماكن السياحية المختلفة ، ويليه مطار شرم الشيخ بعدد ركاب ٨٦٨٢١٢٣ راكب بنسبة ٢١,٤٦ % ، نتيجة اعتبارها منطقة سياحية .
- أما مطار مبارك ف سجل أقل عدد في الركاب عام ٢٠١٠ حيث بلغت ١٧٨٩٦ راكب بنسبة ٠,٤ % من إجمالي عدد الركاب ، ويعزى ذلك إلى أنه مطار متاح للطيران الدولي وليس رئيس .

جدول (٧) نسب التطور في أعداد الركاب في المطارات المصرية خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٠)

السنة	إجمالي عدد الركاب	الفروق السنوية	نسبة الاختلاف %
٢٠٠٠	٢١٠٨٣٢١٧	—	—
٢٠٠١	٢١٣٩٨٤٠٩	٣١٥١٩٢	١,٤٩
٢٠٠٢	٢٢٣١٧٠٨٩	٩١٨٦٨٠	٤,٢٩
٢٠٠٣	١٩٤٩٢٣١٢	٢٨٢٤٧٧٧-	١٢,٦٥-
٢٠٠٤	٢٣٨١٥٤٢٠	٤٣٢٣١٠٨	٢٢,١٧
٢٠٠٥	٢٤٩١٦٣٣٠	١١٠٠٩١٠	٤,٦٢
٢٠٠٦	٢٦٦٣٣٥٥٩	١٧١٧٢٢٩	٦,٨٩
٢٠٠٧	٣٠٠٣٩٢٣٢	٣٤٠٥٦٧٣	١٢,٧٨
٢٠٠٨	٣٦٢٤٨٢٢٨	٦٢٠٨٩٩٦	٢٠,٦٦
٢٠٠٩	٣٥٦٣١٨٨٤	٦١٦٣٤٤-	١,٧٠-
٢٠١٠	٤٠٤٤٧٢٥٤	٤٨١٥٣٧٠	١٣,٥١
مجموع نسب الاختلاف ٧٢,٠٦ %		متوسط نسبة الاختلاف ٧٠,٥٥ / ١٠ = ٧,٢ %	

المصدر : تم إعداده اعتمادا على التقارير الإحصائية السنوية للفترة (٢٠٠٠ الى ٢٠١٠) ، وزارة النقل ، الهيئة المصرية للرقابة على الطيران المدني ، النقل الجوي .

جدول (٨) نصيب كل مطار من عدد الركاب عام ٢٠١٠

المطار	عدد الركاب	النسبة المئوية من المجموع %
القاهرة	١٦١٦٧٢١٠	٣٩.٩٧
شرم الشيخ	٨٦٨٢١٢٣	٢١.٤٦
الغردقة	٨٠٤٣٠٢٣	١٩.٨٨
الأقصر	٢٢٣٨٤٧٢	٥.٥٣
أسوان	٨٩٨٥٥٧	٢.٢٢
أبوسمبل	٤٨٦٢٣٥	١.٢٠
مرسى علم	١١٨٢٤١٣	٢.٩٢
النزهة	١٠٤١٩٥٠	٢.٥٧
برج العرب	٦٦٨٣٩٤	١.٦٥
طابا	٥٠١٦٠٩	١.٢٤
مبارك	١٧٨٩٦	٠.٠٤
أسيوط	٣١٦٦٧٥	٠.٧٨
العلمين	٣٣٠٧٤	٠.٠٨
مطارات أخرى	١٦٩٦٢٣	٠.٤١
الإجمالي	٤٠٤٤٧٢٥٤	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على التقرير الإحصائي السنوي لعام ٢٠١٠ ، الهيئة المصرية للرقابة على الطيران المدني ، وزارة النقل .

خامسا : العوامل الجغرافية المؤثرة على النقل الجوي في مصر :

يتأثر النقل الجوي بمجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية التي تجعله يتباين من مكان إلى آخر ، وتتمثل فيما يلي :

١ - العوامل الطبيعية :

تعد العوامل والظروف الطبيعية المختلفة ذات تأثير واضح على النقل الجوي بدرجات متفاوتة سواء من حيث الحركة أو تفضيل وسيلة النقل أو توجيه مسارات شبكاتها ، ومن أهمها ما يلي:

أ- الموقع الجغرافي والفلكي لمصر :

يعد الموقع الجغرافي ذو أهمية كبيرة ليس في تاريخه ، وتطورة الاقتصادى ، فحسب بل في درجة اتصاله بالعالم الخارجي عبر شبكات النقل المختلفة ، حيث يختلف من دولة إلى أخرى ما بين التميز المكاني والمواقع المتفرقة (سعيد عبده : ٢٠١٠ ، ص ١٦٧) . تقع مصر العربية الركن الشمالي الشرقي من القارة الإفريقية ، ولا تتجاوز الرقعة التي تتراعى فوقها نحو ٣% من المساحة الإجمالية لهذه القارة ، وتبدو أشبه ما تكون بمستطيل ، وتبلغ مساحتها الإجمالية أكثر قليلا من مليون كم² (١,٠٠٠,٢٠٠ كم²) (يوسف عبدالمجيد فايد وآخرون : ١٩٩٤ ، ص ٧-٨) ، وتمتد الأراضي المصرية فوق نحو عشر درجات عرضية ، تنحصر بين دائرتي عرض ٢٢° - ٣٦° شمالا حيث يقع حوالي ربع مساحتها جنوب مدار السرطان ، و حوالي اثني عشر درجات طولية فهي تنحصر بين خطى طول ٢٥° - ٣٧° شرق خط جرينتش (محمد صفى الدين : ٢٠٠٢ ، ص ١٣) كما هو موضح في شكل (١) .

وبدراسة الموقع الجغرافي والفلكي لمصر وجد أن مصر أكثر قربا من أسواق العالم ومن مراكز النقل السكاني ، وهذا الموقع أفاد مصر كثيرا ، حيث تعد ملتقى الطرق العالمية ، فهي تتصل اتصالا بريا بآسيا وإفريقيا واتصالا بحريا بأوروبا وآسيا ، وتعد مركز هام لمرور الطائرات ، حيث إنها تقع في ملتقى الطرق العالمية ، مما أكسبها أهمية فريدة على مستوى العالم في تحديد المسارات الجوية ، انعكس ذلك على النقل الجوي .

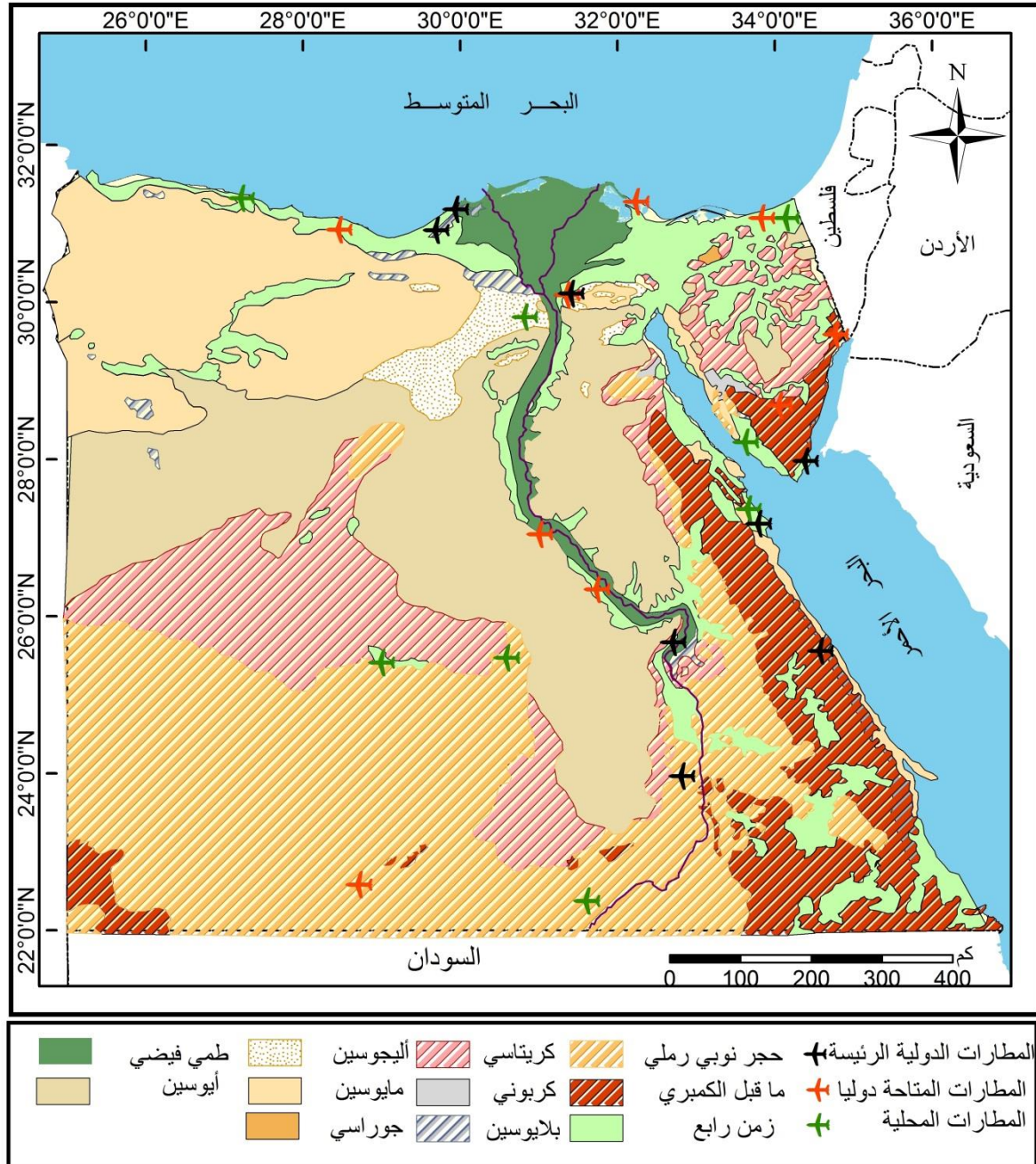
ب - التركيب الجيولوجي :

يعد من العوامل المهمة التي تؤخذ في الحسبان عند اختيار مواقع المطارات ، إذ تعد الأراضي الرخوة المكونة من إرسابات حديثة ، أو رمال متحركة ، أو رماد بركاني ، أو الأراضي المتصدعة الكارستية ، جميعها مناطق غير آمنة لإنشاء المطارات ، وعند تحديد مواقع الممرات يختار لها المناطق ذات التكوينات الأرضية الصلبة حتى تتحمل ثقل عمليات إقلاع الطائرات وهبوطها (محمد الزوكة : ٢٠٠٤ ، ص ٣١) ، ويقترن اختيار الموقع المناسب للمطار عادة بدراسة متخصصة ودقيقة لطبيعة التكوينات السطحية والحالة الجيولوجية العامة لهذا الموقع ، فتدرس أنواع الترب والتكوينات السطحية والتحتية بحيث تعتمد كفاءة المطار خلال عمليات إقلاع وهبوط الطائرات المختلفة الأحجام على هذه الدراسات اعتمادا كبيرا (حسن سيد : ١٩٧٨ ، ص ١٠٦) ، ووجد أن الأراضي التي تستخدم في النقل الجوي ذات كفاءة أكثر خمس مرات من المستخدمة في النقل بالسكك الحديدية وأكثر ست مرات من المستخدمة في الطرق البرية (Antonin : ٢٠٠٩ ، p٤٨٨) . كما يعد هناك ارتباط قوي متبادل بين البنية الجيولوجية لموضع المطار ، وطبيعة وأسلوب الرصف للمدارج ، والمساحات ، والممرات الفرعية فيه ، وتقاس قوة رصف المدرج الذي تقام عليه عمليات الإقلاع والهبوط ، بما يعرف عالميا بقوة التحمل أو قوة رصف المدرج ، ويرمز لها بالرمز PCN ، وهي تركيبة قياسية تستخدمها منظمة الطيران المدني العالمية ICAO ، فإذا كان متبوع رمز PCN بحرف (w) فتكون الأرض صلبة ولا تحتاج إلى رصف قوي ، أما إذا كان متبوع بحرف (x) فإنها تحتاج إلى رصف أقوى من المتبوع بحرف (w) (Norman : ١٩٩٢ ، p ٧٩) ، ووجد أن جميع المطارات في مصر متبوعة بحرف (x) حيث إنها تحتاج إلى رصف أكثر قوة ، ويرجع ذلك إلى ضعف التركيب الجيولوجي في مواقع المطارات ماعدا (سانت كاترين ، ومرسى علم ، وطابا ، والقاهرة ، وأكتوبر) نظرا لانتشار التكوينات الأركية والأليجوسينية بها .

واتضح من تحليل شكل (٨) ما يلي :

- وجد بالتكوينات الأركية ثلاثة مطارات تتمثل في سانت كاترين ، ومرسى علم ، وطابا ، بنسبة قدرها ١٢ % من إجمالي المطارات ، وهي ذات تركيب جيولوجي معقد ، وذلك ناتج عن الالتواءات الشديدة في المنطقة ، وهي بيئة مناسبة للمطارات حيث إنها صخور نارية أو متحولة ، ونادرا ما تكون ذات أصل رسوبي .
- استحوذت تكوينات الزمن الرابع على نسبة بلغت ٤٨ % من إجمالي المطارات بعدد اثنتي عشرة مطار ، حيث تتميز بأنها ذات تكوين وتركيب جيولوجي واضح قليل التعقيد ، وهي تكوينات حديثة ورسوبية ، لذلك تحتاج إلى الرصف بشكل متكرر ومتجدد سنويا (*) ، وتمثلت في مطار الجورة ، والعريش ، وبورسعيد ، والإسكندرية ، وبرج العرب ، والعلمين ، ومرسى مطروح ، والداخلية ، وأسيوط ، ومبارك ، والطور ، والغردقة .
- وجد أن تكوينات الحجر الرملي النوبي امتداد للتكوينات الأركية ، وتعد خزاناً للمياه الجوفية حيث تعد من عيوب المطارات التي أقيمت عليها ، و تحتاج إلى رصف بشكل متكرر وتتمثل في أبو سمبل ، والخارجة ، وأسوان ، وشرق العوينات ، بنسبة قدرها ١٦ % من إجمالي المطارات ، وتتميز بقلة حركة النقل الجوي .
- حصلت التكوينات الأليجوسينية على ١٢ % من إجمالي المطارات وتمثلت في مطار القاهرة ، وأكتوبر ، وألماسة وهي ذات تكوينات بازلتية لذلك لا تحتاج إلى رصف بشكل متكرر وتحمل كثافة النقل الجوي (محمد محسوب : ٢٠٠٢ ، ص ٣-٢٢) .

(*) مقابلة شخصية مع مدير التصميم والصيانة للمطارات ، بالشركة القابضة للمطارات ، في ١٣/٧/٢٠١٢ .



شكل (٨) التركيب الجيولوجي في مصر وتوزيع المطارات

المصدر : تم إعداده اعتماداً على خريطة مصر الجيولوجية ، مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ .

ج- مظاهر السطح :

تتحكم مظاهر السطح في خطوط النقل بعامة وخطوط النقل الجوي بخاصة ، على الرغم من أن أهم مميزات النقل الجوي تخطي الصعاب التضاريسية التي تقف عائقا أمام أنواع النقل الأخرى ، إلا أن التضاريس باتت عامل مؤثر على النقل الجوي سواء أثناء الرحلة ، أو في اختيار مواضع المطارات ، أو في تحديد طول ممرات الإقلاع والهبوط وتحديد مساراته والإرتفاعات التي يطير عليها الطيران ، و تؤثر على منسوب وموقع المطارات ، وبتحليل جدول (٩) وشكل (٩) اتضح:

١- تراوح مناسيب المطارات المصرية بين -١,٧ و ١٣٣١,٧ م فوق منسوب سطح البحر .

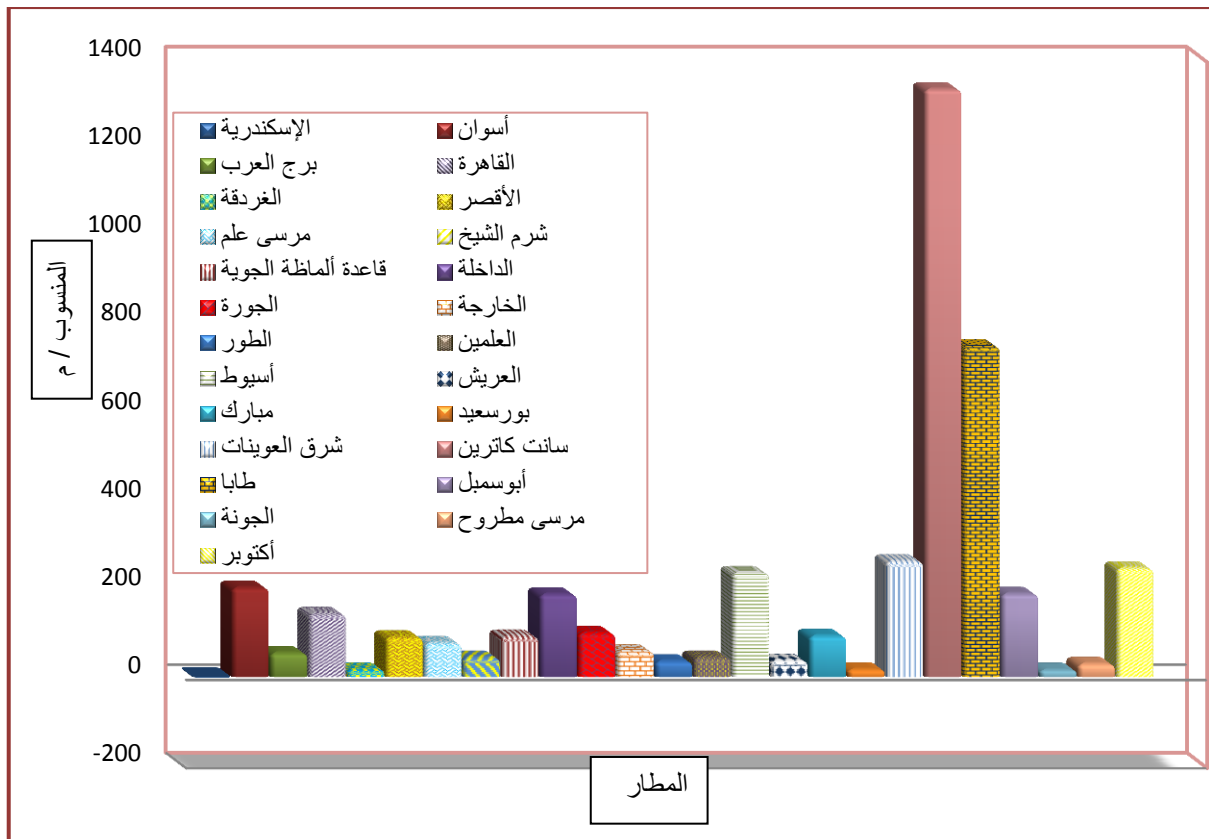
٢- وجود مطارات يبلغ منسوبها أكثر من ١٠٠ متر وتتمثل أسوان ، والقاهرة ، وأسيوط ، وشرق العوينات ، وسانت كاترين ، وطابا ، وأبوسمبل ، والداخلية ، وأكتوبر.

٣- هناك العديد من المطارات التي بلغ منسوبها أقل من ١٠٠ متر ، وتتمثل في مطار العلمين ، والعريش ، والإسكندرية ، والغردقة ، والجونة ، والخارجة ، والأقصر ، ومرسى علم ، ومبارك الدولي ، ومرسى مطروح ، وبورسعيد ، وشرم الشيخ ، والطور ، وبرج العرب ، وألماظة ، والجورة .

جدول (٩) مناسيب ارتفاع المطارات المصرية بالنسبة لمستوى سطح البحر

إسم المطار	منسوب المطار بالنسبة لمستوى سطح البحر	إسم المطار	منسوب المطار بالنسبة لمستوى سطح البحر
الإسكندرية	-١,٧	العلمين	٤٣,٦
أسوان	٢٠١,٨	أسيوط	٢٣٥,٤
برج العرب	٥٤,٠	العريش	٣٦,٩
القاهرة	١٤٢,٤	مبارك	٩٢,٧
الغردقة	١٥,٩	بورسعيد	١٦,٣
الأقصر	٨٩,٦	شرق العوينات	٢٦١,٩
مرسى علم	٧٦,٥	سانت كاترين	١٣٣١,٧
شرم الشيخ	٤٣,٦	طابا	٧٤٩,١
قاعدة ألماظة الجوية	٩١,٥	أبوسمبل	١٨٧,٨
الداخلية	١٨٦,٩	الجونة	١٤,٩
الجورة	٩٨,٨	مرسى مطروح	٢٩,٠
الخارجة	٥٨,٥	أكتوبر	٢٤٦,٠
الطور	٣٥,١		

المصدر : تم إعداده اعتمادا على دليل الطيران المدني المصري ، ٢٠١١ .



شكل (٩) مناسيب ارتفاع المطارات عن مستوى سطح البحر

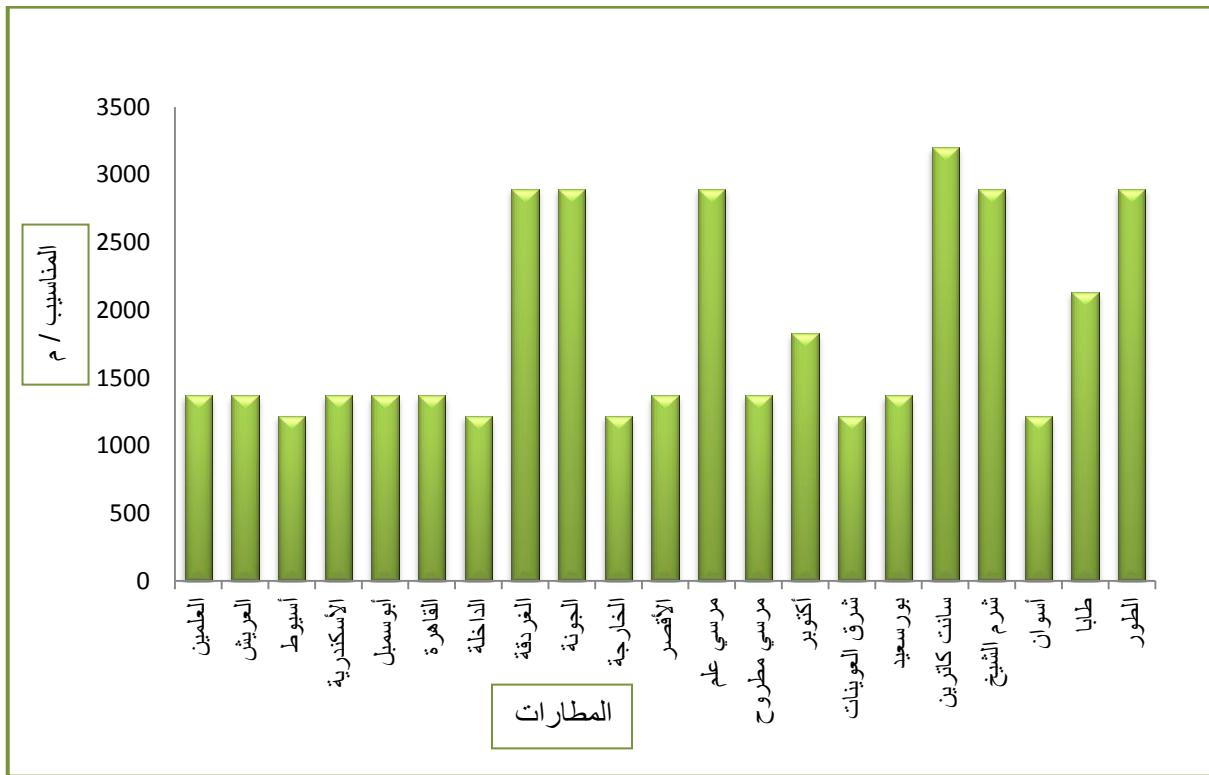
المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٩) .

وبتحليل جدول (١٠) وشكل (١٠) تبين أنه لم يقتصر دور التضاريس في التأثير على ارتفاع مناسيب المطارات بل أثر أيضا على الممرات الأرضية حيث يزداد طول الممر الأساسي بنسبة ٧% لكل ٣٠٠ م ارتفاع فوق منسوب سطح البحر ، ويطلق على هذه الزيادة تصحيح الارتفاع Correction of Elevation (I C A O : ٢٠١١ , P A I P A D ٠٢/١١) ، واتضح دور هذا العامل أيضا في تحديد الارتفاعات التي يطير عليها الطيران المصري فالحد الأدنى للطيران ١٢١٩,٢ و ١٢١٩,٦ متر في منطقتي أسوان وأسيوط على الترتيب ، بينما يبلغ أقصى ارتفاع يطير عليه الطيران المصري ٣٢٠٠,٤ متر في منطقة سانت كاترين نظرا لوجود أعلى قمة جبلية وصلت إلى ٢٦٤٢ م في مصر وعند مقارنة هذه القيم بالمقاييس العالمية التي يرتفع على أساسها الطيران وجد أن أقصى ارتفاع يطير عليه الطيران العالمي هو ٥٥٠٠ متر بفارق ٢٣٠٠,٤ م وأقل ارتفاع هو ١٠٠٠ م بفارق قدره ٢١٩,٢ م ، كما تبين أن المتوسط الذي يطير عليه الطيران المصري هو ١٨٤٣,٤ م .

جدول (١٠) المناسب التي يطير عليها الطيران المصري .

اسم المطار	منسوب ارتفاع الطيران بالمتر	اسم المطار	منسوب ارتفاع الطيران بالمتر
العلمين	١٣٧١,٦	مرسى علم	٢٨٩٥,٦
العريش	١٣٧١,٦	مرسى مطروح	١٣٧١,٦
أسيوط	١٢١٩,٦	أكتوبر	١٨٢٨,٨
الإسكندرية	١٣٧١,٦	شرق العوينات	١٢١٩,٩
أبوسمبل	١٣٧١,٦	بورسعيد	١٣٧١,٦
القاهرة	١٣٧١,٦	سانت كاترين	٣٢٠٠,٤
الداخلية	١٢١٩,٢	شرم الشيخ	٢٨٩٥,٦
الغردقة	٢٨٩٥,٦	أسوان	١٢١٩,٢
الجونة	٢٨٩٥,٦	طابا	٢١٣٣,٦
الخارجة	١٢١٩,٩	الطور	٢٨٩٥,٦
الأقصر	١٣٧١,٦	مرسى علم	٢٨٩٥,٦
مرسى علم	٢٨٩٥,٦	مرسى مطروح	١٣٧١,٦
متوسط الطيران		١٨٤٣,٤	

المصدر : (I C A O : ٢٠١١ , P A I P A D ٠٢/٢٨-٠٢/٣٦)



شكل (١٠) المناسب التي يطير عليها الطيران المصري

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (١٠) .

اتضح من مسارات الطرق الجوية أنها تتفادى النطاقات الجبلية المرتفعة تجنباً لخطر الاصطدام بقممها وأخطار السحب الكثيفة التي تتجمع فوقها وتحجب الرؤية ، إضافة لكونها تحدد خصائص الطقس السائدة في النطاقات المحيطة بها وخاصة الضغط الجوي ونشاط الرياح ونسبة الغيوم ، حيث إن انخفاض درجة الحرارة فوق القمم والسفوح الجبلية المرتفعة يؤدي إلى تكون جيوب أو نطاقات من الضغط الجوي المرتفع الذي يترافق مع حركة الرياح النشطة التي تعترض مسار الطائرات وتقلل من سرعتها أو تؤدي إلى اهتزازها بشدة ، وبالتالي تعرضها للاصطدام بالجبال ، ويتضح أنها تؤثر على الموجات الرادارية اللاسلكية الخاصة بالملاحة الجوية ، مما يشكل خطورة كبيرة على النقل الجوي (أحمد رحوم : ٢٠١١ ، ص ٢٠) ، حيث تعاني أجهزة إرشاد وتوجيه الطائرات الموجودة بالمطارات القريبة من المناطق الجبلية المرتفعة من التشويش وعدم الوضوح كما في المطارات القريبة من جبال شبه جزيرة سيناء (سانت كاترين والطور وشرم الشيخ) ، ومطارات جبال البحر الأحمر (الجونة و مرسى علم والغردقة) ، ومطار جنوب غرب مصر (شرق العوينات) ، ويجب عند اختيار الأرض التي يقام عليها المطار أن تكون من الناحية الطبوغرافية مستوية بقدر الإمكان لتناسب إنشاء الممرات الأرضية Run Ways التي تستخدمها المطارات للإقلاع والهبوط ، وفي موضع آمن من أخطار السيول أو غزو الرمال وبمساحات كافية للتوسع المستقبلي ، وبعبداً عن العوائق المتمثلة في المباني السكنية أو الضواحي وعند أبراج الكنائس ومآذن المساجد والمصانع ومناطق التعدين التي تؤثر سلباً بالقرب من المطارات وتخل بأجهزة الرصد الميتروولوجية الأساسية للملاحة الجوية في كل مطار (فاروق عز الدين : ١٩٨١ ، ص ص ٦٦٣ - ٦٦٤) ، ويفضل أن تنشأ المطارات في الأماكن الفارغة بعيداً عن الأراضي الزراعية حيث وجود الطيور وبعيدا عن المنشآت السكنية .

د- المناخ :

يعد الغلاف الجوي بيئة الطيران التي يعمل بها ، لذلك أصبحت دراسة عناصر المناخ والظواهر الجوية ضرورة ملحة له ، فإذا تغلب النقل الجوي على العقبات الأرضية وحلق بعيداً عنها إلا أن المناخ يظل أكبر عقبة تقابله سواء على الممرات الأرضية أو في الغلاف الجوي ، ويتأثر مناخ مصر بمجموعة من العوامل التي بدورها تؤثر على النقل الجوي وتتمثل في الآتي :

أولاً : المنخفضات الجوية :

تعد المنخفضات الجوية من أهم الضوابط التي تتحكم في مناخ أى منطقة ، حيث إن مرورها يسبب حدوث تقلبات فجائية في الطقس فيشتد هبوب الرياح وتسقط الأمطار بغزارة وتظهر العواصف الترابية والرملية والضبباب والعواصف الرعدية وغيرها (عبد العزيز شرف : ١٩٩٦ ، ص ١٤٥) ، وهي المسؤولة عن تكون السحب وسقوط الأمطار وتشكيل الاضطرابات الجوية والتغيرات الفجائية التي تحدث في اتجاه الرياح وسرعتها (محمد فوزي : ١٩٩٩ ، ص ٦) ، وتظهر في العروض المعتدلة بين دائرتي عرض ٣٥ - ٣٦ في نصف الكرة الشمالي والجنوبي حيث يسود هبوب الرياح الغربية ويكثر تقابل الكتل الهوائية المدارية والقطبية (فهمي أبو العطا : ١٩٨٥ ، ص ١٦٥) ، ويؤكد ذلك (حبيب العوضي : ٢٠٠٨ ، ص ٢٧) . وتعد مراقبة المنخفضات الجوية وتحديد مصدرها وحركتها ومدى قوتها من أهم الأشياء التي يجب معرفتها قبل تحديد موعد الرحلات الجوية ، وذلك لما تشكله من خطورة على سلامة الرحلة الجوية ، وحدثت ظواهر جوية مفاجئة تؤثر على النقل الجوي حيث يتم إلغاء الرحلات الجوية وتأجيلها وستتناول بشئ من التفصيل كالاتي .

التوزيع السنوي والفصلي للمنخفضات الجوية التي مرت على مصر :

أ- التوزيع السنوي للمنخفضات الجوية :

تبيين من تحليل جدول (١١) ما يلي :

- بلغ إجمالي عدد المنخفضات الجوية حوالي ١٣٢٨ منخفض منذ عام ١٩٦٥ حتى عام ١٩٩٤ بمتوسط سنوي ٤٥,٧ منخفض ، حيث تختلف وفقا لمناطق تولدها ، و تحتل المنخفضات الآتية من جهة شمال غرب البحر المتوسط المرتبة الأولى في عدد المنخفضات ٦٩٦ منخفض بمعدل سنوي ٢٤ منخفض بنسبة ٥٢,٤ % ، وتليها المنخفضات الآتية من الغرب عن طريق الصحراء الكبرى بعدد ٥٠٠ منخفض بمتوسط سنوي ١٧,٢ منخفض بنسبة ٣٧,٦ % ، بينما بلغت المنخفضات الآتية من وسط وشرق حوض البحر المتوسط ١٣٢ منخفض بمتوسط سنوي ٤,٥ منخفضا بنسبة ٩,٩ % .

جدول (١١) مجموع المنخفضات الجوية السنوية والفصلية والشهرية التي مرت على مصر ونسبتها إلى المجموع الكلي خلال الفترة من ١٩٦٥ حتى ١٩٩٤

نوع المنخفض الشهر		منخفضات جاءت من الشمال الغربي عن طريق البحر المتوسط		منخفضات من الغرب عن طريق الصحراء الكبرى		منخفضات تولدت في وسط وشرق البحر المتوسط	
الشهر	المجموع الشهري	العدد	النسبة %	العدد	النسبة %	العدد	النسبة %
يناير	١٤٩	١٠١	٦٨	١٠	٧	٣٨	٢٦
فبراير	١٧٠	١٠٧	٦٣	٤٩	٢٩	١٤	٨
مارس	١٦٥	٧٠	٤٢	٨٦	٥٢	٩	٥
أبريل	١٨٥	٦٥	٣٥	١٢٠	٦٥	صفر	صفر
مايو	١٢٩	٤٤	٣٤	٨٥	٦٦	صفر	صفر
يونيه	٦٧	٢٠	٣٠	٤٧	٧٠	صفر	صفر
يوليه	٥	٣	٦٠	صفر	صفر	٢	٤٠
أغسطس	٧	٤	٥٧	صفر	صفر	٣	٤٣
سبتمبر	٤٥	٢١	٤٧	١٧	٣٨	٧	١٦
أكتوبر	١١٥	٧٥	٦٥	٢٨	٢٤	١٢	١
نوفمبر	١٣٣	٨٧	٦٥	٢٨	٢١	١٨	١٤
ديسمبر	١٥٨	٩٩	٦٣	٣٠	١٩	٢٩	١٨
المجموع	١٣٢٨	٦٩٦	٥٢,٤	٥٠٠	٣٧,٦	١٣٢	٩,٩
فصل الشتاء	٤٧٧	٣٠٧	٦٤,٣	٨٩	١٨,٧	٨١	١٧
فصل الربيع	٤٧٩	١٧٩	٣٧,٤	٢٩١	٦٠,٨	٩	١,٩
فصل الصيف	٧٩	٢٧	٣٤,٢	٤٧	٥٩,٥	٥	٦,٣
فصل الخريف	٢٩٣	١٨٣	٦٢,٥	٧٣	٢٥	٣٧	١٢,٦

المصدر : طارق سالم : ١٩٩٧ ، ص ٥٣-٥٤ .

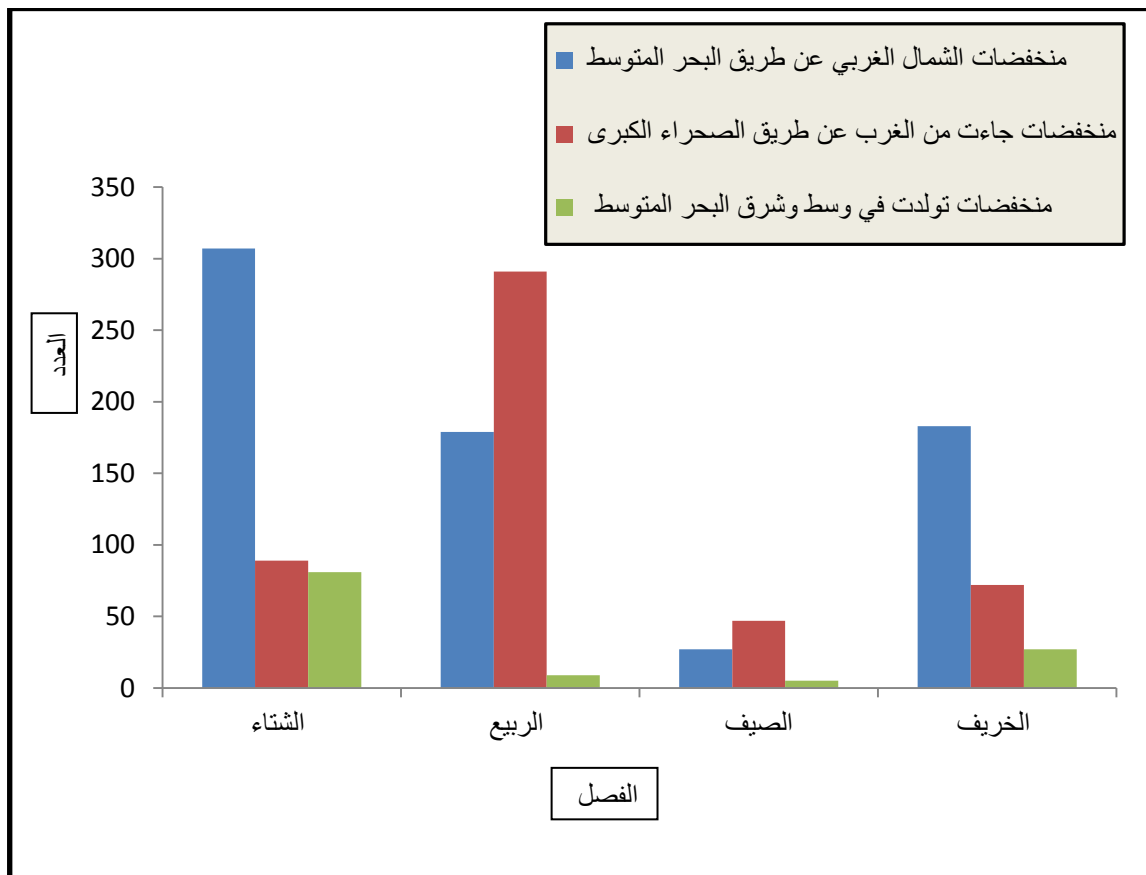
ب- التوزيع الفصلي للمنخفضات الجوية :

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

يصبح فصل الشتاء مسرحا لمرور المنخفضات بعضها بسيط والبعض الآخر عميق ومعقد ، وهذه المنخفضات هي السبب الرئيس لحالة الطقس المضطرب في فصل الشتاء (يوسف فايد وآخرون : ١٩٩٤ ، ص ٢٨) ، وتأخذ أحيانا مركز واحد والبعض الآخر متعدد المراكز ، وبالتالي فإن لها دورا في التأثير على طقس مصر خلال هذا الفصل (Ali : ١٩٨٧ , p ١١٣) ، وعادة ما تكون أكثر طولاً وعمقا وعمرا من التي تتشكل في فصل الخريف ، ويرجع ذلك إلى التغير الذي يطرأ على الدورة الهوائية العامة في حوض البحر المتوسط ، وزيادة التدرج الحراري الأقصى في الجبهة المتوسطة التي تفصل الكتل القطبية من جهة والكتل المدارية وكتل البحر المتوسط الثانوية من جهة أخرى ، ويرافق هذا كله ظهور أحواض الضغط المنخفض في طبقات الجو العليا ، مما يؤدي إلى تدفق الهواء البارد نحو المنطقة مكونة المنخفضات الجوية التي يستمر تأثيرها خلال فصل الشتاء والربيع (نعمان شحاده : ١٩٩٤ ، ص ٣) ، واتضح من تحليل جدول (١١) وشكل (١١) ما يلي :

- بلغ عدد المنخفضات التي مرت خلال فصل الشتاء ٤٧٧ منخفض حيث يأتي في المرتبة الثانية بعد فصل الربيع ، وتعد منخفضات شمال غرب حوض البحر المتوسط أكثر المنخفضات مرورا على مصر ، حيث بلغ عددها ٣٠٧ منخفض بنسبة ٦٤,٣ % ، ويليه المنخفضات الآتية من الغرب عن طريق الصحراء الكبرى بعدد ٨٩ منخفض بنسبة ١٨,٧ % .

- يأتي شهر فبراير في مقدمة شهور الشتاء في تكرار عدد المنخفضات حيث بلغ ١٧٠ منخفض ، ويليه شهر ديسمبر بعدد ١٥٨ منخفض ثم يناير ١٤٩ منخفض ، ويرجع ذلك إلى ترحل منطقة الضغط المنخفض الآيسلندي إلى الجنوب ، فتكون قريبة من عروض البحر المتوسط ، فضلا عن تحرك منطقة الضغط المرتفع الأزوري جنوبا مع حركة الشمس الظاهرية ويصبح الضغط منخفض بعض الشيء فوق البحر المتوسط لدفع مياهه نسبيا بحيث يعد طريقا سهلا للمنخفضات الجوية من الشرق للغرب (شحاته طلبه : ١٩٩٠ ، ص ٥٠) ، وتأتي المنخفضات الآتية من شمال غرب حوض البحر المتوسط في مقدمة المنخفضات في شهر فبراير حيث بلغ عددها ١٠٧ منخفض بنسبة ٦٣ % ويليه شهر يناير ١٠١ منخفض ، ثم ديسمبر ٩٩ منخفض .



شكل (١١) التوزيع الفصلي لأنواع المنخفضات الجوية وعددها على مصر

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (١١) .

٢- فصل الربيع (مارس – أبريل – مايو) :-

تختلف المنخفضات في هذا الفصل عن فصل الشتاء ، حيث إن مصدرها يكون من الغرب عن طريق الصحراء الكبرى ، وتعرف غالباً بالمنخفضات الخماسينية ، ويستمر الطقس متقلباً ومتغيراً خلال فصل الربيع نظراً لمرور المنخفضات الخماسينية التي تتكون عادة جنوب جبال أطلس ، وجدير بالذكر أن بعض هذه المنخفضات تنشأ كإعكاس على السطح لمنخفض جوي علوي ، ثم يتفاعل المنخفض المتكون مع الكتل الهوائية الساخنة والباردة لإمداده بالطاقة (كامل حنا : ١٩٧٨ ، ص ١٥) ، وتبين من تحليل جدول (١١) وشكل (١١) ما يلي :

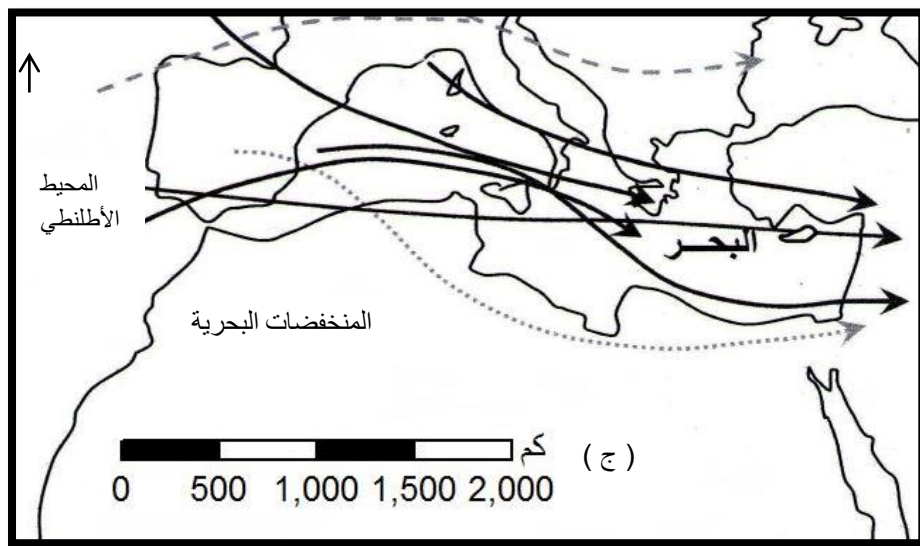
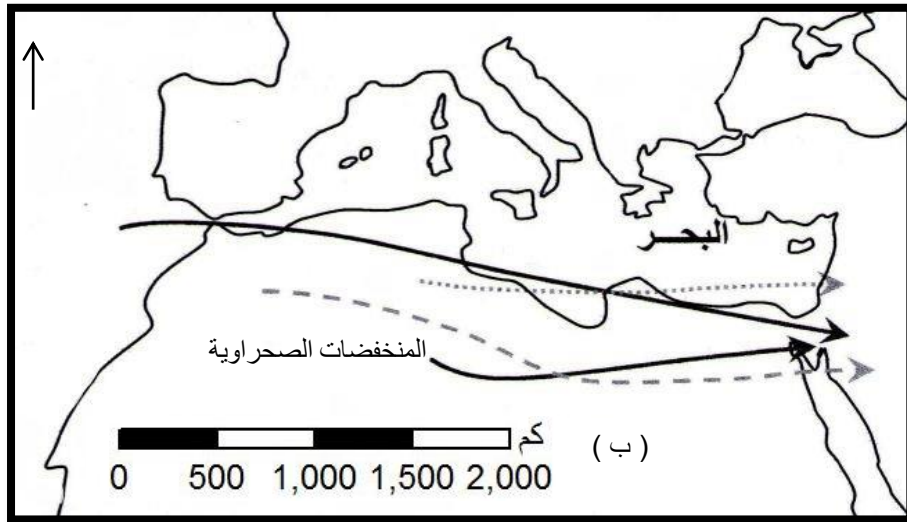
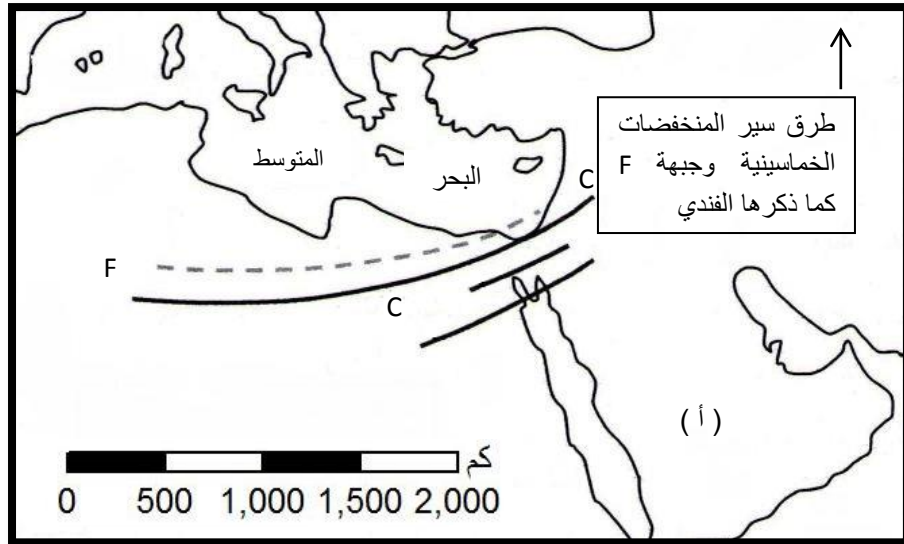
- يحتل فصل الربيع المرتبة الأولى في عدد المنخفضات حيث بلغ ٤٧٩ منخفض ، وتعد المنخفضات الآتية من الصحراء الكبرى أكثر عددا حيث بلغت ٢٩١ منخفض بنسبة ٦٠,٨ % ، يليها المنخفضات الآتية من شمال غرب حوض البحر المتوسط بعدد ١٧٩ منخفض بنسبة ٣٧,٤ % ، فقد اقترح (محمد الفندي : ١٩٦٠ ، ص ٩٦) أيضا نوعين من المنخفضات الخماسينية لها نفس التحرك والاتجاه حيث يتخذ طريق يمتد من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي عبر الأراضي المصرية ، ولقد أعطى هذا النوع رمز (C) ، أما النوع الثاني فقد أعطى له الرمز (B) وهو يسلك طريقا موازيا للساحل الإفريقي ممتدا من لا جنوب جبال الجزائر وتونس عبر الصحراء حتى مصر ، ولقد ذكر الفندي أن المنخفضات التي تسلك الممر (C) تتكون فوق شمال مصر على سطح الانفصال الذي أطلق عليه اسم الجبهة (F) Fandy Surface fornt ، شكل (١٢ - أ) . ويرى (Sutton , ١٩٢٣ , p ٣٠) أن المنخفضات الجوية التي تمر على البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق أكثر تكرارا من المنخفضات التي تمر على الساحل الشمالي لإفريقية ، ولقد حدد أيضا نوعان من المنخفضات الخماسينية ، أولها : تمثل في المنخفضات الصحراوية التي تتحرك من الغرب إلى الشرق على طول الساحل الإفريقي ، ثانيها : المنخفضات البحرية وهي تنشأ على المحيط الأطلنطي وتتحرك من الغرب إلى الشرق على طول الساحل الشمالي الإفريقي شكل (١٢ - ب ، ج) .

- يعد شهر أبريل أكثر الشهور في فصل الربيع تكرارا للمنخفضات ، وخاصة المنخفضات الآتية من الغرب عن طريق الصحراء الكبرى حيث بلغ عددها ١٢٠ منخفض بنسبة ٦٥ % ، وجاء ٦٥ منخفض بنسبة ٣٥ % من الشمال الغربي من البحر المتوسط .

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

يتسم فصل الصيف بالإستقرار الجوي وعدم مرور المنخفضات الجوية وذلك نتيجة إلى ثبات التوزيعات الضغطية طوال الصيف واتضح من تحليل جدول (١١) وشكل (١١) أن :

- بلغ إجمالي عدد المنخفضات القادمة خلال فصل الصيف ٧٩ منخفض ، ومعظمها آتية من جهة الغرب بعدد ٤٧ منخفض بنسبة ٥٩,٥ % ، وذلك لأن فصل الصيف امتداد لفصل الربيع المعروف بالمنخفضات الخماسينية لذلك فإجمالي عدد المنخفضات في يونيه ٦٧ منخفض بنسبة ٨٤,٨ % من إجمالي منخفضات فصل الصيف ، ومنها ٤٧ منخفض تأتي من اتجاه الغرب عبر الصحراء الكبرى .



شكل (١٢) الطرق التي تسلكها المنخفضات الخماسينية

المصدر: تم إعداده اعتمادا على شحاته طلبه : ١٩٩٤ ، ص ٨٥ .

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

تبدأ حالة عدم الاستقرار وعودة المنخفضات مرة أخرى ، ولكن أقل في القوة وذلك لتأثره بفصل الصيف ، ويشبه فصل الربيع وإن كان أقل في درجة الحرارة والجفاف فهو يعد بداية لفصل الشتاء وتتسم بقلة العمق مقارنة مع نظيرتها الشتوية والربيعية ، ويرجع ذلك إلى انخفاض الفارق بين درجة حرارة الكتل الهوائية الشمالية والكتل الهوائية الجنوبية في فصل الخريف مقارنة بفصلي الصيف والربيع (زينهم إبراهيم : ٢٠٠٧ ، ص ٤٦) ، ويتضح من تحليل جدول (١١) وشكل (١١) ما يلي :

- أكثر المنخفضات التي تتعرض لها مصر خلال فصل الخريف هي المنخفضات الآتية من الاتجاه الشمالي الغربي عن طريق البحر المتوسط بعدد ١٨٣ منخفض بنسبة ٦٢,٥ % ، ثم المنخفضات الآتية من الغرب عبر الصحراء الكبرى بعدد ٧٣ منخفض بنسبة ٢٥ % .
- يعد شهر نوفمبر أكثر عرضة لمرور المنخفضات ، حيث بلغ إجمالي عدد المنخفضات ١٣٣ منخفض ، ويرجع ذلك إلى بداية ظهور المنخفضات الشتوية وحركة الشمس نحو مدار الجدي ، مما يساعد على زحزة نطاقات الضغط الجوي .

ثانيا : توزيعات الضغط الجوي :

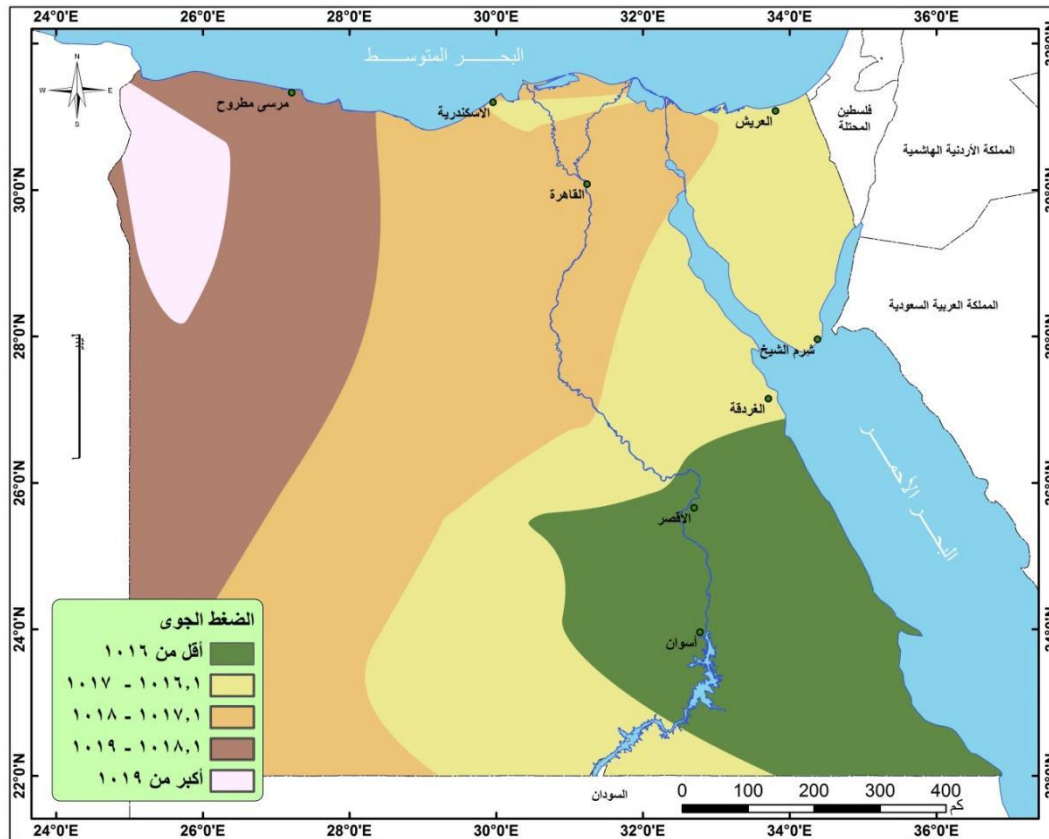
يعد الضغط الجوي من عناصر المناخ المؤثرة على توزيع الإشعاع الشمسي ، ودرجة الحرارة ، والرطوبة النسبية ، والسحب ، واتجاه الرياح وسرعتها، كما أنه يمثل القوة المحركة لكافة العمليات والظواهر الجوية (علي موسى : ١٩٩٤ ، ص ٦٦) التي بدورها تؤثر على النقل الجوي ، وتتأثر مصر بعدد من مراكز الضغط الدائمة أو الفصلية ، وعند دراسة منطقة على سطح الأرض لا يمكن دراسة الضغط الجوي عليها فقط بل تمتد إلى مساحات كبيرة وعروض بأكملها (يوسف فايد : ١٩٧٢ ، ص ١١) ، وتتمثل مراكز الضغط التي تؤثر على مصر في خمسة مراكز وهي:

- المرتفع الجوي الأزوري الدائم .
- المرتفع الجوي السيبيري الشتوي .
- المنخفض السوداني الموسمي .
- المنخفض الهندي الموسمي .
- المنخفض الآيسلندي الشتوي .

١- توزيعات الضغط الجوي في فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير) :

تبين من تحليل جدول (١٢) وشكل (١٣) ما يلي :

- تراوح الضغط الجوي على مصر بين ١٠١٩,٣ و ١٠١٥,٣ هكتوبسكال ، ويبلغ أقصى زيادة في سيوه ١٠١٩,٣ هكتوبسكال ، ثم مرسى مطروح ١٠١٨,٨ هكتوبسكال ، وينخفض بالاتجاه جنوبا ليسجل أدنى معدلاته في الأقصر ، وأسوان بمعدل ١٠١٥,٧ ، ١٠١٥,٣ هكتوبسكال على الترتيب ، نتيجة لحركة الشمس الظاهرية التي تعمل على زحزحة نطاق المنخفض الاستوائي جنوبا ، وتتأثر منطقة الدراسة وخاصة الأجزاء الشمالية بالمنخفض الجوي المتمركز فوق جزيرة قبرص الذي يتأثر بنطاق الضغط المرتفع السيبيري الشتوي (نعمان شحادة : ١٩٩١ ، ص ٣٦) ، فيساعد على جذب الكتل الهوائية القارية الباردة وهذه الكتل لاتستغرق وقتا عند مرورها البحر المتوسط لتعديل خصائصها فهي تكون باردة وتكون قاسية البرودة إذا صادفت تساقط ثلوج البلقان (حسين زهدي : ٢٠٠٦ ، ص ٨٥) ، وعليه فالرياح الغربية تهب على مصر في فصل الشتاء .



شكل (١٣) توزيع الضغط الجوي على مصر خلال فصل الشتاء منذ ١٩٩٠ – ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (١٢) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

جدول (١٢) المعدل الفصلي للضغط الجوي على محطات الدراسة خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

معدل الخريف	الخريف			معدل الصيف	الصيف			معدل الربيع	الربيع			معدل الشتاء	الشتاء			الفصل المحطة
	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر		أغسطس	يوليه	يونيه		مايو	أبريل	مارس		فبراير	يناير	ديسمبر	
١٠١٥,٩	١٠١٨,٢	١٠١٦,٢	١٠١٣,٤	١٠١٠,٩	١٠١٠,٢	١٠٠٩,٩	١٠١٢,٦	١٠١٥,٢	١٠١٤,١	١٠١٤,٧	١٠١٦,٧	١٠١٨,٨	١٠١٨,١	١٠١٩,١	١٠١٩,٢	مرسى مطروح
١٠١٥,٠	١٠١٧,٣	١٠١٥,٤	١٠١٢,٤	١٠٠٩,٥	١٠٠٩,١	١٠٠٨,٣	١٠١١,٠	١٠١٤,٢	١٠١٣,٠	١٠١٣,٧	١٠١٥,٩	١٠١٦,٩	١٠١٤,٣	١٠١٨,٣	١٠١٨,٢	الإسكندرية
١٠١٤,٥	١٠١٦,٨	١٠١٤,٥	١٠١٢,٠	١٠٠٨,٩	١٠٠٨,٤	١٠٠٧,٩	١٠١٠,٤	١٠١٤,١	١٠١٢,٧	١٠١٣,٧	١٠١٥,٩	١٠١٧,٠	١٠١٤,١	١٠١٨,٤	١٠١٨,٥	بورسعيد
١٠١٤,٣	١٠١٦,٥	١٠١٤,٥	١٠١١,٨	١٠٠٨,٥	١٠٠٨,٠	١٠٠٧,٤	١٠١٠,٠	١٠١٣,٧	١٠١٢,٣	١٠١٣,٣	١٠١٥,٣	١٠١٦,٧	١٠١٣,٧	١٠١٨,٢	١٠١٨,١	العريش
١٠١٤,٦	١٠١٦,٨	١٠١٥,٠	١٠١١,٩	١٠٠٩,١	١٠٠٨,٦	١٠٠٨,٢	١٠١٠,٥	١٠١٤,٤	١٠١٢,٨	١٠١٤	١٠١٦,٣	١٠١٧,٤	١٠١٤,٣	١٠١٩,١	١٠١٨,٨	الإسماعيلية
١٠١٤,٦	١٠١٦,٧	١٠١٤,٩	١٠١٢,١	١٠٠٩,١	١٠٠٨,٩	١٠٠٧,٩	١٠١٠,٤	١٠١٣,٨	١٠١٢,٣	١٠١٣,٣	١٠١٥,٧	١٠١٧,٢	١٠١٤,١	١٠١٨,٩	١٠١٨,٦	القاهرة
١٠١٣,٦	١٠١٦,٤	١٠١٣,٨	١٠١٠,٥	١٠٠٧,٨	١٠٠٧,٦	١٠٠٧,٠	١٠٠٨,٨	١٠١٢,٨	١٠١٠,٨	١٠١٢,٢	١٠١٥,٤	١٠١٧,٣	١٠١٣,٣	١٠١٩,٤	١٠١٩,١	أسيوط
١٠١١,٦	١٠١٤,٨	١٠١١,٧	١٠٠٨,٣	١٠٠٥,٨	١٠٠٥,٧	١٠٠٥,٢	١٠٠٦,٦	١٠١١,١	١٠٠٨,٩	١٠١٠,٦	١٠١٣,٨	١٠١٥,٧	١٠١١,٦	١٠١٧,٩	١٠١٧,٥	الأقصر
١٠١١,٤	١٠١٤,٢	١٠١١,٢	١٠٠٨,٦	١٠٠٦,٥	١٠٠٦,٣	١٠٠٦,١	١٠٠٧,٠	١٠١١,٠	١٠٠٩,١	١٠١٠,٤	١٠١٣,٥	١٠١٥,٣	١٠١١,٦	١٠١٧,٤	١٠١٧,٠	أسوان
١٠١٥,٨	١٠١٨,٠	١٠١٦,٢	١٠١٣,٢	١٠١٠,٥	١٠١٠,٢	١٠٠٩,٨	١٠١١,٧	١٠١٤,٥	١٠١٣,٠	١٠١٣,٩	١٠١٦,٤	١٠١٩,٣	١٠١٨,٥	١٠٢٠,١	١٠١٩,٥	سيوه
١٠١٣,٨	١٠١٦,٣	١٠١٣,٩	١٠١١,٢	١٠٠٨,٧	١٠٠٨,٣	١٠٠٨,١	١٠٠٩,٨	١٠١٣,٠	١٠١١,٠	١٠١٢,٣	١٠١٥,٧	١٠١٧,٢	١٠١٣,٧	١٠١٩,٠	١٠١٨,٩	الداخلية
١٠١٢,٣	١٠١٥,٢	١٠١٢,٢	١٠٠٩,٥	١٠٠٦,٨	١٠٠٦,٥	١٠٠٦	١٠٠٧,٧	١٠١١,٤	١٠٠٩,٣	١٠١٠,٧	١٠١٤	١٠١٥,٩	١٠١٢,١	١٠١٧,٨	١٠١٧,٨	الخارجية

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

٢- توزيعات الضغط الجوي في فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) :

اتضح من تحليل جدول (١٢) وشكل (١٤) ما يلي :

- انخفاض معدلات الضغط الجوي خلال هذا الفصل مقارنة بفصل الشتاء ليتراوح بين ١٠١١ و ١٠١٥,٢ هكتوبسكال ، ويعزى ذلك إلى تعامد الشمس على خط الإستواء مما يعمل على رفع درجة الحرارة نوعا ما . ويزداد الضغط الجوي على الساحل الشمالي والدلتا ليتراوح بين ١٠١٥,٢ و ١٠١٣,٧ هكتوبسكال ، نتيجة لأن الضغط المرتفع الآزوري يسمح بغزو الموجات الباردة في أعقاب المنخفضات الخماسينية (El – Fandy : ١٩٤٨ , p ٣٦) ، وينخفض بالاتجاه جنوبا على وادي النيل والصحراء الغربية ليتراوح بين ١٠١٢,٨ و ١٠١١ هكتوبسكال ، نتيجة زحزحة منطقة الضغط المنخفض السوداني المتمركزة على خط الاستواء نحو الشمال ، مما يؤدي إلى نشاط المنخفض السوداني ومنخفض الخماسين (عبدالقادر علي : ١٩٩٢ ، ص ٣٠) .



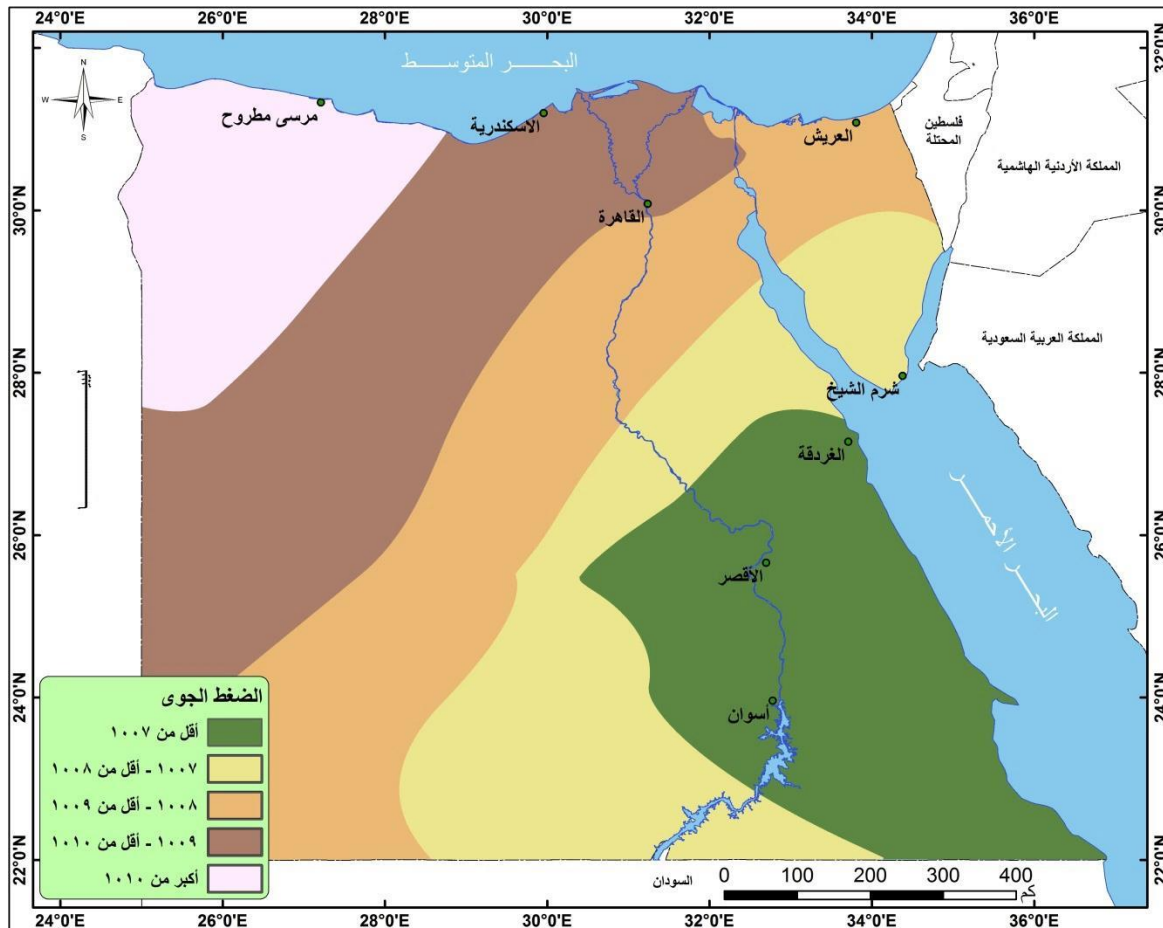
شكل (١٤) توزيع الضغط الجوي على مصر خلال فصل الربيع منذ ١٩٩٠ – ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (١٢) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

٣- توزيعات الضغط الجوي في فصل الصيف (يوليه ، يوليه ، أغسطس) :

اتضح من تحليل جدول (١٢) وشكل (١٥) ما يلي :

- سجل الضغط الجوي أدنى معدلاته خلال فصل الصيف ليتراوح بين ١٠٠٥,٨ و ١٠١٠,٩ هكتوبسكال في الأقصر ومرسى مطروح على الترتيب ، ويرجع ذلك إلى تعامد الشمس على مدار السرطان مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة ، الأمر الذي يترتب عليه تحول منطقة الدراسة إلى نطاق الضغط المنخفض نسبيا الذي يعد جزء من نطاق الضغط المنخفض الموسمي المتمركز فوق جنوب شرق آسيا ، حيث يمتد ليشمل منطقة الخليج العربي (نعمان شحادة : ١٩٩٠ ، ص ١٢) ، ويتحول البحر المتوسط إلى منطقة من الضغط المرتفع نتيجة برودة الماء ، وبذلك يصبح نظام الرياح والكتل الهوائية فوق مصر بسيط ، حيث تهب الرياح التجارية الشمالية على مصر (دينا الديب : ٢٠١١ ، ص ٣٤) .



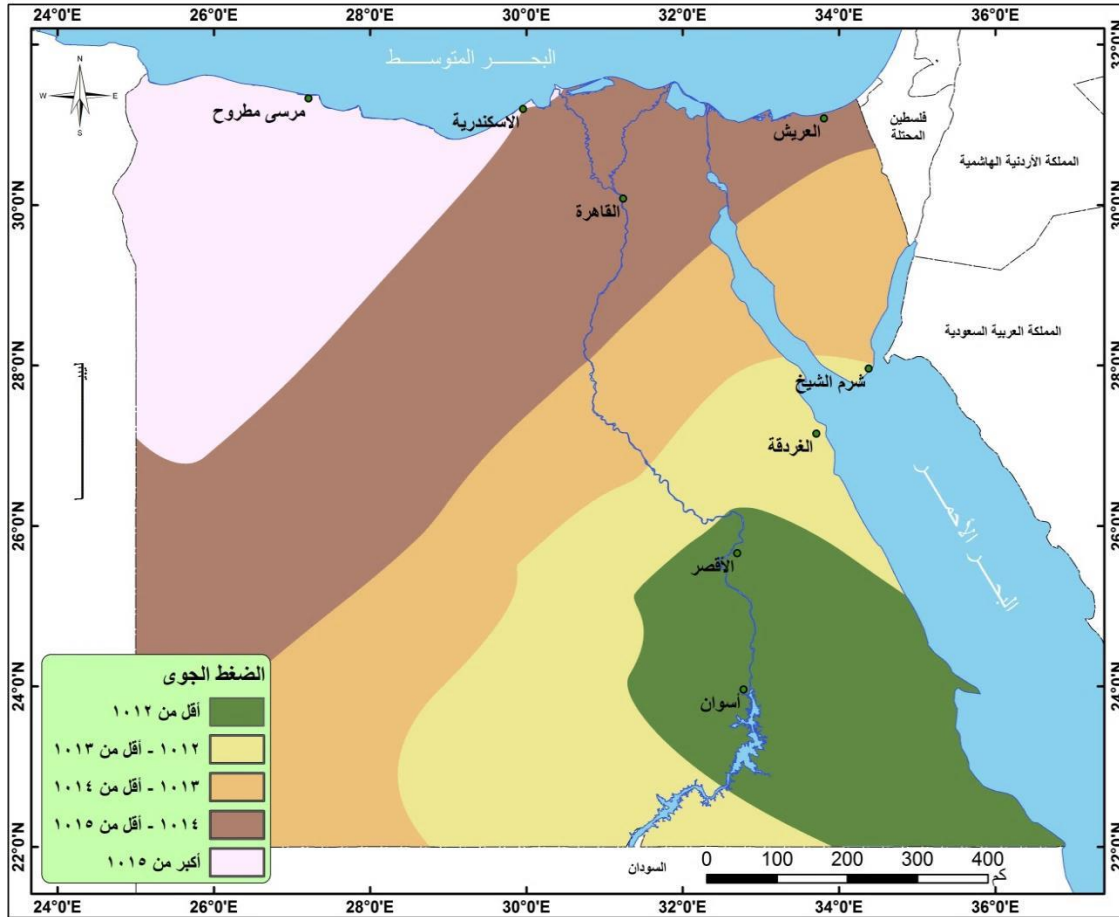
شكل (١٥) توزيع الضغط الجوي على مصر خلال فصل الصيف منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (١٢) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS.

٤- توزيعات الضغط الجوي في فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) :

اتضح من تحليل جدول (١٢) وشكل (١٦) ما يلي :

- زيادة الضغط الجوي مرة أخرى ليتراوح بين ١٠١٥,٩ ، ١٠١١,٤ هكتوبسكال في كل من مرسى مطروح ، وأسوان على الترتيب ، ومرد ذلك تراجع الشمس للتعامل على خط الاستواء مرة أخرى ، مما يؤدي إلى زحزحة الضغط المنخفض الأيسلندي إلى الجنوب ويبدأ تأثيره يظهر على البحر المتوسط ، ومع تزحزح الضغط المرتفع الآزوري ببطء ناحية الجنوب يؤدي إلى عدم تعرض مصر للمنخفضات الجوية العرضية (٣٨ P , ١٩٧٦ : Naguib) ، ويؤثر على المنطقة الجنوبية الضغط المنخفض السوداني الموسمي الذي يعمل على جذب الرياح الشمالية الشرقية .



شكل (١٦) توزيع الضغط الجوي على مصر خلال فصل الخريف منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (١٢) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS.

ثالثاً : الكتل الهوائية :

تعد الكتل الهوائية من أهم العوامل المؤثرة في مناخ مصر ، حيث تتأثر بكتل متابينة في مصدرها وخصائصها ، فوجد أن الكتل الهوائية القطبية بنوعها القاري والبحري تأتي إليها في فصول كل من الخريف والشتاء والربيع ، وكذلك تأتي إلى مصر الكتل القارية ومصدرها الصحراء الكبرى وهي تأتي في مقدمة المنخفضات الجوية ، أو الكتل البحرية ومصدرها المحيط الأطلنطي خلال العروض المدارية الدفيئة (يوسف فايد وآخرون : ١٩٩٤ ، ص ١٠٠) وللكتل الهوائية أهمية كبيرة في تأثيرها على الأحوال الجوية ، كما لها دور في رفع درجة حرارة المناطق الهابة إليها ، بينما تعمل الكتل الهوائية الباردة على انخفاض درجة الحرارة ، بالإضافة إلى جلبها للرطوبة والغيوم والأمطار ، ولكي تنشأ لابد من توافر عدة شروط ، أهمها تجانس الهواء وأن يكون ذات صفات مناخية متميزة مدة تكفي لأن يكتسب هذا الهواء نفس هذه الصفات (عبدالعزيز طريح شرف : ١٩٩٦ ، ص ١٢٣) ، أما (علي غانم : ٢٠٠٣ ، ص ١٦٠) فيوضح استخدامها في تحديد مناخ الإقليم وتصنيفه ، وعلى أية حال هناك أربع كتل هوائية تؤثر على مناخ مصر وتتمثل في الآتي :

١- الكتل الهوائية القطبية القارية (CP) Continental Polar Air masses :

ينشأ هذا النوع من الكتل في منطقة سيبيريا أثناء فصل الشتاء ، وتصل إلى مصر في أعقاب المنخفضات الجوية الشتوية التي تعبر البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق عن طريق الرياح العكسية الدائمة ، وتنساب من هذه الكتل تيارات قطبية قارية شديدة البرودة عن طريق شبه جزيرة البلقان ، وروسيا ، ومن أوروبا (عبدالمك الكليب : ١٩٧٥ ، ص ١٢) ، وتتميز هذه الكتل بأنها شديدة البرودة ، ويعزى ذلك إلى تكونها فوق يابس القارات ، وعند مرورها فوق مياه البحر المتوسط الدافئة لاتستمر سوى فترة قصيرة ، ولاتكون كافية لحدوث أى تعديل ملحوظ في درجة الحرارة فتصل لمصر باردة (حسين زهدي : ٢٠٠٢ ، ص ٨٠) ، وينتج عن هذه الكتل موجات البرد ، ويكون مصاحب لها تساقط البرد إذا لم يحدث تغير في خصائصها ، كما يصاحبها سقوط الأمطار القليلة (عبدالحامد كليو : ١٩٩٩ ، ص ١٣٧) .

٢- الكتل القطبية البحرية (MP) : Maritime Polar Air Masses :

تتميز هذه الكتل بأنها أقل برودة من الكتل الهوائية القطبية القارية ، نظرا لتكونها فوق المسطحات المائية ، فهي تظهر فوق شمال المحيط الأطلنطي ، ولكنها في الأصل كتل قطبية قارية تكونت فوق سهول كندا ثم تحركت نحو شمال المحيط الأطلنطي ، وتصبح أكثر وضوحا في نصف الكرة الجنوبي (عبدالقادر علي : ٢٠٠٢ ، ص ١٧٥) ، وعند مرور هذه الكتل على مياه البحر المتوسط الدافئة نسبيا التي تساعد على زيادة رطوبتها و تكون السحب وخلق حالة عدم الاستقرار (عبدالعزيز شرف : ١٩٩٦ ، ص ١٤٠) .

٣- الكتل المدارية القارية (CT) : Continental Tropical Air Masses :

تتميز هذه الكتل بالارتفاع في درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية وتحدث في مقدمة المنخفضات الخماسينية ، لذلك يصاحبها العواصف الرملية والترابية ، وتتكون في نهاية فصل الشتاء وبداية فصل الربيع فوق صحاري شمال إفريقيا وشبه الجزيرة العربية ، والتي تساعد على تكوين القطاعات الحارة في المنخفضات الخماسينية خلال فصل الربيع ، وتؤدي إلى انخفاض مستوي الرؤية الأفقية ، ويصاحبها الرياح الجنوبية (طارق زكريا : ٩٩٧ ، ص ٢٧) .

٤- الكتل الهوائية المدارية البحرية (MT) : Maritime Tropical :

يعد مصدر هذه الكتل جنوب المحيط الأطلنطي في العروض المدارية ، فهي عندما تصل إلى شرق البحر المتوسط لا تؤثر على مناخ مصر ، ويعزى ذلك لأنها تتحول أثناء مسارها الطويل عبر الصحراء الإفريقية إلى كتل هوائية قارية ينتج عنها ضباب البحر (عبدالقادر علي : ١٩٩٢ ، ص ٢٩) .

رابعاً : الجبهات الهوائية :

تعد المنطقة الفاصلة بين كتلتين هوائيتين مختلفتين في خصائصهما من حيث درجة الحرارة والرطوبة ، وتعد الجبهة الهوائية منطقة انتقالية عرضها بين ٥٠-١٠٠ كم (علي غانم : ٢٠٠٣ ، ص ١٦٤) ، ومن أهمها :

١- الجبهة الباردة القطبية : Polar Cold Front

تعد بمثابة بداية للكتلة الهوائية الباردة وتكون مصاحبة لها الرياح الشمالية والشمالية الغربية ، وتتكون هذه الجبهة عند اندفاع الهواء البارد نحو الهواء الدافئ ليحل مكانه ويرتفع الهواء الدافئ إلى أعلى ، وتتشكل في هذه الحالة غيوم المزن الركامية والتي تتطور لتصبح عواصف رعدية ويصاحبها سقوط الأمطار (صالحة عيسى : ٢٠٠٦ ، ص ١٦٨) ، وتظهر جبهة البحر المتوسط كفرع من الجبهة القطبية ، وتظهر بقوة في فصل الشتاء وتقل في فصل الربيع ، وعندما تستقر على شمال إفريقية تعرف بالجبهة الأوربية الإفريقية (علي موسى : ١٩٩٤ ، ص ١٢٩) .

٢- الجبهة المدارية الحارة : Tropical Warm Front

تمثل منطقة الالتقاء بين الكتل الهوائية المدارية إلى الشمال من خط الاستواء والكتل الأخرى إلى الجنوب من خط الاستواء ، نتيجة إلى التشابه في خصائصها المناخية التي أدت إلى قلة الاضطرابات المناخية المصاحبة لها ، حيث تؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة وموجات الحر ، وإذا صاحبها أمطار فهي أمطار تصاعدية وليست إعصارية (عبدالقادر علي : ٢٠٠٢ ، ص ١٥٦) .

خامسا : التيار النفاث :

يتأثر الهواء في طبقات الجو السفلى في الغلاف الجوي تأثرا كبيرا بطبيعة حرية الهواء في طبقات الجو العليا وخاصة في الطبقة الانتقالية بين طبقة التروبوسفير والإستراتوسفير (طبقة التروبوبوز) (فهمي هلاي : ١٩٨٥ ، ص ١٧٤) ، وتتأثر مصر بتيارين نفاثين هما :

١- التيار النفاث القطبي : Polar Jet Stream

ترتبط نشأته بالجبهة القطبية الأطلنطية ، ويتكون من خلاله تيار هوائي شديد السرعة ، ويتمركز بين دائرتي عرض (٤٥° - ٥٥°) عند الضغط السطحي ٥٠٠ هكتوبسكال تحت مستوى طبقة التروبوبوز ، ويتحرك هذا التيار مع حركة الشمس الظاهرية ، ويساعد على قوة المنخفض الجوي الشتوي ويعمل على تعمقه للداخل ، وينتج عنه الاضطرابات الجوية وسقوط الأمطار الغزيرة (علي موسى : ١٩٨٦ ، ص ١٨١) .

٢- التيارات النفاث شبه المداري Sup Tropical Jet Stream :

يتكون فوق منطقة الضغط المرتفع شبه المداري بين دائرتي عرض ٢٥° - ٣٥° شمالا وجنوبا في فصل الشتاء ، و يتزحزح شمالا في فصل الصيف بين دائرتي عرض ٣٥° - ٤٥° ، وتكون عند طبقة ضغط ٢٠٠ هكتوبسكال ، ويتمركز فوق حوض البحر المتوسط في فصل الصيف ، وفوق الصحراء الكبرى في فصل الشتاء (ميادة عبدالعزيز : ٢٠٠٥ ، ص ٦١) .

٢ - العوامل البشرية :

تلعب دور واضح في النقل الجوي لا يقل أهمية عن العوامل الطبيعية ، حيث إن جغرافية الطريق ظاهرة جغرافية تتأثر بجملة العوامل البشرية (عبد على : ٢٠٠٠ ، ص ٤٩) ، كما يتبين دورها فيما يلي :

أ- التوزيع السكاني :

يعد النمو السكاني من أبرز الظواهر الديموغرافية المميزة في العصر الحديث التي تحدد شكل التوزيع السكاني (فتحي أبو عيانه : ١٩٩٥ ، ص ١٦٩) ، لذا فالتوزيع السكاني يؤثر على النقل الجوي من حيث زيادة عدد المطارات وزيادة عدد الركاب ، وسوف يتناول التطور العددي ، والعلاقة بين عدد السكان والركاب على النحو التالي :

١- التطور العددي للسكان منذ ١٩٦٠ حتى ٢٠٠٦ ، والتقديري عام ٢٠١١ :

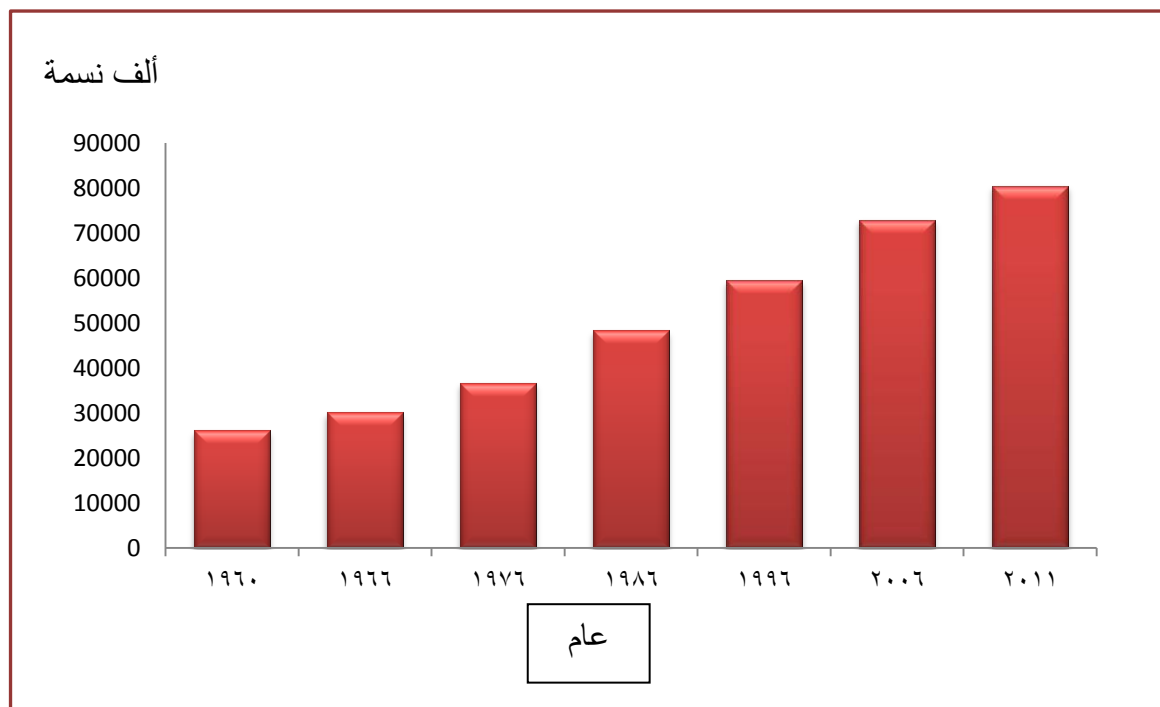
تبين من تحليل جدول (١٣) وشكل (١٧) ما يلي :

- زيادة عدد السكان بشكل مستمر خلال مدة الدراسة حيث بلغ عام ١٩٦٠ حوالي ٢٦ مليون نسمة ، بينما زاد حوالي ٣,٩ مليون عام ١٩٦٦ ليبلغ تقريبا ٣٠ مليون نسمة .
- أقصى زيادة في عدد السكان كانت خلال تعداد ٢٠٠٦ ، حيث بلغ حوالي ٧٢ مليون بزيادة عن التعداد السابق حوالي ١٣ مليون نسمة ، ويعزى ذلك إلى زيادة الوعي الصحي في الفترة الأخيرة .
- بلغ عدد السكان التقديري عام ٢٠١١ ما يزيد عن ٨٠ مليون نسمة ، بزيادة كلية عن تعداد ٢٠٠٦ حوالي ٧,٦ مليون نسمة.

جدول (١٣) التطور العددي للسكان خلال التعدادات (١٩٦٠ - ٢٠٠٦) وتقديرات عام ٢٠١١

السنة	عدد السكان بالألف	الزيادة الكلية
١٩٦٠	٢٦٠٨٥	—
١٩٦٦	٣٠٠٧٦	٣٩٩١
١٩٧٦	٣٦٦٢٦	٦٥٥٠
١٩٨٦	٤٨٢٥٤	١١٦٢٨
١٩٩٦	٥٩٣١٢	١١٠٥٨
٢٠٠٦	٧٢٧٩٨	١٣٤٨٦
٢٠١١	٨٠٤١٠	٧٦١٢

المصدر : الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء ، التعدادات السكانية في السنوات المختلفة .



شكل (١٧) التطور العددي للسكان خلال التعدادات (١٩٦٠ - ٢٠٠٦) وتقديرات عام ٢٠١١

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (١٣) .

٢- العلاقة بين عدد السكان وعدد الركاب المصريين خلال (٢٠٠٠ - ٢٠١٠) :

عند قياس العلاقة بين تطور عدد السكان وعدد الركاب المصريين وجد أن هناك علاقة طردية ضعيفة بينهما بلغت ٠,٣٤ ، ومرد ذلك إلى ارتفاع تكلفة النقل الجوي ، ولذلك فإن دور السكان في النقل الجوي لا يرتبط بكثافتهم العددية ونموهم الطبيعي وأحجام مراكزهم العمرانية ، ولكن يرتبط بنشاطهم الإقتصادي ومستوى معشيتهم، حيث يرتفع الإقبال على النقل الجوي في الدول المتقدمة ذات مستويات الدخل المرتفعة والكثافات السكانية المزدحمة ، بينما لاتفيد الكثافات السكانية الكبيرة اقتصاديات النقل الجوي في الدول الفقيرة ، وهكذا فإن الحاجة للنقل الجوي تتأثر بسلسلة طويلة من العوامل البشرية والاقتصادية المترابطة وظيفيا ، كحجم السكان وتوزيعهم وأنشطتهم الإقتصادية ومستوى التقدم التكنولوجي ، والناتج المحلي الإجمالي ومستوى المعيشة ، وينعكس كل هذا على مستوى تشغيل النقل الجوي والطلب عليه وكثافة الحركة على خطوطه ، كما اتضح من تحليل جدول (١٤) ما يلي :

- بلغ أقصى زيادة لعدد السكان في عام ٢٠١٠ بعدد ٧٧,٨ مليون نسمة ، بينما بلغت نسبة عدد الركاب ٩,٩ % بإجمالي ٧,٧١ مليون راكب .
- بلغت أقصى نسبة لعدد الركاب في عام ٢٠٠٠ حوالي ١٢,٦ % بإجمالي عدد ركاب ٧,٩٥ مليون راكب ، نظرا لإنخفاض عدد السكان حيث بلغ ٦٣,٣ مليون راكب .

ب- العمران :

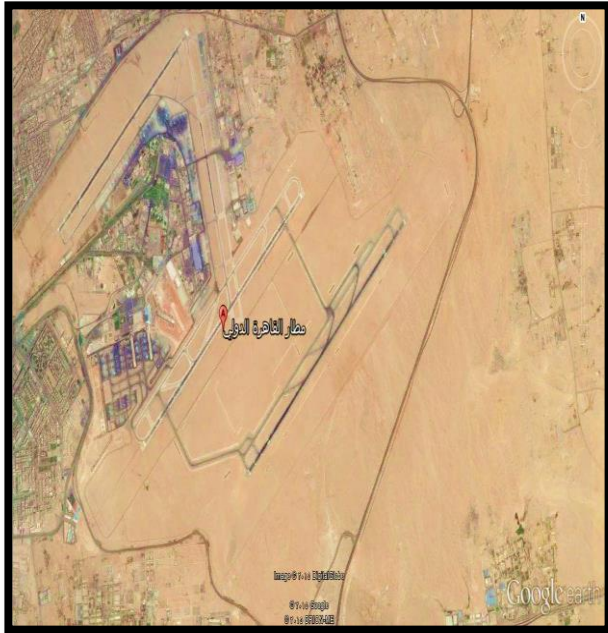
تعد المراكز العمرانية المختلفة الأحجام هي عقد نقلية للشبكة الجوية في مصر ، وتشكل عامل فعال في جذب الشبكات النقلية بعامة الجوية بخاصة ، ويظهر أثره من خلال الزحف العمراني العشوائي حول بعض المطارات الذي يؤثر سلبا عليها ، ولقد ظهر ذلك في مطار ألماظة وتزايد الكثافة العمرانية بجواره ، مما ترتب على ذلك إعاقة الحركة وتشكيل خطر على عملية الإقلاع والهبوط وتقليل مستوى الرؤية الأفقية ، فتم نقله إلى مطار القاهرة الدولي حاليا في مصر الجديدة كما هو موضح في مرئية (١ ، أ - ب) ، و نفس الشئ في مطار النزهة كما هو موضح في مرئية (١ ، ج ، د) ، مما أدى إلى نقله إلى مطار برج العرب الدولي، لذلك لابد من سن مجموعة من الضوابط القانونية التي تلزم مخططي المدن ، القريية من المطار

بمراعاة موقع المطار ومرافقه ، بحيث لا يعيق العمران حركة النقل الجوي أو أداء الموانئ لوظيفتها (فاروق عز الدين : ١٩٨١ ، ص ٦٦٣) .

جدول (١٤) العلاقة بين عدد السكان وعدد الركاب المصريين خلال (٢٠١٠ - ٢٠٠٠)

السنة	عدد السكان بالمليون	عدد الركاب بالمليون	%
٢٠٠٠	٦٣,٣	٧,٩٥	١٢,٦
٢٠٠١	٦٤,٧	٦,٣٠	٩,٧
٢٠٠٢	٦٦	٤,٤٢	٦,٧
٢٠٠٣	٦٧,٣	٥,٦٦	٨,٤
٢٠٠٤	٦٨,٦	٦,٣٤	٩,٢
٢٠٠٥	٧٠	٦,٠٧	٨,٧
٢٠٠٦	٧١,٣	٥,٦٦	٧,٩
٢٠٠٧	٧٢,٩	٦,٠٨	٨,٣
٢٠٠٨	٧٤,٤	٧,٥٧	١٠,٢
٢٠٠٩	٧٦,١	٧,١٦	٩,٤
٢٠١٠	٧٧,٨	٧,٧١	٩,٩
درجة الارتباط	٠,٣٤		—

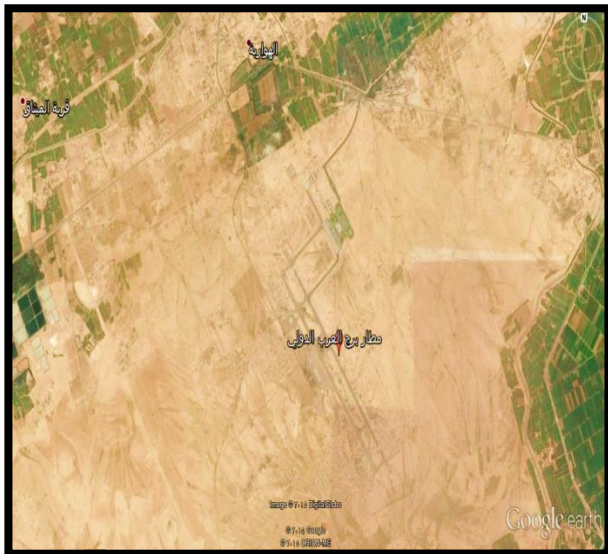
المصدر : تم إعداده اعتمادا على الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء ، التقديرات السكانية في السنوات المذكورة، وزارة النقل ، الهيئة المصرية للرقابة على الطيران المدني ، النقل الجوي ، التقرير الإحصائي السنوي للفترة (٢٠١٠ - ٢٠٠٠) .



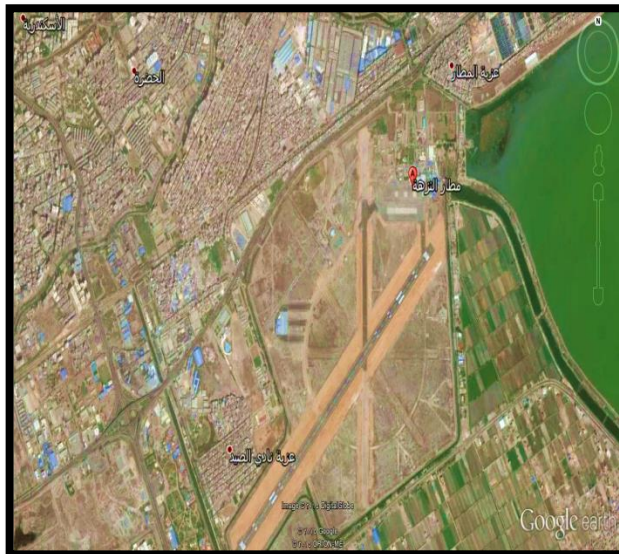
صورة (ب) مطار القاهرة الدولي



صورة (أ) مطار ألماتة واحاطته بالعمران



صورة (د) مطار برج العرب



صورة (ج) مطار النزهه واحاطته بالمباني العمرانية

مرئية (١) أثر العمران على تغير موقع المطار

المصدر : تم إعدادها اعتمادا على برنامج cones spot Image, ٢٠١٥ Google Earth .

الخلاصة :

تناول هذا الفصل الخصائص العامة للنقل الجوي في مصر ولقد تبين خلال الدراسة ما

يلي :

- حادثة دخول النقل الجوي إلى الأجواء المصرية خاصة بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية وبداية استخدام الطيران المدني .
- انقسام المجال الجوي المصري إلى قسمين : المجال الأفقي ويتبع حدود الدولة السياسية والإدارية والمياه الإقليمية ، والمجال الرأسي وهو غير محدد بارتفاعات فيتوقف على ما توصل إليه الطيران من الناحية التقنية .
- تم تحديد أربعة عشر نقطة كحدود للمجال الجوي المصري ، بينما تم تحديد اثنين وعشرين نقطة للدخول أو الخروج منه ، وجاءت مساحته في ١٣٠٩٢٠٨,٢ كم^٢ .
- بلغ عدد المطارات في مصر ٢٥ مطار منها ثمانية مطارات دولية رئيسية ، وتسعة متاحة للطيران الدولي ، وثمانية محلية ، وأنها ذات توزيع جغرافي عادل ما عدا المطارات المتاحة للطيران الدولي حيث تعاني من عدم عدالة التوزيع .
- يشهد النقل الجوي زيادة مستمرة في عدد الركاب والطائرات والرحلات في الآونة الأخيرة .
- يتأثر النقل الجوي بمجموعة من العوامل سواء الطبيعية أو البشرية ، التي يجب وضعها في الحسبان عند اختيار موضع مطار جديد وتمثلت العوامل الطبيعية في (الموقع والتركيب الجيولوجي ومظاهر السطح والمناخ) ، أما العوامل البشرية في (السكان والعمران) .

الفصل الثاني

تأثير الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة السطحية على

النقل الجوي في مصر

مقدمة .

أولا : تأثير الإشعاع الشمسي على النقل الجوي .

١- خصائص الإشعاع الشمسي .

٢- أثر الإشعاع الشمسي على النقل الجوي .

ثانيا : تأثير درجة الحرارة السطحية على النقل الجوي .

١- خصائص درجة الحرارة السطحية .

أ- درجة الحرارة العظمى .

ب- درجة الحرارة الصغرى .

٢- أثر درجة الحرارة السطحية على النقل الجوي .

الخلاصة .

مقدمة :

يعد الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء السطحية من العوامل المؤثرة على رؤية الممرات وأطوالها ومادة رصفها ، وعلى مادة تصميم هيكل الطائرات ، وعدد الأعطال ، وحمولة الطائرة ، وسيتناول هذا الفصل الخصائص السنوية والفصلية للإشعاع الشمسي ، ودرجة حرارة السطحية السنوية والفصلية وتأثيرهما على النقل الجوي كالاتي .

أولا : تأثير الإشعاع الشمسي على النقل الجوي :

١- خصائص الإشعاع الشمسي :

يعد الإشعاع الشمسي المصدر الرئيس للحرارة في الجو ، ويتوقف مقداره على عدة عوامل منها طول النهار بالنسبة لليل ، وزاوية سقوط أشعة الشمس على سطح الأرض فكلما اقتربت من العمودية زاد تأثيرها وقوتها (حسين القلاوي : ١٩٩٧ ، ص ١٥٩) ، وبذلك يعد الإشعاع الشمسي من أهم العناصر التي تؤثر على النقل الجوي وسيتم شرح ذلك بشئ من التفصيل .

أ- المعدل السنوي لعدد ساعات السطوع الممكنة :

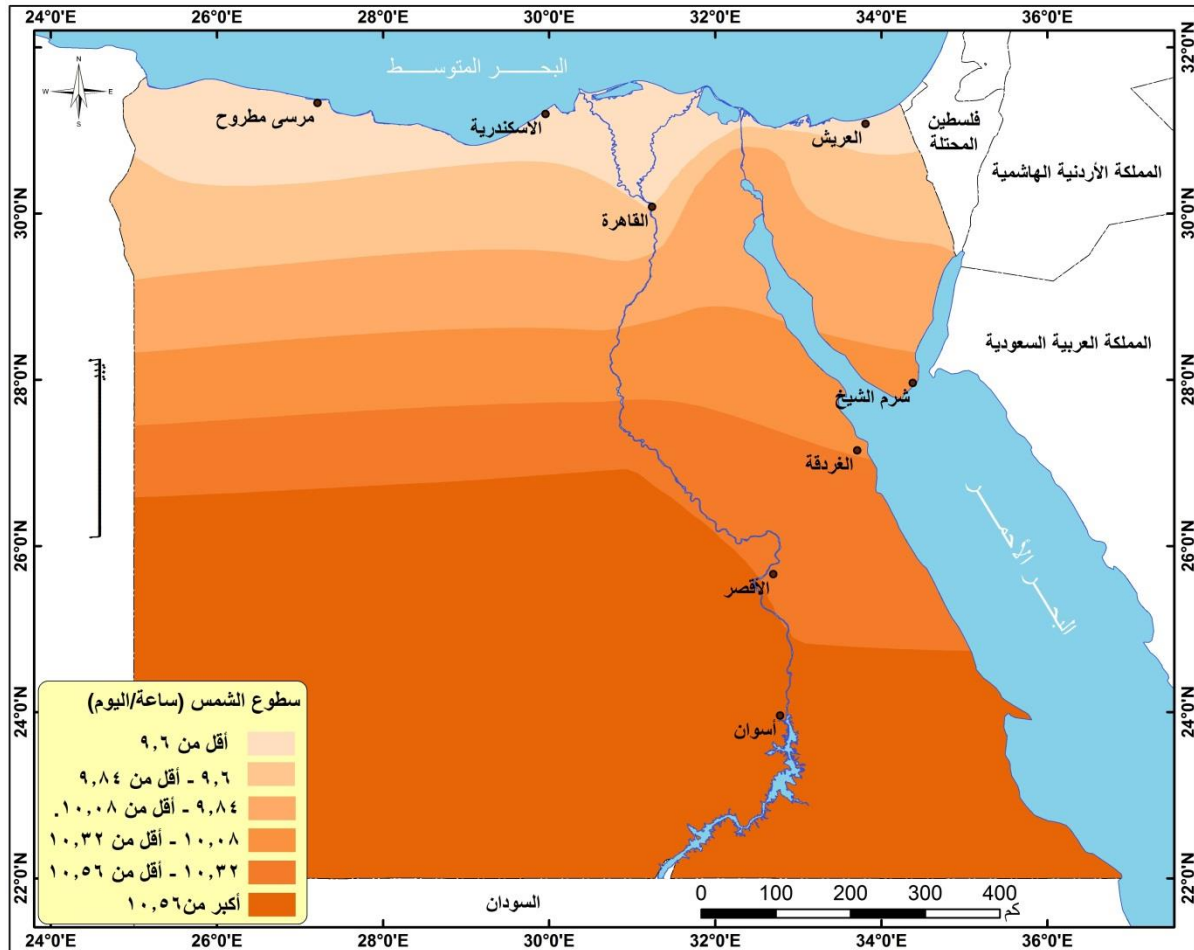
تبين من تحليل جدول (١٥) وشكل (١٨) مايلي :

- انخفاض معدل الإشعاع الشمسي على الساحل الشمالي ، حيث سجل أقل عدد ساعات ٩,٤ ساعة / يوم في كل من مرسى مطروح وبورسعيد ٩,٤ ساعة / يوم ، ثم الأسكندرية والعريش ليسجلا ٩,٥ ساعة / يوم ، نظرا للموقع الجغرافي الساحلي ، ووجود السحب التي تحجب أشعة الشمس .
- زيادة عدد ساعات الإشعاع الشمسي جنوب الدلتا مقارنة بالساحل الشمالي ليسجل في الجيزة والقاهرة ٩,٦ ، ٩,٧ ساعة / يوم على التوالي ، بينما يرتفع في الإسماعيلية ١٠,١ ساعة / يوم ومرد ذلك لموقعها .
- زيادة عدد ساعات الإشعاع الشمسي بالإتجاه جنوبا على الوادي وفي الصحراء الغربية ، حيث سجلت في كل من أسيوط والأقصر ١٠,٥ ساعة / يوم وسجلت في أسوان ١٠,٦ ساعة/ يوم ، وبلغت اقصى زيادة في الداخلة والخارجة ١٠,٩ ، ١١,١ ساعة / يوم على الترتيب ، وذلك نتيجة لمرور مدار السرطان جنوب مصر ، وقلة تكون السحب وعدم تعمق المنخفضات الشمالية .

جدول (١٥) المعدل السنوي لعدد الساعات الفعلية للإشعاع الشمسي في اليوم ونسبتها المئوية من القيمة الممكنة

المعدل المحطة	المعدل السنوي	
	ساعة / يوم	%
مرسى مطروح	٩,٤	٧٧,٤
الإسكندرية	٩,٥	٧٨,٩
بورسعيد	٩,٤	٧٧,٣
العريش	٩,٥	٧٨,٥
الإسماعيلية	١٠,١	٨٣,٠
بهنيم	٩,٥	٧٦,٧
القاهرة	٩,٧	٨٠,٢
الجيزة	٩,٦	٧٩,٩
أسيوط	١٠,٥	٨٥,٦
الأقصر	١٠,٥	٨٦,٧
أسوان	١٠,٦	٨٥,٤
سيوه	٩,٨	٧٩,٨
الداخلية	١٠,٩	٨٩,٦
الخارجية	١١,١	٩١,٥

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



شكل (١٨) المعدل السنوي لعدد الساعات الفعلية للإشعاع الشمسي خلال اليوم منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (١٥) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

ب- المعدل الفصلي لعدد ساعات السطوع الممكنة:

تختلف مدة الإشعاع الشمسي فوق سطح مصر خلال فصول السنة ، بسبب حركة الشمس الظاهرية والموقع بالنسبة لدوائر العرض ، وفيما يلي تحليل خصائص الإشعاع الشمسي خلال فصول العام :

❖ فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير) :

يتضح من تحليل جدول (١٦) وشكل (١٩) مايلي :

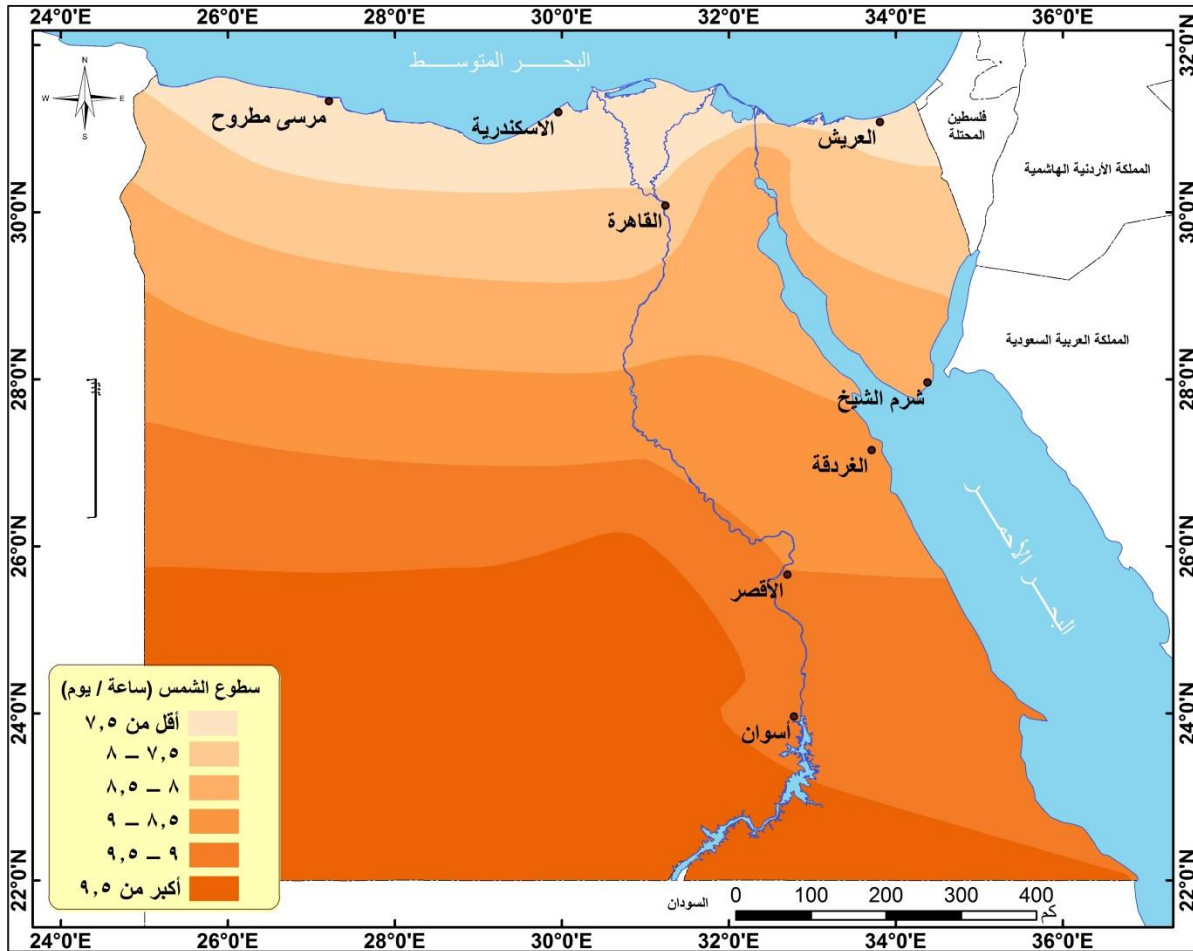
- بلغ المعدل الشتوي لعدد ساعات الإشعاع الشمسي في مصر ٨,٢ ساعة / يوم بنسبة ٧٦ % من الإشعاع الممكن وبذلك يعد أقل فصول السنة ، ويعزى ذلك لانتشار السحب .
- انخفاض مدة الإشعاع الفعلي على الساحل الشمالي في مصر بين (٦,٩ - ٧,٢ ساعة / يوم) حيث سجلت مرسى مطروح ٦,٩ ساعة / يوم بنسبة قدرها ٦٣,٦ % من الإشعاع الممكن ، ويليها الإسكندرية ٧,١ ساعة / يوم بنسبة ٦٨,٥ % وتسجل كل من بورسعيد والعريش ٧,٢ ساعة / يوم بنسبة قدرها ٦٨,١ % و ٦٨,٨ % على الترتيب ، ويعزى ذلك إلى تعامد الشمس على مدار الجدي ، وتعرض المنطقة الشمالية بشكل مستمر للمنخفضات الشمالية ، ووجد أنها تزيد من الغرب إلى الشرق ، نتيجة إلى زيادة السحب في غرب مصر عن شرقها ويرجع ذلك لزيادة المنخفضات الآتية من غرب البحر المتوسط .
- زيادة مدة الإشعاع الشمسي في جنوب الدلتا مقارنة بالساحل الشمالي لتتراوح بين (٧,٥ - ٧,٧ ساعة / يوم) ، حيث سجلت بهتيم ٧,٥ ساعة / يوم بنسبة ٧٠,٧ % من الإشعاع الممكن، ثم الجيزة ٧,٦ ساعة / يوم بنسبة قدرها ٧٣,١ % ، وتسجل القاهرة ٧,٧ ساعة / يوم بنسبة قدرها ٧٢,٨ % ، ومرد ذلك البعد عن التأثيرات الساحلية نوعا ما ، مما قلل من معدل تكون السحب .
- تتراوح مدة الإشعاع الشمسي على محطات الوادي بين (٩ - ٩,٤ ساعة / يوم) حيث سجلت كل من أسيوط والأقصر ٩ ساعة / يوم بنسبة قدرها ٧٨,٤ % و ٨٢,٢ % على الترتيب ، وتسجل أسوان ٩,٤ ساعة / يوم بنسبة قدرها ٧٧,٣ % ، نتيجة لمرور مدار السرطان جنوب مصر .
- سجلت أقصى زيادة لمدة الإشعاع الشمسي في الصحراء الغربية بين ٨,٥ - ١٠ ساعة / يوم، حيث وجد أن عدد ساعات الإشعاع الشمسي في سيوه ٨,٥ ساعة / يوم بنسبة ٧٩,٩ % من الإشعاع الممكن ، وفي الداخلة ٩,٦ ساعة / يوم بنسبة ٨٨,٧ % ، وبلغ أقصى ارتفاع

- لعدد ساعات الإشعاع الشمسي في فصل الشتاء ١٠ ساعة / يوم في الخارجة بنسبة ٩٢,١ % من الإشعاع الممكن ، وذلك يعود إلى قلة السحب و قلة البخار لعدم وجود المسطحات المائية ، وقدرة اليايس على امتصاص الأشعة الشمسية أكبر من الماء.
- سجل شهر ديسمبر أدنى معدلات الإشعاع الشمسي بمعدل بلغ ٧,٩ ساعة / يوم ، بينما سجل فبراير أقصى معدل ٨,٧ ساعة / يوم .

جدول (١٦) معدل الإشعاع الشمسي اليومي ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المحطة	ديسمبر		يناير		فبراير		المعدل الشتوي	
	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%
مرسى مطروح	٦,٣	٥٢,٥	٦,٨	٦٧,٣	٧,٦	٧١,٠	٦,٩	٦٣,٦
الإسكندرية	٦,٧	٦٥,٧	٦,٨	٦٦,٠	٧,٩	٧٣,٨	٧,١	٦٨,٥
بورسعيد	٦,٧	٦٥,٠	٧	٦٨,٠	٧,٩	٧١,٢	٧,٢	٦٨,١
العريش	٦,٨	٦٦,٧	٧,٩	٧٦,٧	٧	٦٣,١	٧,٢	٦٨,٨
الإسماعيلية	٧,٦	٧٤,٥	٨,٢	٧٨,٨	٩,٤	٨٤,٧	٨,٤	٧٩,٣
بهتيم	٧,٢	٦٩,٩	٧,٢	٦٩,٢	٨,١	٧٣,٠	٧,٥	٧٠,٧
القاهرة	٧,٣	٧١,٦	٧,٤	٧١,٢	٨,٤	٧٥,٧	٧,٧	٧٢,٨
الجيزة	٧,٣	٧١,٦	٧,٥	٧٣,٥	٨,١	٧٤,٣	٧,٦	٧٣,١
أسيوط	٨,٨	٦٩,٣	٨,٥	٨٠,٢	٩,٦	٨٥,٧	٩	٧٨,٤
الأقصر	٨,٧	٨١,٣	٨,٥	٧٩,٤	٩,٧	٨٥,٨	٩	٨٢,٢
أسوان	٩,٦	٦٣,٦	٩,٤	٨٧	٩,٢	٨١,٤	٩,٤	٧٧,٣
سيوه	٨	٧٧,٧	٨,٣	٧٩	٩,٢	٨٢,٩	٨,٥	٧٩,٩
الداخلية	٩,٥	٨٩,٦	٩,٥	٨٨,٨	٩,٩	٨٧,٦	٩,٦	٨٨,٧
الخارجة	١٠,٥	٩٩,١	٩,٥	٨٨,٨	١٠	٨٨,٥	١٠,٠	٩٢,١
المعدل العام	٧,٩	٧٢,٧	٨	٧٦,٧	٨,٧	٧٨,٥	٨,٢	٧٦

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



شكل (١٩) معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (١٦) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

❖ فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) :

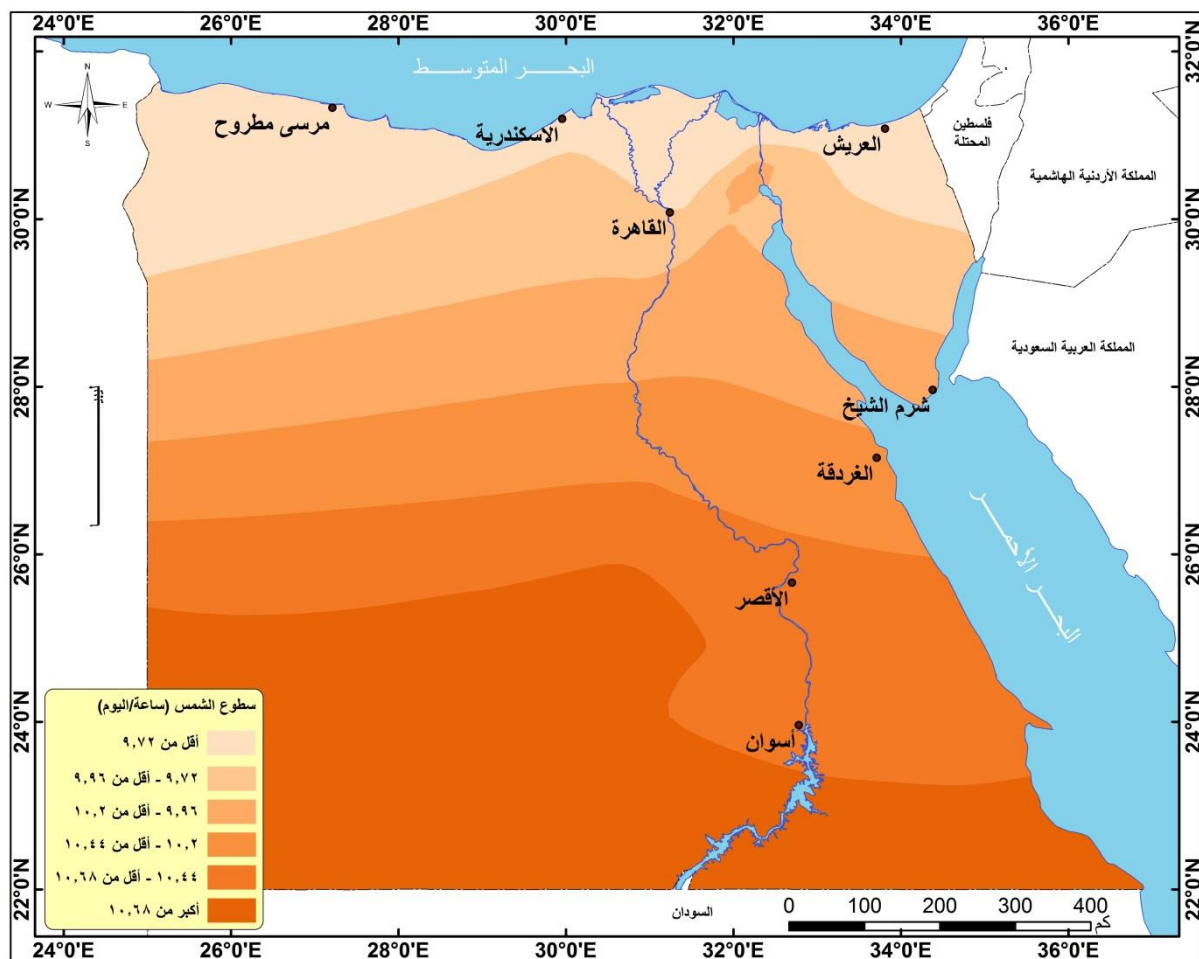
تتعامد الشمس على خط الإستواء خلال فصل الربيع ، مما يؤدي إلى زيادة عدد ساعات النهار مقارنة بفصل الشتاء ووجد من تحليل جدول (١٧) وشكل (٢٠) الآتي :

- بلغ المعدل الربيعي للإشعاع الشمسي ١٠ ساعة / يوم بنسبة ٧٧,٧ % من الإشعاع الممكن بزيادة قدرها ١,٨ ساعة / يوم عن فصل الشتاء ، وسجل شهر مايو أعلى معدل للإشعاع الشمسي في فصل الربيع ١١,٢ ساعة / يوم بنسبة ٨٢,٢ % ، نتيجة لاقتراب دخول فصل الصيف .
- انخفاض معدل الإشعاع الشمسي الفعلي على الساحل الشمالي لیتراوح بين (٩,٣ – ٩,٧ ساعة / يوم) ، حيث سجل في بورسعيد أدناه ٩,٣ ساعة / يوم بنسبة ٦٨,٨ % ، ويعزى ذلك إلى زيادة عدد المنخفضات الآتية من الشرق ، ثم مرسى مطروح والعريش ٩,٤ ساعة / يوم بنسبة (٧٣,٢ % و ٧٤ %) على الترتيب ، ثم الإسكندرية ٩,٧ ساعة / يوم بنسبة ٧٥,٩ % من الإشعاع الممكن .
- مقارنة معدل الإشعاع الشمسي الفعلي في جنوب الدلتا للساحل الشمالي لیتراوح بين (٩,٥ – ٩,٨ ساعة / يوم) ، حيث سجلت بهتيم ٩,٥ ساعة / يوم بنسبة ٧٤,٧ % من الإشعاع الممكن ، ثم سجلت القاهرة ٩,٧ ساعة / يوم بنسبة ٧٥,٩ % ، يليها الجيزة ٩,٨ ساعة / يوم بنسبة ٧٦,٩ % ، ومرد ذلك إلى بطء تأثير حركة الشمس الظاهرية .
- زيادة معدل الإشعاع الشمسي الفعلي على الوادي لیتراوح على الوادي بين (١٠,٤ – ١٠,٦ ساعة / يوم) ، حيث بلغ في أسيوط ١٠,٤ ساعة / يوم بنسبة ٨٢,١ % من الإشعاع الممكن، يليها الأقصر ١٠,٥ ساعة / يوم بنسبة ٨٢,٨ % ، ثم سجل في أسوان أقصى عدد ساعات ١٠,٦ ساعة / يوم بنسبة ٨٤,٢ % من الإشعاع الممكن .
- تراوح معدل الإشعاع الشمسي في الصحراء الغربية بين (٩,٧ – ١٠,٨ ساعة / يوم) ، حيث سجلت سيوه ٩,٧ ساعة / يوم بنسبة ٧٢ % ، ثم الداخلة ١٠,٧ ساعة / يوم بنسبة ٨٢,٧ % ، و الخارجة أعلى معدل في عدد ساعات الإشعاع ١٠,٨ ساعة / يوم بنسبة ٨٥,٩ % ، نظرا لتأثرها بتعامد الشمس على خط الإستواء والبعد عن تأثير المنخفضات الساحلية والخماسينية التي تساعد على حجب أشعة الشمس (١٩٧٥ : El Hussainy p٨١) ، بالإضافة إلى مرور مدار السرطان .

جدول (١٧) معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المحطة	مارس		أبريل		مايو		المعدل الربيعي	
	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%
مرسى مطروح	٨	٦٧,٢	٩,٦	٧٤,٤	١٠,٦	٧٧,٩	٩,٤	٧٣,٢
الإسكندرية	٨,٤	٧٠,٠	٩,٦	٧٦,٢	١١,١	٨١,٦	٩,٧	٧٥,٩
بورسعيد	٨,١	٦٧,٥	٩	٦٠,٨	١٠,٧	٧٨,١	٩,٣	٦٨,٨
العريش	٨,١	٦٨,٦	٩,٣	٧٢,٧	١٠,٩	٨٠,٧	٩,٤	٧٤,٠
الإسماعيلية	٨,٥	٧٠,٨	١٠,١	٧٨,٩	١١,٨	٨٦,١	١٠,١	٧٨,٦
بهتيم	٨,٤	٧٠,٦	٩,٤	٧٣,٤	١٠,٨	٨٠,٠	٩,٥	٧٤,٧
القاهرة	٨,٦	٧١,٧	٩,٦	٧٥,٠	١١	٨٠,٩	٩,٧	٧٥,٩
الجيزة	٨,٧	٧٣,٧	٩,٦	٧٥,٠	١١	٨٢,١	٩,٨	٧٦,٩
أسيوط	٩,٨	٨١,٧	١٠,٢	٨٠,٣	١١,٣	٨٤,٣	١٠,٤	٨٢,١
الأقصر	٩,٨	٨١,٧	١٠,٢	٨٠,٣	١١,٥	٨٦,٥	١٠,٥	٨٢,٨
أسوان	٩,٤	٧٩,٧	١٠,٦	٨٣,٥	١١,٨	٨٩,٤	١٠,٦	٨٤,٢
سيوه	٨,٧	٧٢,٥	٩,٣	٧٣,٢	١١,١	٧٠,٣	٩,٧	٧٢,٠
الداخلية	١٠,٢	٧٩,١	١٠,٥	٨٢,٧	١١,٤	٨٦,٤	١٠,٧	٨٢,٧
الخارجية	١٠,٢	٨٥,٧	١٠,٦	٨٥,٥	١١,٥	٨٦,٥	١٠,٨	٨٥,٩
المعدل العام	٨,٩	٧٤,٣	٩,٨	٧٦,٦	١١,٢	٨٢,٢	١٠,٠	٧٧,٧

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



شكل (٢٠) معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (١٧) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

❖ فصل الصيف (يوليه ، يوليه ، أغسطس) :

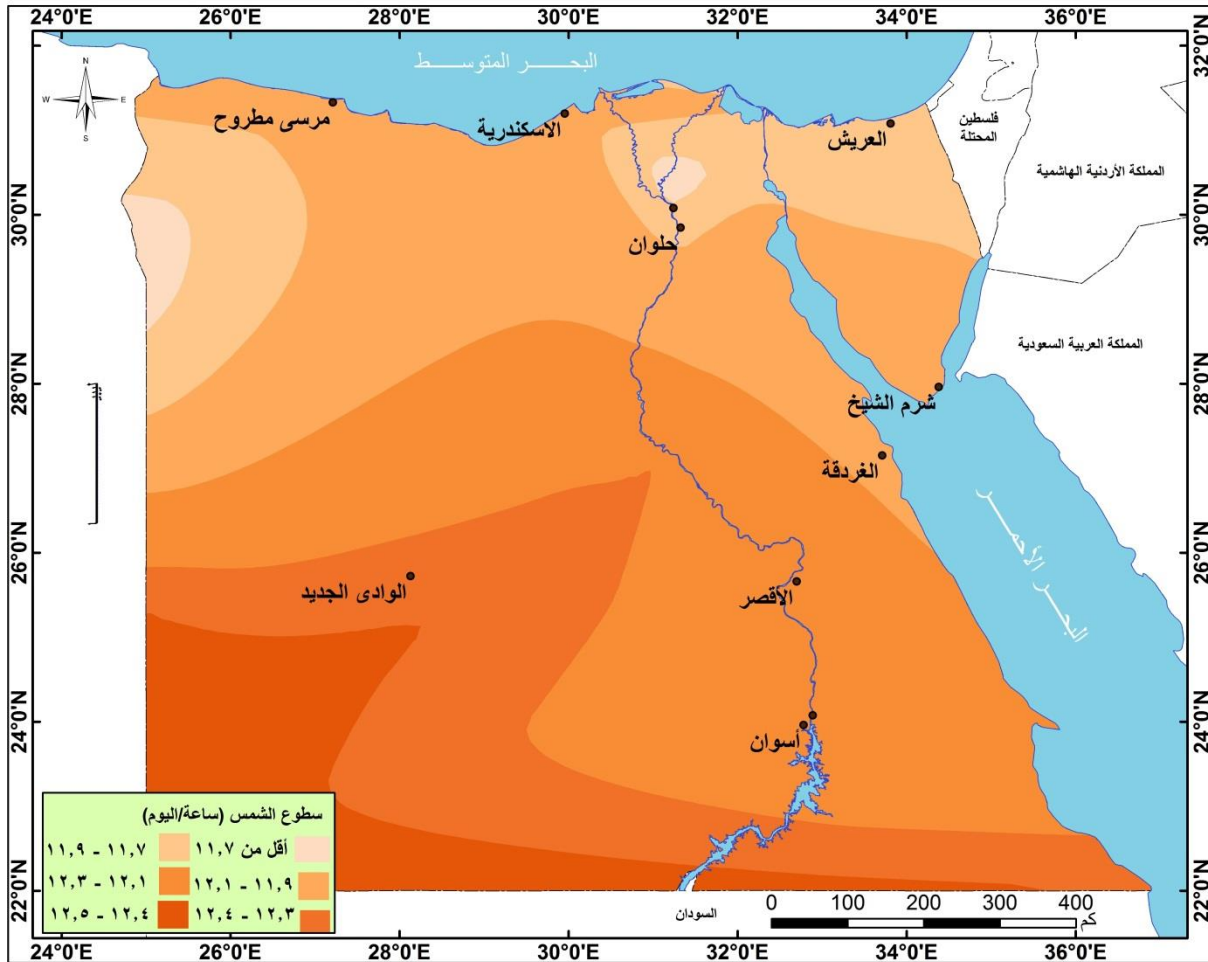
يتميز فصل الصيف بارتفاع مدة الإشعاع الشمسي الفعلية ، نتيجة لتعامد الشمس على مدار السرطان جنوب مصر ، ومن تحليل جدول (١٨) وشكل (٢١) اتضح مايلي :

- زيادة عدد ساعات الإشعاع الشمسي حيث بلغت ١٢ ساعة / يوم بنسبة ٨٨,٥ % من الإشعاع الممكن بفارق عن فصل الشتاء ٣,٨ ساعة / يوم .
- انخفاض الفرق بين شهور فصل الصيف حيث سجل في يوليه ١١,٩ ساعة / يوم ، وفي يوليه ١٢,٢ ساعة / يوم ، وفي أغسطس ١١,٨ ساعة / يوم ، ويعود ذلك لاستقرار الأحوال الجوية مما يعمل على ثبات مدة الإشعاع الشمسي نوعا ما .
- زيادة معدل الإشعاع الفعلي في فصل الصيف على الساحل الشمالي فيتراوح بين ١١,٨ و ١٢ ساعة / يوم ، حيث وجد أن العريش سجلت ١١,٨ ساعة / يوم بنسبة ٨٦,٧ % من الإشعاع الممكن ، ويليها بورسعيد ١١,٩ ساعة / يوم بنسبة ٨٩,٣ % ، ثم الإسكندرية ومرسى مطروح حوالي ١٢ ساعة / يوم بنسبة ٨٧ % و ٨٧,٩ % على الترتيب من الإشعاع الممكن ، وتزداد بالاتجاه ناحية الغرب بسبب زيادة المسطحات المائية شرقا المتمثلة في بحيرة المنزلة ، والبردويل ، مما يساعد على زيادة عملية البحر .
- انخفاض معدل الإشعاع الفعلي في جنوب الدلتا مقارنة بالساحل الشمالي ليتراوح بين ١١,٥ - ١١,٨ ساعة / يوم ، حيث تسجل محطة بهتيم ١١,٥ ساعة / يوم بنسبة ٨٢,٣ % من الإشعاع الممكن ، ثم يسجل كل من الجيزة والقاهرة ١١,٨ ساعة / يوم بنسبة ٨٦,١ و ٨٧ % على الترتيب ، نتيجة تأثر المنطقة بالمنخفض الموسمي وما يصاحبه من رياح شمالية غربية تكون محملة بالأتربة فتقلل من مدة الإشعاع (زهران بسيوني : ٢٠٠٢ ، ص ٤٧) .
- زيادة معدل الإشعاع الفعلي على الوادي ليتراوح بين ١٢,١ - ١٢,٣ ساعة / يوم ، حيث سجلت أسوان ١٢,١ ساعة / يوم بنسبة ٩١,٢ % ، ويليها الأقصر ١٢,٢ ساعة / يوم بنسبة ٩١,٦ % ، وتزداد لتصل ١٢,٣ ساعة / يوم في أسيوط بنسبة قدرها ٩١,٩ % من الإشعاع الممكن ، نتيجة لتعامد الشمس على مدار السرطان جنوب مصر .
- تراوح معدل الإشعاع الفعلي في الصحراء الغربية بين ١١,٥ - ١٢,٣ ساعة / يوم ، حيث بلغ في سيوه ١١,٥ ساعة / يوم بنسبة ٨٥,٣ % ، ويليها الخارجة ١٢,٣ ساعة / يوم بنسبة ٩٣,١ % وتبلغ أقصى زيادة في مصر في الداخلة ١٢,٤ ساعة / يوم بنسبة ٩٢,٨ % من الإشعاع الممكن ، ومرد ذلك لسيطرة مراكز الضغط المرتفع ، وقلة الرطوبة النسبية (شاهد أغا : ١٩٩٩ ، ص ٢٥) .

جدول (١٨) معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المحطة	يونيه		يوليه		أغسطس		المعدل الصيفي	
	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%
مرسى مطروح	١١,٩	٨٤,٤	١٢,٣	٨٧,٩	١١,٩	٩١,٥	١٢,٠	٨٧,٩
الإسكندرية	١١,٩	٨٤,٤	١٢,٣	٨٨,٥	١١,٧	٨٨,٠	١٢,٠	٨٧,٠
بورسعيد	١١,٨	٨٧,٤	١٢,٦	٩٤,٧	١١,٤	٨٥,٧	١١,٩	٨٩,٣
العريش	١١,٧	٨٣,٠	١٢,٢	٨٧,٨	١١,٦	٨٩,٢	١١,٨	٨٦,٧
الإسماعيلية	١٢,٢	٨٦,٥	١٢,١	٨٧,٧	١١,٥	٨٧,١	١١,٩	٨٧,١
بهتيم	١١,٨	٨٤,٣	١١,٧	٧٨,٥	١١,١	٨٤,١	١١,٥	٨٢,٣
القاهرة	١٢,٢	٨٧,١	١١,٩	٨٦,٢	١١,٤	٨٧,٧	١١,٨	٨٧,٠
الجيزة	١٢,١	٨٦,٤	١٢	٨٧	١١,٢	٨٤,٨	١١,٨	٨٦,١
أسيوط	١٢,٣	٨٩,٨	١٢,٤	٩١,٢	١٢,٣	٩٤,٦	١٢,٣	٩١,٩
الأقصر	١٢,٣	٨٩,٨	١٢,٢	٩٠,٤	١٢,٢	٩٤,٦	١٢,٢	٩١,٦
أسوان	١٢,٤	٩١,٩	١٢,٣	٩١,٨	١١,٦	٨٩,٩	١٢,١	٩١,٢
سيوه	٩,٧	٦٩,٨	١٢,٣	٨٩,٨	١٢,٦	٩٦,٢	١١,٥	٨٥,٣
الداخلية	١٢,٣	٩٠,٤	١٢,٤	٩١,٩	١٢,٤	٩٦,١	١٢,٤	٩٢,٨
الخارجية	١٢,٣	٩٠,٤	١٢,٤	٩١,٩	١٢,٣	٩٦,٩	١٢,٣	٩٣,١
المعدل العام	١١,٩	٨٦,١	١٢,٢	٨٩,٠	١١,٨	٩٠,٥	١٢,٠	٨٨,٥

المصدر: تم إعداده اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، القاهرة ، بيانات غير منشورة ، للفترة من ١٩٩٠ - ٢٠١٢ م .



شكل (٢١) معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (١٨) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

❖ فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) :

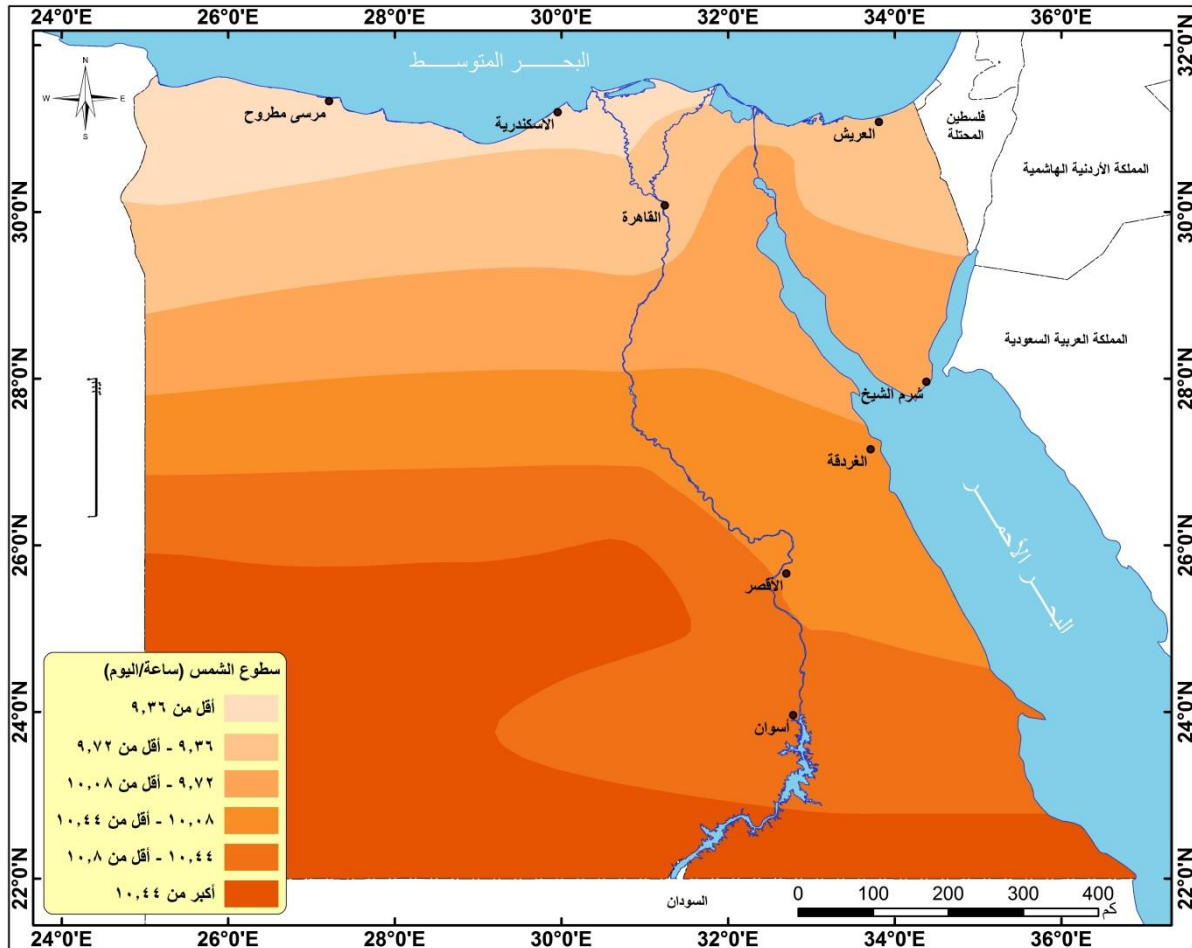
يعرف فصل الخريف بأنه فصل الاعتدال السنوي حيث تتعامد فيه الشمس على خط الإستواء ، مما يؤدي إلى انخفاض مدة الإشعاع الفعلي للشمس مرة أخرى ، وبمقارنة المعدل السنوي في جدول (١٥) بمعدل الخريف في جدول (١٩) فهو يتقارب مع المعدل السنوي (مسعد مندور : ٢٠٠٢ ، ص ٣٠) ، واتضح من تحليل جدول (١٩) وشكل (٢٢) مايلي:

- سجل المعدل العام للخريف ٩,٩ ساعة / يوم بنسبة ٨٥,٨ % بانخفاض عن فصل الصيف ٢,١ ساعة / يوم .
- انخفاض معدل الإشعاع الفعلي في الساحل الشمالي مقارنة بفصل الصيف ليتراوح بين ٩,١ - ٩,٤ ساعة / يوم ، حيث سجلت مرسى مطروح ٩,١ ساعة / يوم بنسبة قدرها ٨٣% من الإشعاع الممكن ، وتأتى بعدها الإسكندرية ٩,٣ ساعة / يوم بنسبة قدرها ٨١,٦ % ، أما العريش وبورسعيد فبلغ ٩,٤ ساعة / يوم بنسبة ٨١,٧ % و ٨١,٨ % من الإشعاع الممكن على الترتيب ، ويعزى ذلك إلى الموقع الجغرافي للمنطقة ، مما يؤدي لتكون السحب التي تحجب أشعة الشمس .
- زيادة معدل الإشعاع الفعلي في جنوب الدلتا عن الساحل الشمالي ٠,١ ساعة / يوم ، ويتراوح بين (٩,٤ - ٩,٥ ساعة / يوم) حيث سجل في كل من بهتيم والجيزة ٩,٤ ساعة / يوم بنسبة ٧٨ % و ٨١,٦ % على الترتيب من الإشعاع الممكن ، وسجلت القاهرة ٩,٥ ساعات / يوم بنسبة ٨٣,٤ % ، ويعزى ذلك إلى بعدها عن المؤثرات الساحلية .
- زيادة معدل الإشعاع الفعلي على الوادي لیتراوح بين ١٠,٤ - ١٠,٥ ساعة / يوم ، حيث سجل في كل من أسيوط والأقصر ١٠,٤ ساعة / يوم بنسبة ٨٩,٩ و ٩٠,٢ % على التوالي ، وسجلت أسوان ١٠,٥ ساعة / يوم بنسبة ٩٠,٨ % من الإشعاع الممكن .
- تراوح معدل الإشعاع الفعلي في الصحراء الغربية بين ٩,٥ - ١١,١ ساعة / يوم حيث سجلت سيوه ٩,٥ ساعة / يوم بنسبة ٨٣% ، وسجلت الداخلة ١٠,٩ ساعة / يوم بنسبة ٩٤,٩ % ، وسجلت الخارجة أقصى معدل لساعات الإشعاع الشمسي ١١,١ ساعة / يوم بنسبة ٩٦% من الإشعاع الممكن ، ومرد ذلك لقلة تكون المواد العالقة في الغلاف الجوي وندرة مرور السحب ، بينما تسجل منطقة قناة السويس ٩,٩ ساعة / يوم في الإسماعيلية بنسبة ٨٦% من الإشعاع الممكن .

جدول (١٩) معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .

الشهر المحطة	سبتمبر		أكتوبر		نوفمبر		المعدل الخريفي	
	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%	ساعة / يوم	%
مرسى مطروح	١٠,٦	٩٦,٤	٨,٩	٧٨,١	٧,٩	٧٤,٥	٩,١	٨٣,٠
الإسكندرية	١٠,٥	٨٦,٨	٩,٣	٨١,٦	٨,١	٧٦,٤	٩,٣	٨١,٦
بورسعيد	١٠,٥	٨٥,٤	٩,٤	٨٢,٥	٨,٢	٧٧,٤	٩,٤	٨١,٨
العريش	١١,٣	٩١,٩	٩,٣	٨١,٦	٧,٦	٧١,٧	٩,٤	٨١,٧
الإسماعيلية	١٠,٧	٨٧,٠	١٠	٨٧,٧	٩	٨٣,٣	٩,٩	٨٦,٠
بهتيم	١٠,٤	٧٢,٢	٩,٧	٨٥,١	٨,٢	٧٦,٦	٩,٤	٧٨,٠
القاهرة	١٠,٤	٨٥,٢	٩,٧	٨٥,١	٨,٣	٧٩,٨	٩,٥	٨٣,٤
الجيزة	١٠,٤	٨٤,٦	٩,٤	٨٢,٥	٨,٣	٧٧,٦	٩,٤	٨١,٦
أسيوط	١٠,٧	٨٧,٠	١٠,٨	٩٤,٧	٩,٦	٨٨,١	١٠,٤	٨٩,٩
الأقصر	١٠,٧	٨٧,٠	١٠,٩	٩٥,٦	٩,٦	٨٨,١	١٠,٤	٩٠,٢
أسوان	١٠,٩	٨٩,٣	١٠,٥	٩٢,١	١٠	٩٠,٩	١٠,٥	٩٠,٨
سيوه	١٠,٧	٨٧,٠	٩,٢	٨٠,٧	٨,٧	٨١,٣	٩,٥	٨٣,٠
الداخلية	١١	٩١,٧	١١,١	٩٧,٤	١٠,٦	٩٥,٥	١٠,٩	٩٤,٩
الخارجية	١١,٦	٩٤,٣	١١,٢	٩٨,٢	١٠,٦	٩٥,٥	١١,١	٩٦,٠
المعدل العام	١٠,٧	٨٧,٦	١٠,٠	٨٧,٤	٨,٩	٨٢,٦	٩,٩	٨٥,٨

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



شكل (٢٢) معدل الإشعاع الشمسي في اليوم ونسبته من الإشعاع الممكن في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢.

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (١٩) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

٢- أثر الإشعاع الشمسي على النقل الجوي :

تعد الأشعة الشمسية هي المصدر الرئيس للإضاءة على سطح الأرض ، ومصدر الطاقة في الغلاف الجوي ، لذا لعب الإشعاع الشمسي دورا حيويا في التأثير على النقل الجوي ، حيث إن الطيار يعتمد على الإضاءة الشمسية في رؤية الممرات الأرضية أثناء الإقلاع والهبوط نهارا ، مما يؤمن له السلامة الجوية ، وفيما يلي تحليل تأثير الإشعاع الشمسي على النقل الجوي :

أ- التجهيزات اللازمة بعد زوال الإشعاع الشمسي :

تحتاج الفترة بعد زوال الإشعاع الشمسي حتى شروقها إلى تجهيزات خاصة ، وتتمثل هذه التجهيزات في :

- التجهيزات الأرضية في تزويد ممرات الإقلاع والهبوط بالإضاءة بفاصل ٢م بين كل كشف إضاءة والآخر وذلك لتوفير الإضاءة التي تساعد على عملية الإقلاع والهبوط بأمان .
- التجهيزات العلوية فيوجد بها نوعين من التجهيزات ، أولها : تجهيزات المواقع والمقصود منها الإضاءة التي يدرك منها قائد الطائرة موقعه من الطائرة الأخرى وهي على الترتيب كالتالي :

- ١- وجود ضوء أخضر ثابت على الجناح الأيمن لكل طائرة ، يدل قائد الطائرة الأخرى أنه على يمين الطائرة الحاملة للضوء أثناء الليل .
- ٢- وجود ضوء أحمر ثابت على الجناح الأيسر لكل طائرة ، يدل قائد الطائرة الأخرى أنه على يسار الطائرة الحاملة للضوء أثناء الليل .
- ٣- وجود ضوء أبيض ثابت على ذيل كل طائرة ، يدل قائد الطائرة الأخرى على أنه خلف الطائرة الحاملة للضوء أثناء الليل .

ثانيها : الإضاءة المانعة للحوادث نظرا لضعف الرؤية الليلية ، أوجدت ما يسمى بالإضاءة المانعة للحوادث ، وهي عبارة عن إضاءة تظهر وجود الطائرات الحاملة لها ، ومنها الضوء الأحمر المتقطع ، والأبيض الدائري ، وتتنوع هذه الإضاءة على الأجنحة ، وفوق قمة الذيل ، ومن تحت الطائرة (٢٠-٣١،١ ENR ، ٢٠١١ : AIB) .

ب- تأثير الإشعاع الشمسي على كمية الكهرباء المستخدمة :

يعد الإشعاع الشمسي من العوامل الإيجابية التي توفر كثيرا على شركات الطيران ، و بغياب الأشعة الشمسية وحلول الليل يبدأ استهلاك الكهرباء على طول الممرات مما يزيد الأعباء الإقتصادية وتحليل جدول (٢٠) اتضح ما يلي :

- بلغ متوسط استهلاك الكهرباء عام ٢٠١٤ على ممرات مطار القاهرة ٧٥٠٥,٨ ك . و . س . ، حيث يعد شهر يونيه أقل شهور العام استهلاكا للكهرباء ، فبلغ حوالي ٦٧٤١ ك . و . س . ، وبلغ متوسط الإشعاع الشمسي الفعلي في نفس الشهر ١٢,١ ساعة / يوم وهو الأكثر خلال العام .
 - سجل شهر يناير أقصى استخدام للكهرباء على طول الممرات حيث بلغ ٨٧٢٥ ك . و . س . ، بمتوسط سطوع فعلي ٧,٤ ساعة / يوم ، وهو الأدنى طوال العام .
- جدول (٢٠) كمية الطاقة المستهلكة على ممرات مطار القاهرة ومتوسط الإشعاع الفعلي خلال عام ٢٠١٤

الشهر	ك . و . س	معدل الإشعاع الفعلي ساعة / يوم
يناير	٨٧٢٥	٧,٤
فبراير	٨١٣٤	٨,١
مارس	٧٦٢٥	٨,٧
أبريل	٧٣٤١	٩,٥
مايو	٧١٢٧	١٠,٩
يونيه	٦٧٤١	١٢,١
يوليه	٦٨٧١	١١,٩
أغسطس	٦٩٤٢	١١,٥
سبتمبر	٧٠٩٤	١٠,٤
أكتوبر	٧١٥٨	٩,٧
نوفبر	٧٩٨٤	٨,٤
ديسمبر	٨٣٢٧	٧,٦
المتوسط	٧٥٠٥,٨	٩,٨

المصدر : تم إعداده اعتمادا على الدفتر الشهري لأحوال شركة ميناء القاهرة الجوي عام ٢٠١٤ ، بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، القاهرة ، بيانات غير منشورة عام ٢٠١٤ .

ج - العلاقة بين معدل الإشعاع الشمسي واستهلاك الكهرباء :

يؤثر معدل الإشعاع الشمسي على كمية الكهرباء المستهلكة فوجد من جدول رقم (٢١)

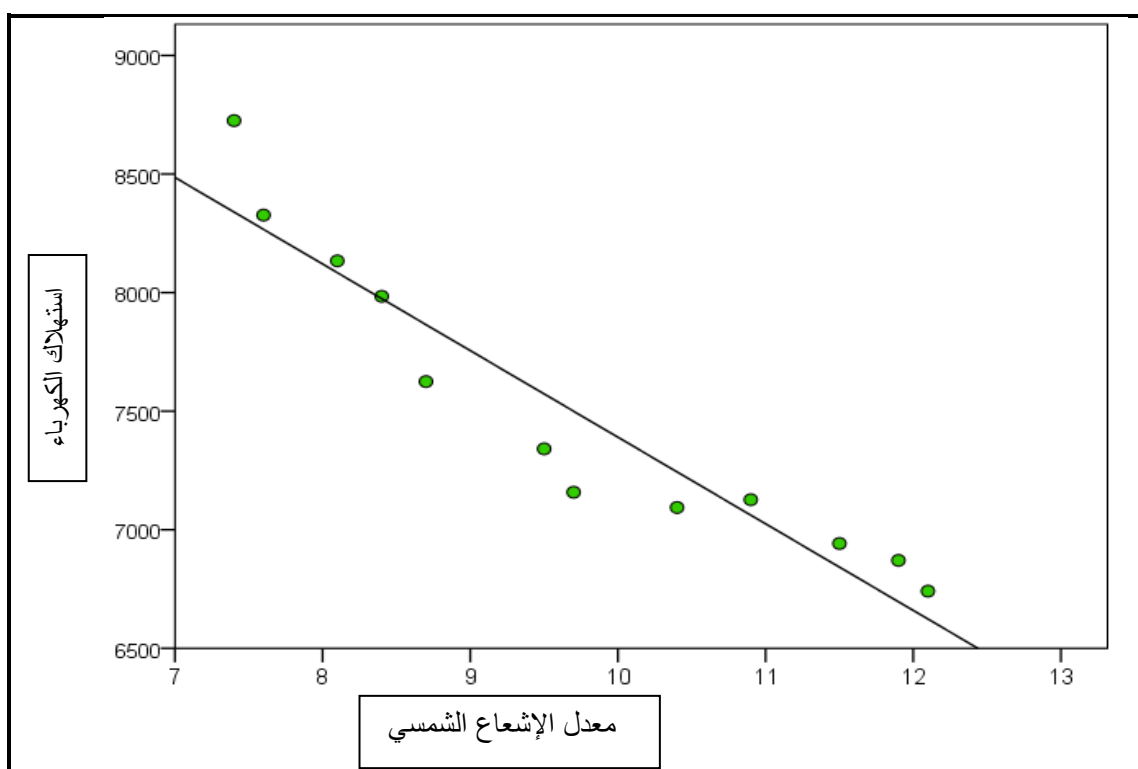
وشكل رقم (٢٣) أن :

- ثمة ارتباط عكسي قوي بينهما بلغ - ٠,٩ ، بمستوى ثقة معنوية بلغت ٩٩% ، وهو مستوى ثقة مرتفع أي كلما زاد معدل الإشعاع الشمسي كلما انخفض معدل استهلاك الكهرباء .
- بلغ معدل الانحدار بين المتغير المستقل (معدل الإشعاع الشمسي) والمتغير التابع (استهلاك الكهرباء) بلغ - ٠,٨٧ ، وهو ارتباط عكسي قوي ، بدرجة ثقة ٩٨% وذات دلالة معنوية مرتفعة .

جدول (٢١) العلاقة بين معدل الإشعاع الشمسي واستهلاك الكهرباء .

نوع الارتباط	درجة الارتباط	درجة الثقة %	الدلالة المعنوية
ارتباط بيرسون	- ٠,٩	٩٩	٠,٠٠٥
انحدار خطي	- ٠,٨٧	٩٨	٠,٠٠٥

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٢٠) ، باستخدام برنامج spss ١٩ .



شكل (٢٣) العلاقة بين معدل الإشعاع الشمسي واستهلاك الكهرباء

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٢١) ، باستخدام برنامج spss ١٩ .

ثانيا : تأثير درجة الحرارة السطحية على النقل الجوي :

تعد من أهم العناصر المناخية التي تتحكم في توزيع الحياة على سطح الأرض ، نظرا لارتباط جميع العناصر المناخية الأخرى بها (عبدالقادر على : ١٩٩٥ ، ص ١٠) ، ويعتبرها لاندسبرج (Landsberg : ١٩٦٨ ، p ٤٧) من أهم عناصر المناخ أهمية والتي تعد المحرك الأساسي لكثير من العمليات على سطح الأرض وإختلافها يؤثر على توزيع الضغط الجوي الذي بدوره يؤثر على توزيع الرياح ، وفيما يلي خصائص درجة الحرارة وتأثيرها على النقل الجوي .

١- خصائص درجة الحرارة السطحية :

أ- درجة الحرارة العظمى :

١- المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى :

ارتفاع المعدل السنوي لدرجة الحرارة في مصر بصورة عامة من الشمال إلى الجنوب ، ويرجع انخفاضها في الشمال نتيجة تأثر المناطق الشمالية بمياه البحر المتوسط ، وترتفع في الجنوب لتأثره بالكتل المدارية القارية (Tc) والمنخفض السوداني ، واتضح من تحليل جدول (٢٢) وشكل (٢٤) الآتي :

- قلة التباين في المعدل السنوي لدرجة الحرارة السطحية على طول الساحل الشمالي حيث بلغ ٢ °م ، ويرتفع كلما اتجهنا ناحية الشرق ، نتيجة تأثر الشمال الغربي بأعاصير البحر المتوسط (حسين القلاوي : ١٩٩٤ ، ص ١٩٦) ، حيث سجلت مرسى مطروح أدنى درجة حرارة ٢٤,٦ °م ، بينما سجلت العريش أعلى درجة حرارة ٢٦,٦ °م ، أما الإسكندرية وبورسعيد فقد سجلتا ٢٥ °م .

- ارتفاع معدل درجة الحرارة في جنوب الدلتا وعلى قناة السويس عن الساحل الشمالي بفارق ٣,٢ °م ، نظرا للبعد عن المؤثرات الساحلية حيث سجلت القاهرة ٢٨ °م ، وسجلت بهتيم ٢٨,١ °م ، و بلغ في الإسماعيلية ٢٨,٥ °م ، بينما سجلت الجيزة أعلى معدل لدرجة الحرارة جنوب الدلتا ٢٩,٤ °م .

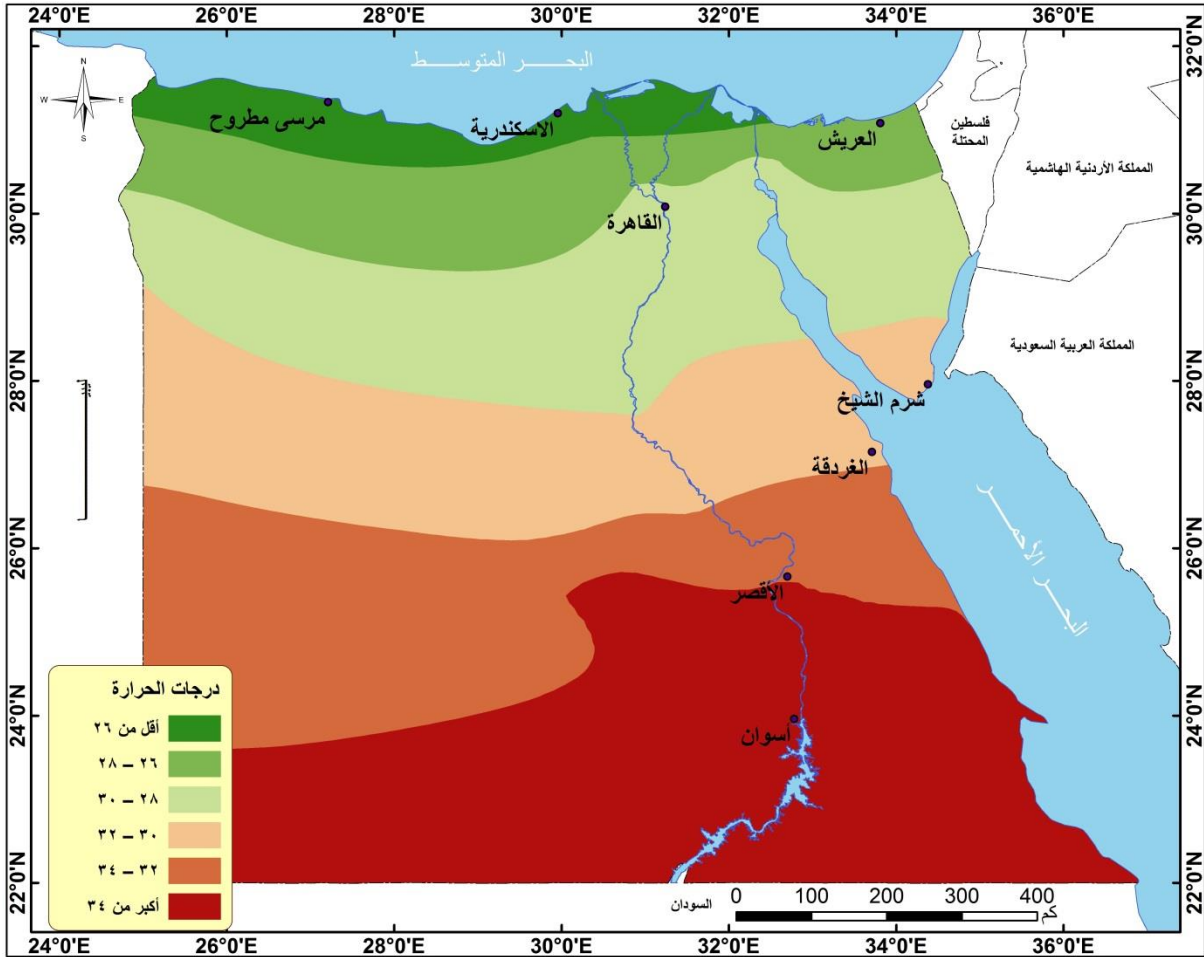
- بلغ أقصى معدل لدرجة الحرارة على الوادي في أسوان ٣٤,٢ °م ثم الأقصر ٣٤ °م ، وأدناه في أسيوط ٣٠,٢ °م ، ومرد ذلك إلى وجود مدار السرطان .

- بلغ أقصى زيادة لمعدل درجة الحرارة العظمى في الصحراء الغربية في الخارجة ٣٤,٨ م° ، وأدناه في سيوه ٣٠,٢ م° .

جدول (٢٢) المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى لمحطات الدراسة

المحطة	المعدل
مرسى مطروح	٢٤,٦
الإسكندرية	٢٥,٠
بورسعيد	٢٥,٠
العريش	٢٦,٦
الإسماعيلية	٢٨,٥
بهتيم	٢٨,١
القاهرة	٢٨,٠
الجيزة	٢٩,٤
أسيوط	٣٠,٢
الأقصر	٣٤,٠
أسوان	٣٤,٢
سيوه	٣٠,٢
الداخلية	٣٢,٨
الخارجة	٣٤,٨

المصدر : تم إعداده اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، القاهرة ، بيانات غير منشورة ، للفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .



شكل (٢٤) المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى في مصر

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٢٢) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS.

٢- المعدل الفصلي لدرجة الحرارة العظمى :

أ- فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير) :

يعد فصل الشتاء أقل فصول السنة في درجات الحرارة ، نتيجة لتعامد الشمس على مدار الجدى ، ومن تحليل جدول (٢٣) وشكل (٢٥) اتضح الآتي :

- يعد الساحل الشمالي أقل مناطق مصر في درجة الحرارة ، حيث ترواح بين 19°م - $20,3^{\circ}\text{م}$ بفارق $1,3^{\circ}\text{م}$ ، في حين سجلت مرسى مطروح أدنى درجة حرارة 19°م بإنحراف عن المعدل السنوي- $5,6^{\circ}\text{م}$ ، نتيجة تأثرها بالرياح الشمالية الغربية التي تجذبها المنخفضات الجوية في مؤخرتها (محمد توفيق : ٢٠٠٤ ، ص ٦٦) ، ثم الإسكندرية $19,2^{\circ}\text{م}$ بإنحراف $-5,8^{\circ}\text{م}$ ، وتزيد بالإتجاه إلى الشرق لتسجل في العريش $20,3^{\circ}\text{م}$ بفارق عن الغرب $1,3^{\circ}\text{م}$.

- يعد شهر يناير من أبرد الشهور خلال السنة حيث سجل أدنى معدل في مرسى مطروح $18,2^{\circ}\text{م}$ ، والإسكندرية $18,4^{\circ}\text{م}$ ، وأقصى درجة حرارة في الأقصر وأسوان $23,1^{\circ}\text{م}$ ، ويعد شهر ديسمبر أكثر دفئا من شهر فبراير ، ويرجع ذلك إلى ميل زاوية أشعة الشمس في يناير ، أما برودة شهر فبراير عن ديسمبر يرجع إلى فترة تبريد السطح التي تسبق كلاهما (عبدالعزيز عبداللطيف : ١٩٨٢ ، ص ١٠٥) .

- زيادة المعدل الشتوي لدرجة الحرارة العظمى في جنوب الدلتا وقناة السويس ، حيث يتراوح بين $20,2^{\circ}\text{م}$ - $21,2^{\circ}\text{م}$ ، وسجلت القاهرة $20,2^{\circ}\text{م}$ بإنحراف عن المعدل السنوي $-7,8^{\circ}\text{م}$ ، وأقصى معدل في الجيزة $21,2^{\circ}\text{م}$ بإنحراف $-8,2^{\circ}\text{م}$ ، ويرجع ذلك لعدم تعمق المنخفضات الساحلية .

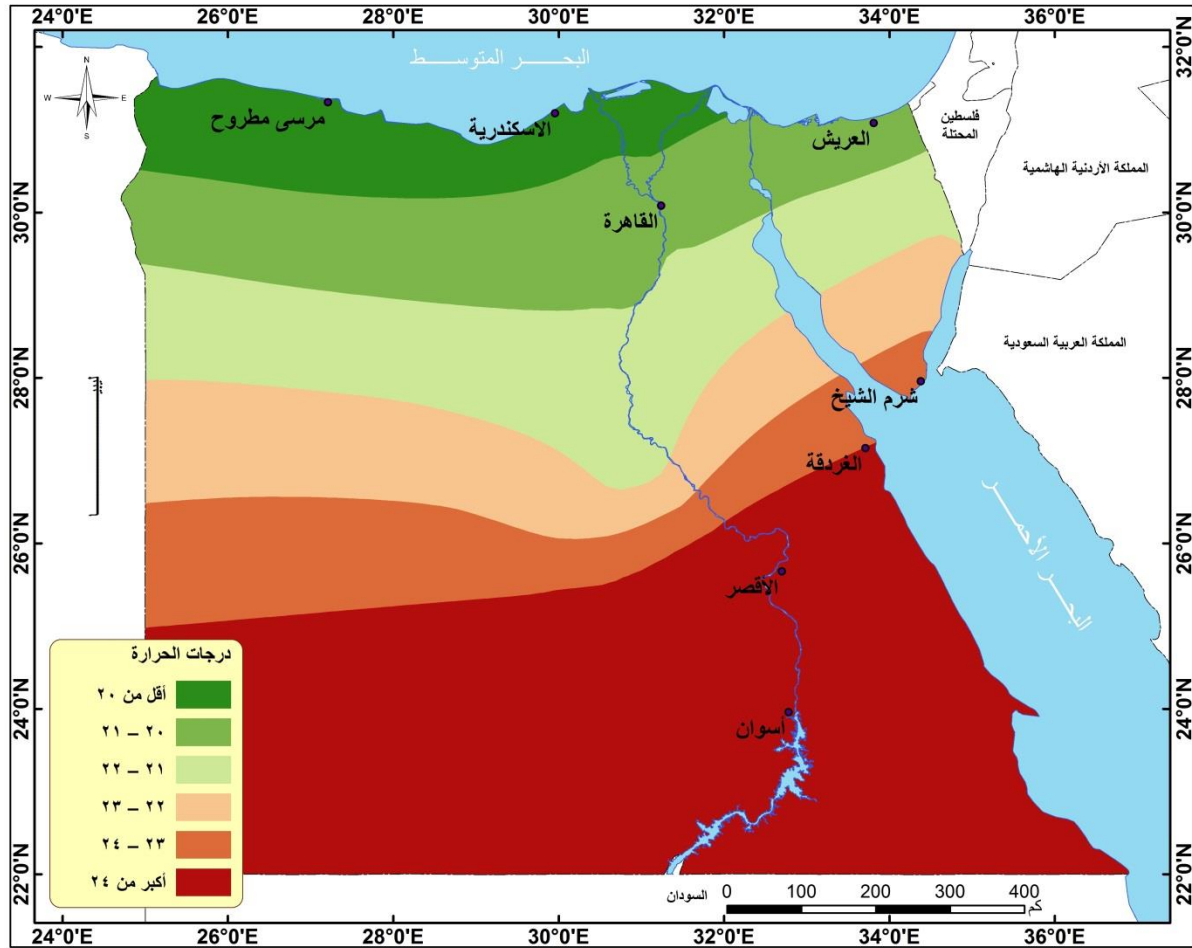
- ارتفاع معدل درجة الحرارة في الشتاء جنوبا في الوادي والصحراء الغربية حيث ترواح بين $25,8^{\circ}\text{م}$ - $21,1^{\circ}\text{م}$ حيث سجلت أسيوط $21,3^{\circ}\text{م}$ أقل درجة حرارة في الوادي ، نتيجة لموقعها الطبوغرافي ، وسجلت سيوه أقل درجة حرارة في الصحراء الغربية $21,1^{\circ}\text{م}$ ، ومرد ذلك إلى القرب من المؤثرات الساحلية ، وبلغ أقصى ارتفاع في الأقصر $25,8^{\circ}\text{م}$ بإنحراف $-8,9^{\circ}\text{م}$.

- انحراف المعدلات عن المعدل السنوي بقيم سالبة ليتراوح بين -5°م ، - $9,5^{\circ}\text{م}$ ، حيث سجل أعلاه على الساحل الشمالي -5°م ، وذلك نتيجة لاحتفاظ مياه البحر المتوسط بالدفء ، وبلغ أدناه في الجنوب $-9,5^{\circ}\text{م}$ ، وذلك للبعد عن المسطحات المائية الشمالية .

جدول (٢٣) معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الانحراف عن المعدل السنوي	المعدل الشتوي	فبراير	يناير	ديسمبر	الشهر المحطة
-٥,٦	١٩,٠	١٨,٨	١٨,٢	٢٠,٠	مرسى مطروح
-٥,٨	١٩,٢	١٩,٠	١٨,٤	٢٠,٣	الإسكندرية
-٥	٢٠,٠	١٩,٠	٢٠,٥	٢٠,٤	بورسعيد
-٦,٣	٢٠,٣	٢٠,٣	١٩,٢	٢١,٤	العريش
-٧,٧	٢٠,٨	٢١,٢	١٩,٧	٢١,٥	الإسماعيلية
-٧,٨	٢٠,٣	٢٠,٧	١٩,١	٢٠,٩	بهنيم
-٧,٨	٢٠,٢	٢٠,٦	١٩,٢	٢٠,٧	القاهرة
-٨,٢	٢١,٢	٢١,٨	٢٠,١	٢١,٧	الجيزة
-٨,٩	٢١,٣	٢٢,٣	٢٠,١	٢١,٥	أسيوط
-٨,٢	٢٥,٨	٢٩,٤	٢٣,١	٢٤,٧	الأقصر
-٩,٥	٢٤,٧	٢٥,٨	٢٣,١	٢٥,٠	أسوان
-٩,١	٢١,١	٢١,٨	٢٠,١	٢١,٣	سيوه
-٨,٩	٢٣,٩	٢٤,٨	٢٢,٨	٢٤,١	الداخلية
-١٠,٧	٢٤,١	٢٥,٢	٢٢,٩	٢٤,٢	الخارجية
-٧,٨	٢١,٦	٢٢,٢	٢٠,٥	٢٢	المعدل

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



شكل (٢٥) معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٢٣) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

ب- فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) :

يعد فصل الربيع من الفصول الإعتدالية حيث ترتفع درجة الحرارة تدريجيا بصورة بسيطة مقارنة بفصل الشتاء ، ومن تحليل جدول (٢٤) وشكل (٢٦) اتضح أن :

- بلغ معدل درجة الحرارة ٢٩,٤ م° بانحراف عن المعدل السنوي ١ م° ، ويعد شهر مايو أدفء

شهور الفصل حيث بلغ ٣٢,٦ م° ، نتيجة هبوب رياح الخماسين الحارة الجافة ورياح التصعيد

الحراري (دينا الديب : ٢٠١١ ، ص ٨٦) .

- تراوح معدل درجة الحرارة العظمى لفصل الربيع على الساحل الشمالي في مصر بين

٢٢,٨ م° - ٢٥,٤ م° بفارق ٢,٦ م° ، حيث سجلت مرسى مطروح أدنى درجة حرارة ٢٢,٨ م°

بانحراف - ١,٨ م° ، وسجلت العريش أعلى معدل ٢٥,٤ م° بانحراف - ١,٢ م° ، ويلاحظ انخفاض

درجة الحرارة ، ويعزى ذلك إلى احتفاظ ماء البحر المتوسط ببرودة فصل الشتاء .

- زيادة معدل درجة الحرارة العظمى في جنوب الدلتا وقناة السويس ليتراوح بين ٢٧,٨ م° -

٣٠,٤ م° بفارق ٢,٦ م° ، حيث سجل أعلى معدل في الجيزة ٣٠,٤ م° ، ويعزى ذلك إلى بعدها عن

خط سير المنخفضات الخماسينية .

- تراوح معدل درجة الحرارة العظمى في الوادي بين ٣٠,٦ م° - ٣٥,١ م° ، بفارق ٤,٥ م° ،

وسجلت أسبوط ٣٠,٦ م° بانحراف عن المعدل السنوي ٠,٤ م° ، وفي الأقصر ٣٤,٣ م° بانحراف

٠,٣ م° ، وبلغ أقصى ارتفاع لها في أسوان ٣٥,١ م° بانحراف ٠,٩ م° ، نظرا لموقعها الجغرافي .

- زيادة التباين في معدل درجة الحرارة في الصحراء الغربية ليتراوح بين ٢٩,٨ م° - ٣٩,٩ م°

بفارق ١٠,١ م° ، حيث سجلت سيوه ٢٩,٨ م° بانحراف عن المعدل السنوي - ٠,٤ م° ، ثم الداخلة

٣٢,٨ م° ، وتسجل الخارجة أقصى درجة ٣٩,٩ م° بانحراف ٥,١ م° ، نظرا لأن المنطقة تتميز

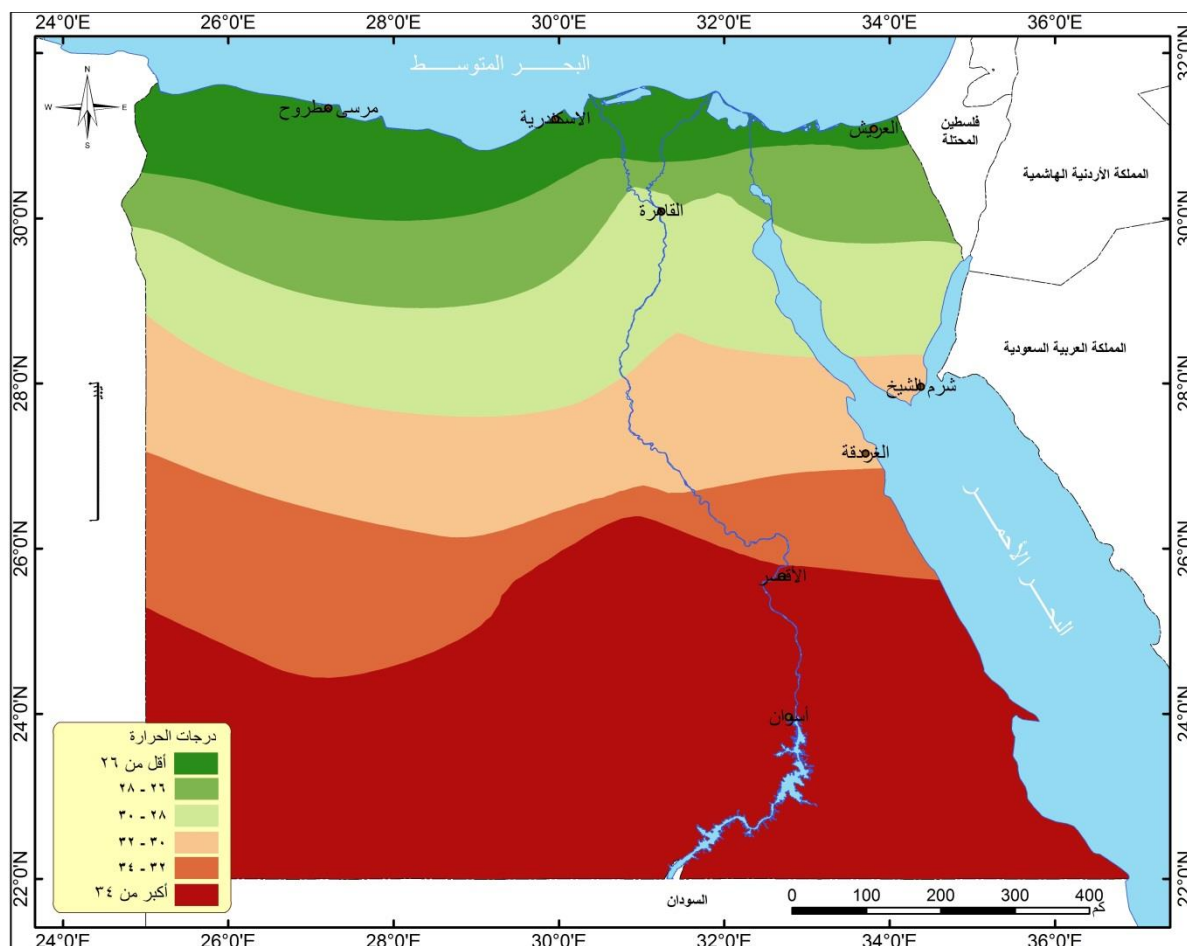
بالمناخ الجاف وانعدام مرور السحب التي تحجب أشعة الشمس .

- سجل انحراف معدلات درجة الحرارة العظمى في الربيع عن السنوي قيما سالبة خاصة على الساحل الشمالي حتى جنوب الدلتا ، ويعزى ذلك إلى سيادة المؤثرات الساحلية ، بينما يتحول في الوادي والصحراء الغربية إلى قيما موجبة نظرا للموقع بالنسبة إلى دوائر العرض .

جدول (٢٤) معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الانحراف عن المعدل السنوي	المعدل الربيعي	مايو	أبريل	مارس	الشهر المحطة
١,٨-	٢٢,٨	٢٥,٢	٢٣,٠	٢٠,٢	مرسى مطروح
١,٤-	٢٣,٦	٢٦,٣	٢٣,٨	٢٠,٧	الإسكندرية
٢-	٢٣,٠	٢٥,٣	٢٣,١	٢٠,٦	بورسعيد
١,٢-	٢٥,٤	٢٨,١	٢٥,٧	٢٢,٥	العريش
٠,٦-	٢٧,٩	٣١,٧	٢٨,٢	٢٣,٩	الإسماعيلية
٠,٣-	٢٧,٨	٣٢,١	٢٧,٧	٢٣,٥	بهتيم
٠,١-	٢٧,٩	٣٢,٠	٢٨,١	٢٣,٥	القاهرة
١	٣٠,٤	٣٢,٨	٣٤,١	٢٤,٥	الجيزة
٠,٤	٣٠,٦	٣٥,٣	٣٠,٧	٢٦,٠	أسيوط
٠,٣	٣٤,٣	٣٨,٦	٣٤,٩	٢٩,٤	الأقصر
٠,٩	٣٥,١	٣٩,٠	٣٦,٢	٢٩,٩	أسوان
٠,٤-	٢٩,٨	٣٤,٥	٢٩,٦	٢٥,٤	سيوه
٠	٣٢,٨	٣٦,٩	٣٣,٥	٢٨,١	الداخلية
٥,١	٣٩,٩	٣٨,٣	٣٤,٥	٤٧,١	الخارجية
١	٢٩,٤	٣٢,٦	٢٩,٥	٢٦,١	المعدل

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



شكل (٢٦) معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٢٤) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

ج- فصل الصيف (يوليه ، يوليه ، أغسطس) :

يلاحظ خلال هذا الفصل ارتفاع كبير في درجات الحرارة العظمى عن باقي فصول السنة ومن تحليل جدول (٢٥) وشكل (٢٧) وجد أن :

- بلغ معدل درجة الحرارة العظمى ٣٥,٩ م° ، ويعد شهر يوليه أكثر شهور العام دفأ حيث سجل ٣٦,٣ م° ، وبلغ معدل الانحراف عن المعدل السنوي خلال هذا الفصل ٦,٥ م° .

- سجل الساحل الشمالي أقل معدل خلال هذا الفصل ليتراوح بين ٢٩,٦ م° – ٣٢ م° بفارق ٢,٤ م° ، وبلغ أدنى معدل في غرب مصر بينما يزداد بالاتجاه شرقا حيث سجلت مرسى مطروح ٢٩,٦ م° بانحراف عن المعدل السنوي ٥ م° ، وتأتي بعدها الإسكندرية ٣٠ م° بانحراف ٥ م° ، وسجلت بورسعيد ٣٠,٣ م° بانحراف ٥,٣ م° ، وبلغ أقصى ارتفاع لها في الشرق في العريش ٣٢ م° بانحراف ٥,٤ م° ، نتيجة لتأثر المنطقة الغربية بالرياح العكسية وعدم توغلها شرق البحر المتوسط .

- تراوح معدل درجة الحرارة في جنوب الدلتا وقناة السويس بين ٣٤,٧ م° – ٣٥,٨ م° بفارق ١,١ م° حيث تسجل كل من القاهرة ، وبهتيم ، والجيزة (٣٤,٧ م° ، ٣٤,٩ م° ، ٣٥,٨ م°) بانحراف (٦,٧ م° ، ٦,٨ م° ، ٦,٤ م°) على التوالي ، نظرا إلى البعد عن المؤثرات الساحلية .

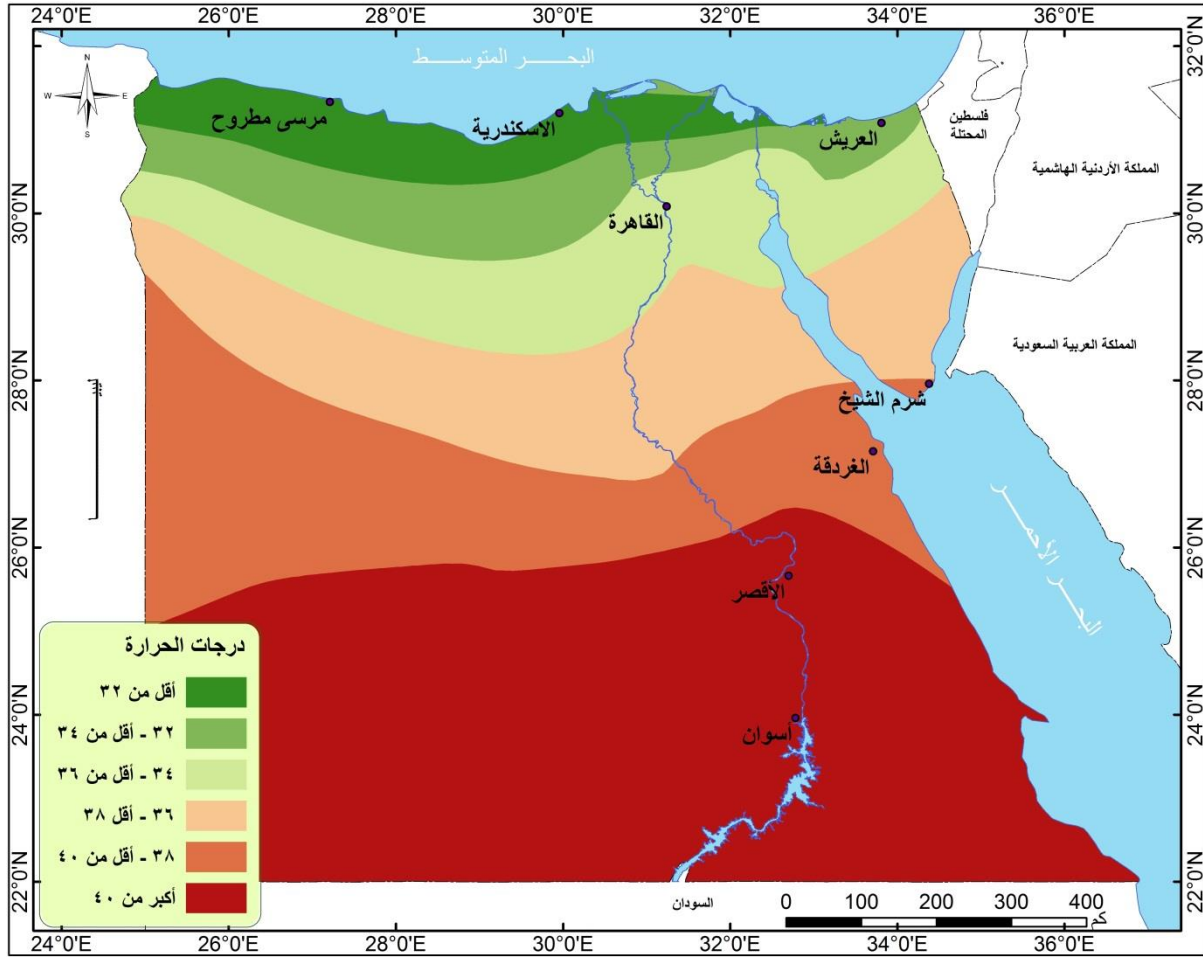
- زيادة درجة الحرارة كلما اتجهنا جنوبا حيث تعامد الشمس على مدار السرطان ، وتراوح معدل درجة الحرارة العظمى على الوادي بين ٣٧,٥ م° – ٤١,٥ م° بفارق ٤ م° ، حيث سجلت أسيوط ٣٧,٥ م° بانحراف ٧,٣ م° ، وترتفع في الأقصر لتسجل ٤١,٤ م° بانحراف ٧,٤ م° ، وبلغ أقصى ارتفاع لها في أسوان ٤١,٥ م° بانحراف ٧,٣ م° .

- زيادة معدل درجة الحرارة العظمى في الصحراء الغربية ليتراوح بين (٣٨,٥ م° – ٤٠,٨ م°) بفارق ٢,٣ م° حيث سجلت كل من سيوه والداخل والخارجة ٣٨,٥ م° ، ٤٠,٤ م° ، ٤٠,٨ م° ، بانحراف ٨,٣ م° ، ٧,٦ م° ، ٦ م° على الترتيب ، وذلك للتأثر بتعامد الشمس على مدار السرطان .

جدول (٢٥) معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الانحراف عن المعدل السنوي	المعدل الصيفي	أغسطس	يوليه	يونيه	الشهر المحطة
٥	٢٩,٦	٣٠,٧	٢٩,٩	٢٨,٣	مرسى مطروح
٥	٣٠,٠	٣٠,٨	٣٠,٣	٢٨,٩	الإسكندرية
٥,٣	٣٠,٣	٣١,١	٣٠,٨	٢٨,٩	بورسعيد
٥,٤	٣٢,٠	٣٢,٤	٣٢,٧	٣١,٠	العريش
٧	٣٥,٥	٣٥,٩	٣٥,٩	٣٤,٧	الإسماعيلية
٦,٨	٣٤,٩	٣٤,٤	٣٥,٣	٣٤,٩	بهنيم
٦,٧	٣٤,٧	٣٤,٦	٣٥,٠	٣٤,٦	القاهرة
٦,٤	٣٥,٨	٣٥,٨	٣٦,٠	٣٥,٦	الجيزة
٧,٣	٣٧,٥	٣٧,٧	٣٨,٠	٣٦,٩	أسيوط
٧,٤	٤١,٤	٤١,٥	٤١,٥	٤١,٠	الأقصر
٧,٣	٤١,٥	٤١,٥	٤١,٨	٤١,٢	أسوان
٨,٣	٣٨,٥	٣٨,٥	٣٨,٩	٣٨,٠	سيوه
٧,٦	٤٠,٤	٤٠,٩	٤٠,٥	٣٩,٨	الداخلية
٦	٤٠,٨	٤١,٢	٤١,٢	٤٠,١	الخارجية
٦,٥	٣٥,٩	٣٦,٢	٣٦,٣	٣٥,٣	المعدل

المصدر : تم إعداده اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، القاهرة ، بيانات غير منشورة ، للفترة من ١٩٩٠ - ٢٠١٢ .



شكل (٢٧) معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٢٥) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

د- فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) :

يعد فصل الخريف فصلا انتقاليا بين فصل الصيف والشتاء ، حيث يعد الصيف فصلا مستقرا بينما الشتاء يكون مضطربا ، وهو أكثر فصول العام اعتدالا فهو ليس برتابة حرارة الصيف ، ولا بعواصف الشتاء وبرودته ، ولا بخمسين الربيع (حبيب العوضي : ٢٠٠٨ ، ص ٤٨) ، و تتناقص درجة الحرارة العظمى تناقصا ملحوظا خلال فصل الخريف ، ومرد ذلك لتعامد الشمس على خط الإستواء وميل الأشعة عن الزاوية العمودية ، وتأثر السواحل بالكتل الهوائية الباردة ، ومن دراسة جدول (٢٦) وشكل (٢٨) وجد أن :

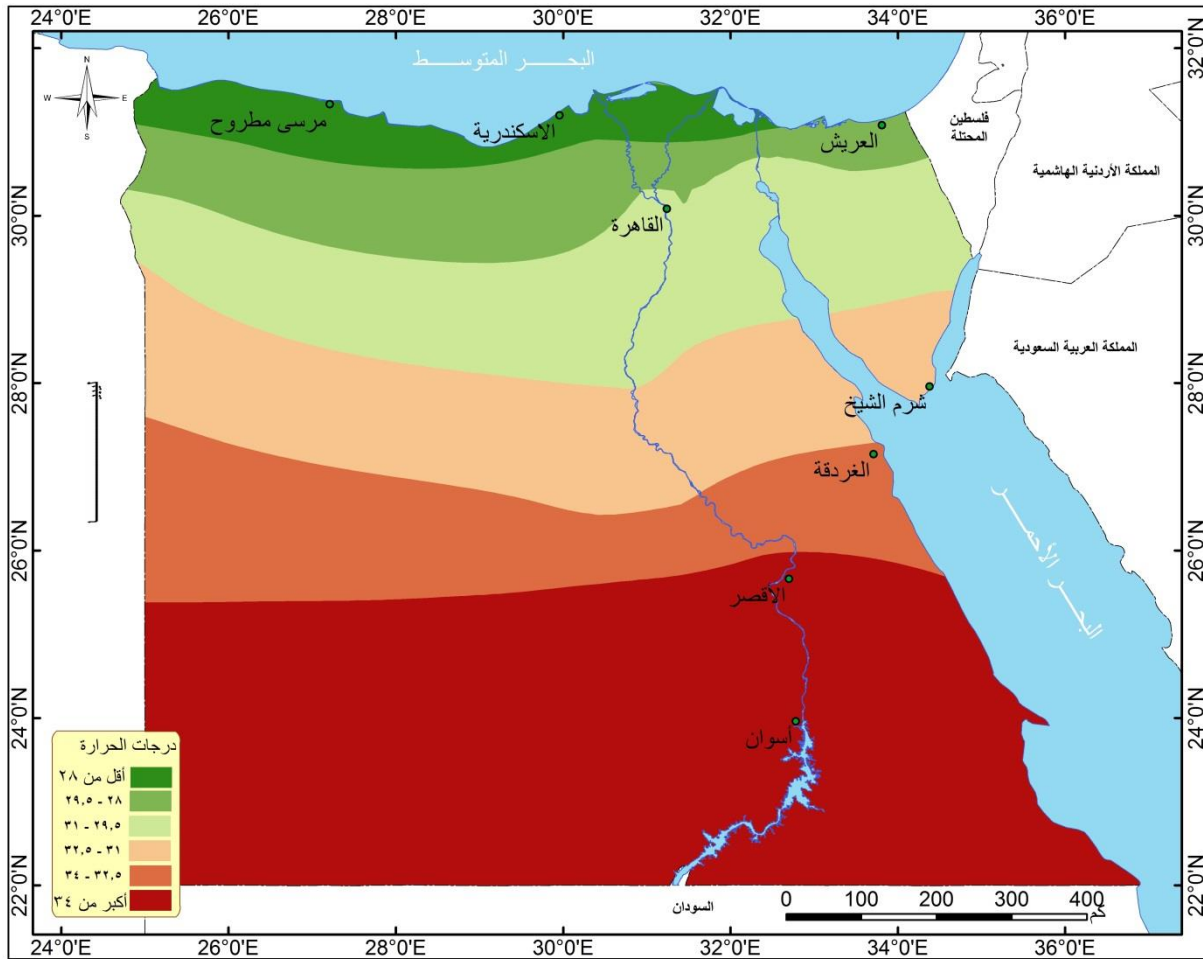
- انخفاض معدل درجة الحرارة العظمى على الساحل الشمالي مقارنة بالصيف بفارق ٣,٢ م° ليتراوح بين ٢٦,٨ م° - ٢٨,٨ م° بفارق ٢ م° ، حيث سجلت مرسى مطروح وبورسعيد أقل درجة حرارة في الخريف ٢٦,٨ م° ، يليهما كل من الإسكندرية والعريش ٢٧,٣ م° و ٢٨,٨ م° على الترتيب ، نتيجة زيادة زاوية ميل أشعة الشمس وبداية دخول الكتل الهوائية الباردة إلى البحر المتوسط .
- ارتفاع معدل درجة الحرارة العظمى جنوب الدلتا وقناة السويس مقارنة بالساحل الشمالي لتتراوح بين ٢٩,٤ م° - ٣٠,٣ م° بفارق ٠,٩ م° ، حيث سجلت القاهرة أقل معدل وسجلت الجيزة أعلى معدل ، ويعزي ذلك إلى البعد عن المؤثرات الساحلية .
- بلغ أقصى ارتفاع لمعدل درجة الحرارة في الوادي وجنوب مصر ليتراوح بين ٣١,٤ م° - ٣٥,٦ م° بفارق ٤,٢ م° ، حيث سجلت الأقصر وأسوان أعلى درجة حرارة ٣٤,٥ م° - ٣٥,٦ م° على الترتيب ، نظرا لتعامد الشمس على خط الإستواء والتأثر بالمنخفض السوداني .
- ارتفاع معدل درجة الحرارة في الصحراء الغربية ليتراوح بين ٣١,٤ م° - ٣٤,٣ م° ، حيث سجلت سيوه والداخل والخارجة (٣١,٤ م° ، ٣٤ م° ، ٣٤,٣ م°) على الترتيب ، نظرا لعدم تأثرها بالمؤثرات الساحلية.
- يعد شهر سبتمبر أعلى معدلات درجة الحرارة بمعدل ٣٤,٥ م° وذلك لتأثرة بدفء فصل الصيف، ويعد شهر نوفمبر أقل المعدلات ٢٦,٣ م° وذلك بداية فصل الشتاء .

- بلغ المعدل العام لدرجات الحرارة خلال هذا الفصل ٣٠,٧ °م بفارق واضح عن معدل فصل الصيف ٥,٢ °م و بمعدل انحراف عن المعدل السنوي ١,٣ °م .

جدول (٢٦) معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الشهر المحطة	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المعدل الخريفي	الانحراف عن المعدل السنوي
مرسى مطروح	٣٠,٠	٢٧,٠	٢٣,٤	٢٦,٨	٢,٢
الإسكندرية	٣٠,١	٢٧,٥	٢٤,٣	٢٧,٣	٢,٣
بورسعيد	٢٨,٤	٢٧,٧	٢٤,٤	٢٦,٨	١,٨
العريش	٣١,٤	٢٩,٥	٢٥,٥	٢٨,٨	٢,٢
الإسماعيلية	٣٣,٦	٣٠,٥	٢٥,٨	٣٠,٠	١,٥
بهتيم	٣٢,٧	٣٠,٤	٢٥,٥	٢٩,٥	١,٤
القاهرة	٣٣,٢	٢٩,٨	٢٥,١	٢٩,٤	١,٤
الجيزة	٣٤,١	٣٠,٨	٢٦,٠	٣٠,٣	٠,٩
أسيوط	٣٥,٦	٣٢,٢	٢٦,٥	٣١,٤	١,٢
الأقصر	٣٩,٤	٣٥,٢	٢٩,١	٣٤,٥	,٥
أسوان	٤٠,١	٣٦,٧	٣٠,١	٣٥,٦	١,٤
سيوه	٣٦,٧	٣٢,٠	٢٥,٦	٣١,٤	١,٢
الداخلية	٣٨,٨	٣٤,٧	٢٨,٥	٣٤,٠	١,٢
خارجة	٣٩,٠	٣٥,٠	٢٨,٩	٣٤,٣	٠,٥-
المعدل	٣٤,٥	٣١,٤	٢٦,٣	٣٠,٧	١,٣

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



شكل (٢٨) معدل درجة الحرارة العظمى في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٢٦) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

ب- درجة الحرارة الصغرى :

تمثل درجة الحرارة الصغرى أقل درجات الحرارة ليلاً ، وأدنى درجة حرارة يومية تكون خلال الساعات الأولى للنهار ، وتنخفض درجة الحرارة أكثر في الليالي الصافية وتزداد بتزايد الغيوم والضباب (على غانم : ٢٠٠٣ ، ص ٥٦) ، وفيما يلي شرح لخصائص درجة الحرارة الصغرى .

١- المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى :

وجد من تحليل جدول (٢٧) وشكل (٢٩) أن :

- بلغ المعدل العام لدرجة الحرارة الصغرى ١٦,٩ م° ، ويختلف المعدل السنوي على طول الساحل الشمالي فيتراوح بين ١٤,٥ م° - ١٩ م° ، فسجلت أدنى قيمة في العريش ١٤,٥ م° ، ويعزى ذلك إلى قلة السحب ويليها مرسى مطروح ١٦,٧ م° نتيجة التأثير بالرياح الشمالية الغربية الباردة ، وسجلت أعلى قيمة في كل من الإسكندرية وبورسعيد ١٩ م° ، ومرد ذلك لوجود السحب التي تمنع انعكاس الأشعة الأرضية للغلاف الجوي (محمد توفيق : ٢٠٠٤ ، ص ٧٢) .
- تراوح معدل درجة الحرارة الصغرى في جنوب الدلتا والوادي وقناة السويس بين ١٥,٢ م° - ١٩,٨ م° حيث سجلت أقل معدل في بهتيم ١٥,٢ م° ، وفي الجيزة والقاهرة والأقصر ١٧,٢ م° ، وسجلت أعلى معدل في أسوان ١٩,٨ م° ، ويعزى ذلك إلى الموقع بالنسبة لدوائر العرض .
- انخفاض معدلها في الصحراء الغربية مقارنة بجنوب الدلتا ومدن الوادي ليتراوح بين ١٥,٣ م° - ١٧ م° حيث بلغ أقل معدل في سيوة ١٥,٣ م° والداخلية ١٦ م° ، والخارجية ١٧ م° ، ويعزى ذلك لقلة تكون السحب على الصحراء الغربية مما يؤدي إلى انعكاس الأشعة الشمسية وبرودة السطح .

٢- المعدل الفصلي لدرجة الحرارة الصغرى :

أ- فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير) :

يغطي شمال إفريقيا ومصر ضغط مرتفع وسماء صافية في أغلب الأوقات ، مما يسمح ببرودة الأرض بالإشعاع ليلا فيما عدا المنطقة الساحلية حتى دائرة عرض ٣٠ شمالا التي تتأثر بالمنخفضات الجوية عبر البحر المتوسط وما يصاحبها من سحب وأمطار بالإضافة إلى تأثيرها بمياه البحر المتوسط الدافئة ، لذا فإن المنطقة الصحراوية بين خطي عرض ٢٥ ، ٣٠ شمالا في الصحراء الغربية تتميز بمناخ قاري بارد ليلا نظرا لصفاء السماء وجفاف الهواء وخفة الرياح (كامل حنا : ١٩٧٨ ، ص ٢٧) ، ووجد من تحليل جدول (٢٨) وشكل (٣٠) ما يلي :

- تراوح معدل درجة الحرارة الصغرى على الساحل الشمالي بين ٨,٢ م° - ١٢,٧ م° ، وسجلت العريش أقل درجة حرارة ٨,٢ م° ويليها مرسى مطروح والإسكندرية ١٠,٢ م° و ١٠,٥ م° على الترتيب ، وتسجل بورسعيد أقصى درجة حرارة ١٢,٧ م° ، ومرد ذلك لوجود السحب ووجود بحيرة المنزلة .

- بلغ معدل درجة الحرارة على جنوب الدلتا و على طول مدن الوادي بين ٧,١ م° - ١٠,٩ م° حيث سجلت أسيوط ٧,١ م° ، ويليها الأقصر ٨,١ م° ، ويرجع سبب الانخفاض في كل من أسيوط والأقصر نتيجة انسياب الهواء البارد من أعلي المرتفعات في الصحراء الشرقية عبر وادي شعيط وخريط اللذان يصبان في الوادي عند منطقة سهل كوم أمبو ، ثم بهتيم ٩,١ م° ، ثم الجيزة ١٠,٦ م° ، ثم القاهرة ١٠,٨ م° ، وتنخفض في الدلتا وجنوبها نتيجة ارتفاع نسبة هبوب الرياح الجنوبية الغربية القادمة من مركز البرودة في الصحراء الغربية (يوسف فايد وآخرون : ١٩٩٤ ، ص ٨٦) ، ويبلغ أقصى ارتفاع لها في أسوان ١٠,٩ م° .

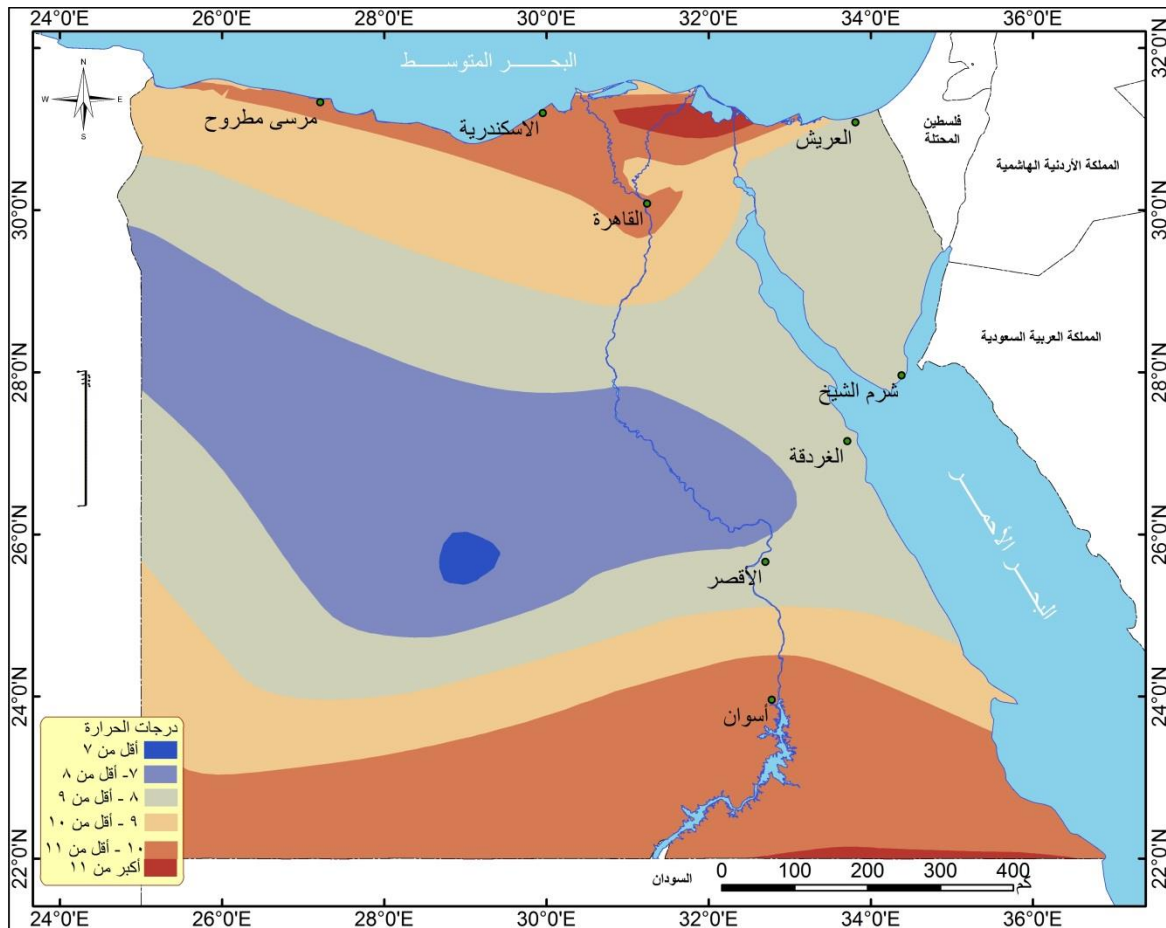
- انخفاض معدل درجة الحرارة الصغرى في الصحراء الغربية ليسجل ٦,٨ م° في الداخلة و ٧,٤ م° في سيوه و ٨ م° في الخارجة ، وذلك لأن الصحراء الغربية تعد مركز الضغط المرتفع مما يزيد من فرص تبريد الهواء وزيادة كثافته (يوسف فايد وآخرون : ١٩٩٤ ، ص ٨٢) .

- انحراف معدل درجة الحرارة الصغرى عن المعدل السنوي بصورة سلبية ، حيث يتراوح بين - ٦,١ م - - ٩,٢ م وبلغ أدناه في بهتيم - ٦,١ م ، ثم العريش وبورسعيد - ٦,٣ م ، ويبلغ أقصى انحراف في الداخلة - ٩,٢ م والأقصر - ٩,١ م .
- يعد شهر يناير أبرد شهور الشتاء حيث بلغ ٨,٤ م بفارق عن المعدل الفصلي ٠,٨ م ، نظرا لفقدان الأرض كافة حرارتها المكتسبة .

جدول (٢٨) معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الشهر المحطة	ديسمبر	يناير	فبراير	المعدل الشتوى	الانحراف عن المعدل السنوي
مرسى مطروح	١١,٣	٩,٦	٩,٧	١٠,٢	- ٦,٥
الإسكندرية	١٢,٤	٩,٤	٩,٧	١٠,٥	- ٨,٥
بورسعيد	١٣,٦	١٢,٢	١٢,٢	١٢,٧	- ٦,٣
العريش	٨,٩	٧,٦	٨,١	٨,٢	- ٦,٣
الإسماعيلية	٩,٧	٨,٣	٩,١	٩,٠	- ٧,١
بهتيم	٩,٩	٩,٢	٨,٣	٩,١	- ٦,١
القاهرة	١١,٥	٩,٩	١١,٥	١٠,٨	- ٦,٤
الجيزة	١١,٢	٩,٠	١١,٦	١٠,٦	- ٦,٦
أسيوط	٧,٦	٦,٢	٧,٤	٧,١	- ٨,٧
الأقصر	٨,٦	٦,٩	٨,٧	٨,١	- ٩,١
أسوان	١١,٤	١٠,٠	١١,٤	١٠,٩	- ٨,٩
سيوه	٧,٥	٦,٦	٨,١	٧,٤	- ٧,٩
الداخلة	٧,٥	٦,٠	٧,٠	٦,٨	- ٩,٢
الخارجة	٨,٧	٧,٠	٨,٣	٨,٠	- ٩
المعدل	١٠	٨,٤	٩,٤	٩,٢	- ٧,٦

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



شكل (٣٠) معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٢٨) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

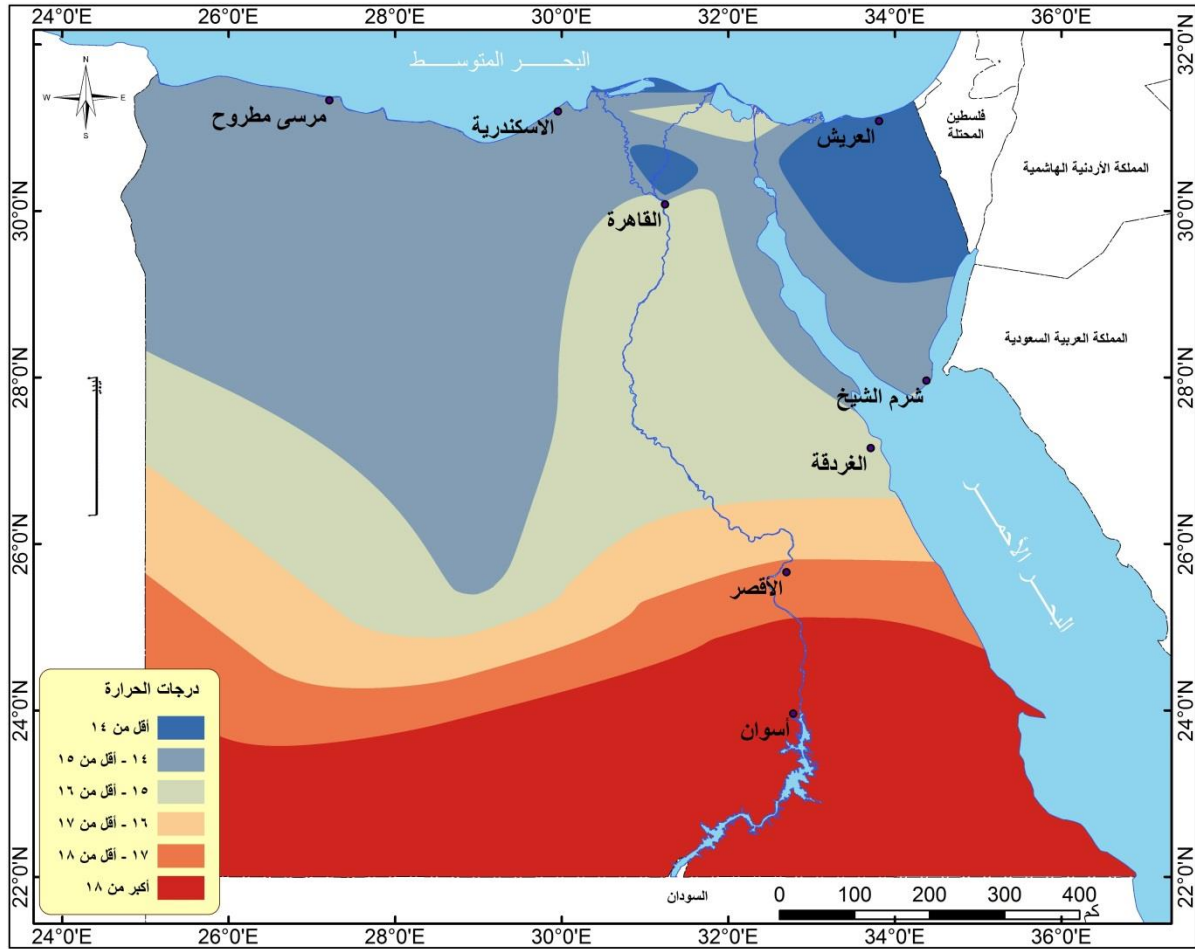
ب- فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) :

اتضح من تحليل جدول (٢٩) وشكل (٣١) ما يلي :

- زيادة معدل درجة الحرارة الصغرى على الساحل الشمالي مقارنة بفصل الشتاء بفارق ٣,٨ م^٠ لتتراوح بين ١٢,٥ م^٠ - ١٦,٥ م^٠ حيث سجلت العريش ١٢,٥ م^٠ و الإسكندرية ١٤,٣ م^٠ ، ومرسى مطروح ١٤,٥ م^٠ ، وبلغ أقصى ارتفاع لها في بورسعيد ١٦,٥ م^٠ ، ويعزى انخفاضها نوعا ما إلى أن الساحل الشمالي يقع في مركز برودة المنخفضات .
 - زيادة معدلها في الوادي بين ١٥,٢ م^٠ - ١٩,٧ م^٠ ، حيث سجلت أسيوط ١٥,٢ م^٠ ، وأقصى ارتفاع لها في أسوان ١٩,٧ م^٠ نتيجة البعد عن المؤثرات الساحلية وعدم تعمقها .
 - انخفاض معدل درجة الحرارة الصغرى في الصحراء الغربية بين ١٤,٤ م^٠ - ١٦,٦ م^٠ ، حيث سجل في سيوه ١٤,٤ م^٠ ، والداخلية ١٤,٨ م^٠ ، والخارجة ١٦,٦ م^٠ ، بسبب وجود مركز البرودة الرئيس ، وسرعة فقدان اليااس للحرارة المكتسبة .
 - انخفاض معدل درجة الحرارة جنوب الدلتا بين ١٢,٦ م^٠ - ١٥,٧ م^٠ ، حيث سجلت بهتيم ١٢,٦ م^٠ وسجلت كل من الجيزة والقاهرة ١٥,٦ م^٠ و ١٦,٧ م^٠ على الترتيب ، وذلك لوقوعها على أطراف المنخفضات الجوية (يوسف فايد وآخرون : ٩٩٤ ، ص ٨٨) .
- جدول (٢٩) معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المحطة \ الشهر	مارس	أبريل	مايو	المعدل الربيعي	الانحراف عن المعدل السنوي
مرسى مطروح	١١,٧	١٣,٧	١٨,٠	١٤,٥	٢,٢-
الإسكندرية	١١,٥	١٤,١	١٧,٤	١٤,٣	٤,٧-
بورسعيد	١٣,٩	١٦,١	١٩,٤	١٦,٥	٢,٥-
العريش	١٠	١٢,٣	١٥,٢	١٢,٥	٢-
الإسماعيلية	١١,٣	١٤,٢	١٧,٣	١٤,٢	١,٩-
بهتيم	٩,٧	١٢,٥	١٥,٨	١٢,٦	٢,٦-
القاهرة	١٢,٧	١٥,٦	١٨,٩	١٥,٧	١,٥-
الجيزة	١٢,٢	١٥,٥	١٩,١	١٥,٦	١,٦-
أسيوط	١١,٣	١٥,٢	١٩,١	١٥,٢	٠,٦-
الأقصر	١٢,٤	١٧,٣	٢١,٨	١٧,٢	٠
أسوان	١٤,٩	٢٠,١	٢٤,١	١٩,٧	٠,١-
سيوه	١٠,٧	١٤,٣	١٨,١	١٤,٤	٠,٩-
الداخلية	١٠,٣	١٥,٠	١٩,٢	١٤,٨	١,٢-
الخارجة	١١,٥	١٧,٠	٢١,٣	١٦,٦	٠,٤-
المعدل	١١,٧	١٥,٢	١٨,٩	١٥,٣	١,٦-

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



شكل (٣١) معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٢٩) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

ج- فصل الصيف (يوليه ، يوليه ، أغسطس) :

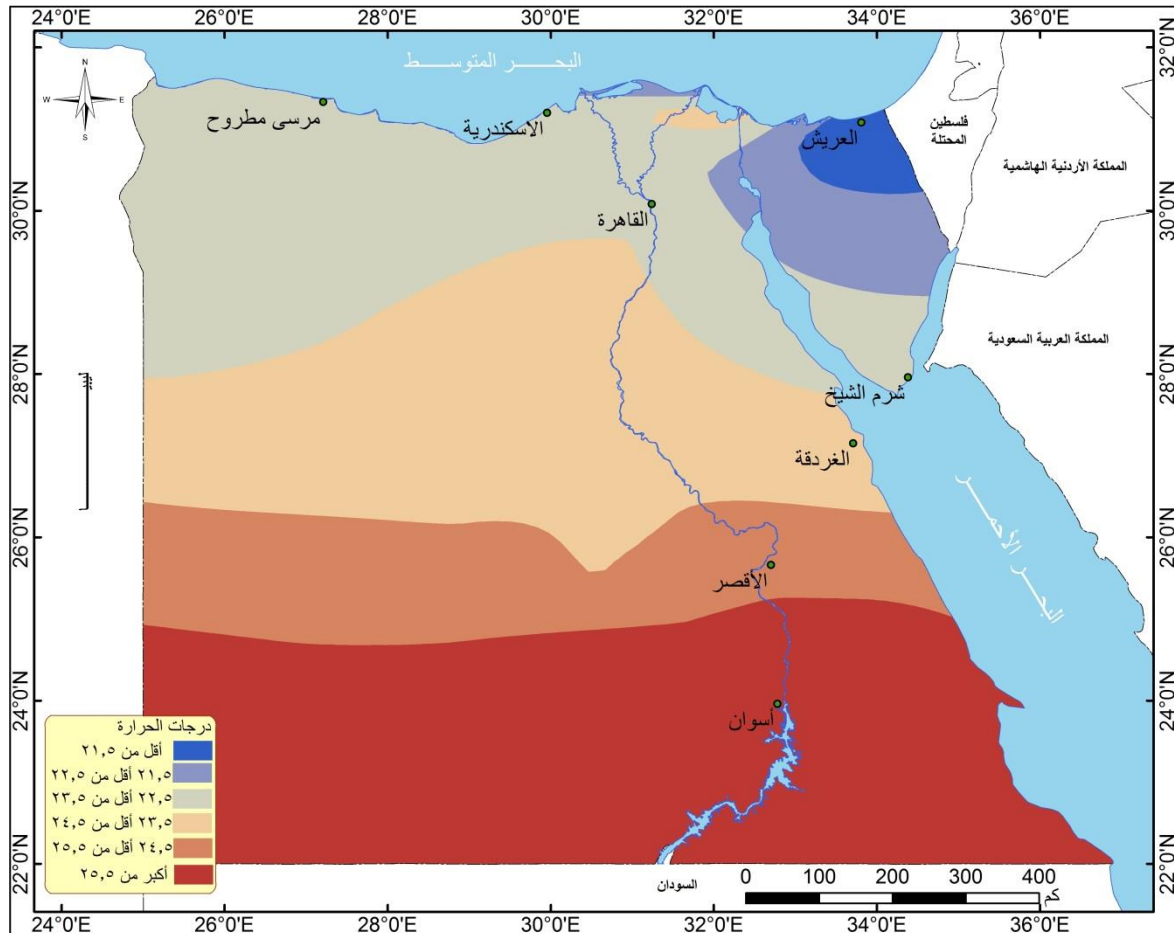
يعد فصل الصيف أعلى فصول السنة في معدل درجة الحرارة الصغرى ، حيث تعامد الشمس على مدار السرطان ، وتبين من تحليل جدول (٣٠) وشكل (٣٢) الآتي :

- تراوح معدل درجة الحرارة الصغرى على الساحل الشمالي بين ٢٠,٥ م° - ٢٤,١ م° حيث زاد عن معدله في الربيع بفارق ٨,٢ م° ، وسجلت العريش أقل درجة ٢٠,٥ م° ، يليها مرسى مطروح ٢٢,٨ م° ثم الإسكندرية ٢٣,٢ م° ، ثم بورسعيد ٢٤,١ م° . بينما يتراوح معدل درجة الحرارة في الوادي وجنوب الدلتا بين ٢٢,٥ م° - ٢٧,١ م° ، حيث سجلت أدنى قيمة له في بهتيم ٢٢,٥ م° ، وسجل أعلى معدل لها في أسوان ٢٧,١ م° نظرا لمرور مدار السرطان ، و تراوح معدل درجة الحرارة الصغرى في الصحراء الغربية بين ٢٢,٦ م° - ٢٤,٨ م° ، حيث سجلت كل من سيوه ، والخارجة ، والداخلية (٢٢,٦ م° ، ٢٤,٥ م° ، ٢٤,٨ م°) على الترتيب.
- انحراف معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الصيف عن المعدل السنوي انحرافا موجبا وسجل أدناه في الإسكندرية ٤,٢ م° وأعلاه في الداخلية ٨,٨ م° .

جدول (٣٠) معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الشهر المحطة	يوليه	أغسطس	المعدل الصيفي	الانحراف عن المعدل السنوي
مرسى مطروح	١٩,٦	٢٢,٢	٢٢,٨	٦,١
الإسكندرية	٢١,٦	٢٣,٧	٢٣,٢	٤,٢
بورسعيد	٢٢,٨	٢٤,٣	٢٤,١	٥,١
العريش	١٨,٨	٢١,٠	٢٠,٥	٦
الإسماعيلية	٢٠,٥	٢٢,٦	٢٢,١	٦
بهتيم	١٩,٨	٢٥,٧	٢٢,٥	٧,٣
القاهرة	٢٢,٠	٢٣,٤	٢٣,٢	٦
الجيزة	٢٢,٢	٢٣,٦	٢٣,٤	٦,٢
أسيوط	٢٥,٥	٢٣,٤	٢٤,١	٨,٣
الأقصر	٢٤,١	٢٥,٥	٢٥,٠	٧,٨
أسوان	٢٦,١	٢٧,٤	٢٧,١	٧,٣
سيوه	٢١,٤	٢٣,٠	٢٢,٦	٧,٣
الداخلية	٢٢,٨	٢٧,٨	٢٣,٨	٨,٨
الخارجة	٢٤,٢	٢٤,٥	٢٤,٥	٧,٥
المعدل	٢٢,٢	٢٤,٢	٢٣,٦	٦,٧

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



شكل (٣٢) معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٣٠) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

د- فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) :

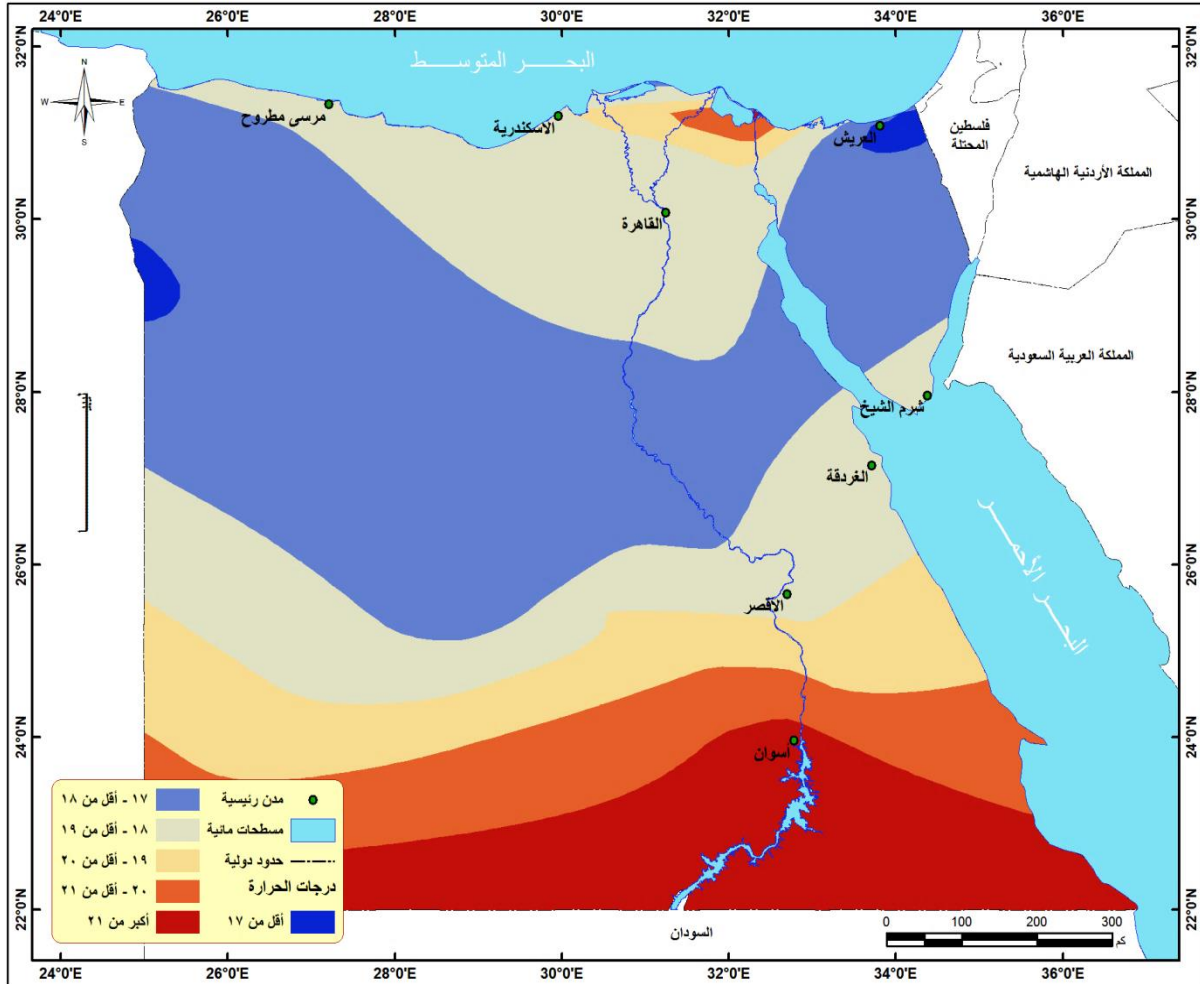
يرتفع معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الخريف عن فصل الربيع ، نتيجة لتأثير المنطقة بعملية التسخين في فصل الصيف واتضح من تحليل جدول (٣١) وشكل (٣٣) ما يلي:

- لم يكن هناك تباين ملحوظ على مستوى سطح مصر فوجد أنه يتراوح بين ١٦,٦م - ٢١,٤م بفارق ٤,٨م ، حيث سجلت أدنى درجة حرارة في العريش ١٦,٦م ، وفي بهتيم وسيوه ١٦,٧م ، وأسيوط ١٧م ، والداخلية ١٧,٤م ، ومرسى مطروح ١٨,٢م ، والأقصر ١٨,٥م ، والإسكندرية والإسماعيلية ١٨,٩م ، والخارجة ١٩م ، والقاهرة والجيزة ١٩,١م ، وأسوان ٢١,٤م ، وبورسعيد ٢١,٥م ، بسبب وجود التجانس الحراري .
- يعد الانحراف عن المعدل السنوي في الخريف طفيف يتراوح بين -٠,١م - ٢,٨م ، وبلغ أدنى انحراف في الإسكندرية -٠,١م ، وأقصاه في الإسماعيلية ٢,٨م ، ويعد شهر سبتمبر الأعلى في معدل درجة الحرارة الصغرى ٢٢,٤م ، ويعد شهر نوفمبر الأقل في المعدل ١,٤م ، ويبلغ المعدل العام ١٨,٥م ، بدرجة انحراف عن المعدل السنوي ١,٧م .

جدول (٣١) معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الشهر المحطة	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المعدل الخريفي	الانحراف عن المعدل السنوي
مرسى مطروح	٢١,٤	١٨,٦	١٤,٨	١٨,٢	١,٥
الإسكندرية	٢٢,٥	١٩,٣	١٤,٨	١٨,٩	-٠,١
بورسعيد	٢٤,٠	٢٢,١	١٨,٤	٢١,٥	٢,٥
العريش	١٩,٩	١٧,٣	١٢,٦	١٦,٦	٢,١
الإسماعيلية	٢٤,٩	١٨,٦	١٣,٤	١٨,٩	٢,٨
بهتيم	١٩,٨	١٧,١	١٣,١	١٦,٧	١,٥
القاهرة	٢٢,٤	١٩,٧	١٥,٣	١٩,١	١,٩
الجيزة	٢٢,٦	١٩,٨	١٥,٠	١٩,١	١,٩
أسيوط	٢١,٢	١٧,٦	١٢,٣	١٧,٠	١,٢
الأقصر	٢٢,٨	١٩,٤	١٣,٢	١٨,٥	١,٣
أسوان	٢٥,٤	٢٢,٥	١٦,٣	٢١,٤	١,٦
سيوه	٢١,٥	١٧,١	١١,٥	١٦,٧	١,٤
الداخلية	٢٢,١	١٧,٨	١٢,٣	١٧,٤	١,٤
الخارجة	٢٣,٦	١٩,٨	١٣,٥	١٩,٠	٢
المعدل	٢٢,٤	١٩,١	١٤	١٨,٥	١,٧

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



شكل (٣٣) معدل درجة الحرارة الصغرى في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٣١) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

٢ - أثر درجة الحرارة السطحية على النقل الجوي :

تعد درجة الحرارة السطحية من أهم العناصر المناخية التي تؤثر على النقل الجوي ، فهي تؤثر على طول ممر المطار ، وتحكم في حمولة الطائرة ، وتتسبب في أعطال الطائرات ، وسيتناول كلا منها بشئ من التفصيل كالتالي :

أ- تأثير درجة الحرارة السطحية على طول ممرات المطار :

تؤثر درجة الحرارة السطحية على طول الممر الأرضي في المطارات ، فوجد أن ارتفاع درجة الحرارة درجة واحدة يؤدي إلى زيادة طول الممر الأرضي بنسبة ١ % ، وتسمى هذه الزيادة تصحيح درجة الحرارة Correction of Temperature (Sealy : ٢٠٠٧ , p ١٧٨) ، ووضح من تحليل جدول (٣٢) ما يلي :

❖ اختلاف أطوال الممرات في شمال مصر عن جنوبها ، فوجد أن المعدل السنوي لدرجة الحرارة في مرسى مطروح ، والإسكندرية ، وبورسعيد ، والعريش بلغ ٢٤,٦ م ، ٢٥ م ، ٢٥ م ، ٢٦,٦ م على الترتيب ، ونتيجة لأنها أقل درجة حرارة على مستوى مصر حيث وجد مطارات الساحل الشمالي أقل المطارات في طول الممرات ، كما وجد في مرسى مطروح ممران بلغ طول الممر الواحد ٢٨٠٠ م ، ومطار الإسكندرية به ممران الأول بلغ طوله ٢٧٠١ م والثاني ١٨٠١ م ، ومطار بورسعيد به ممر واحد طوله ٢٣٤٩ م وممران في مطار العريش بلغ طول الممر الواحد ٢٩٠٠ م ، وتزداد أطوال ممرات المطارات بالاتجاه جنوبا ، حيث بلغ متوسط درجة الحرارة بالقاهرة ٢٨ ° م وطول ممراته الثلاثة ٣٣٠١ م ، ٣٩٩٩ م ، ٤٠٠٠ م ، وبلغ معدل درجة الحرارة في أسيوط ٣٠,٢ م وطول الممر ٣٠١٩ م ، بينما في الداخلة ٣٢,٨ م وطول الممر ٢٤٨٩ م ، أما في أسوان ٣٤,٢ م وطول الممر ٣٤٠٢ م ، وبلغ في الخارجة ٣٤,٨ م وطول الممر ٣٥٠٠ م .

❖ زيادة طول الممر مع ارتفاع درجات الحرارة أدى إلى زيادة المسافة التي تقطعها الطائرة على الممر في الإقلاع والهبوط ، ومرد ذلك انخفاض كثافة الهواء .

جدول (٣٢) بعض أطوال الممرات الأرضية والمتوسط السنوي لدرجة الحرارة في بعض مطارات مصر

المطار	عدد الممرات	طول الممر بالمتر	متوسط درجة الحرارة السنوي
مرسى مطروح	٢	٢٨٠٠	٢٤,٦
		٢٨٠٠	
الإسكندرية	٢	٢٧٠١	٢٥
		١٨٠١	
بورسعيد	١	٢٣٤٩	٢٥
العريش	١	٢٩٠٠	٢٦,٦
القاهرة	٣	٣٣٠١	٢٨
		٣٩٩٩	
		٤٠٠٠	
أسوان	١	٣٤٠٢	٣٤,٢
أسيوط	١	٣٠١٩	٣٠,٢
الأقصر	١	٣٠٠٠	٣٤
الداخلية	١	٢٤٨٩	٣٢,٨
الخارجية	١	٣٥٠٠	٣٤,٨

المصدر : تم إعداده اعتمادا على دليل الطيران المدني المصري (٢٠١١) ، صفحات متنوعة ، و جدول (٢٢) .

ب- العلاقة بين درجة الحرارة السطحية وطول الممرات :

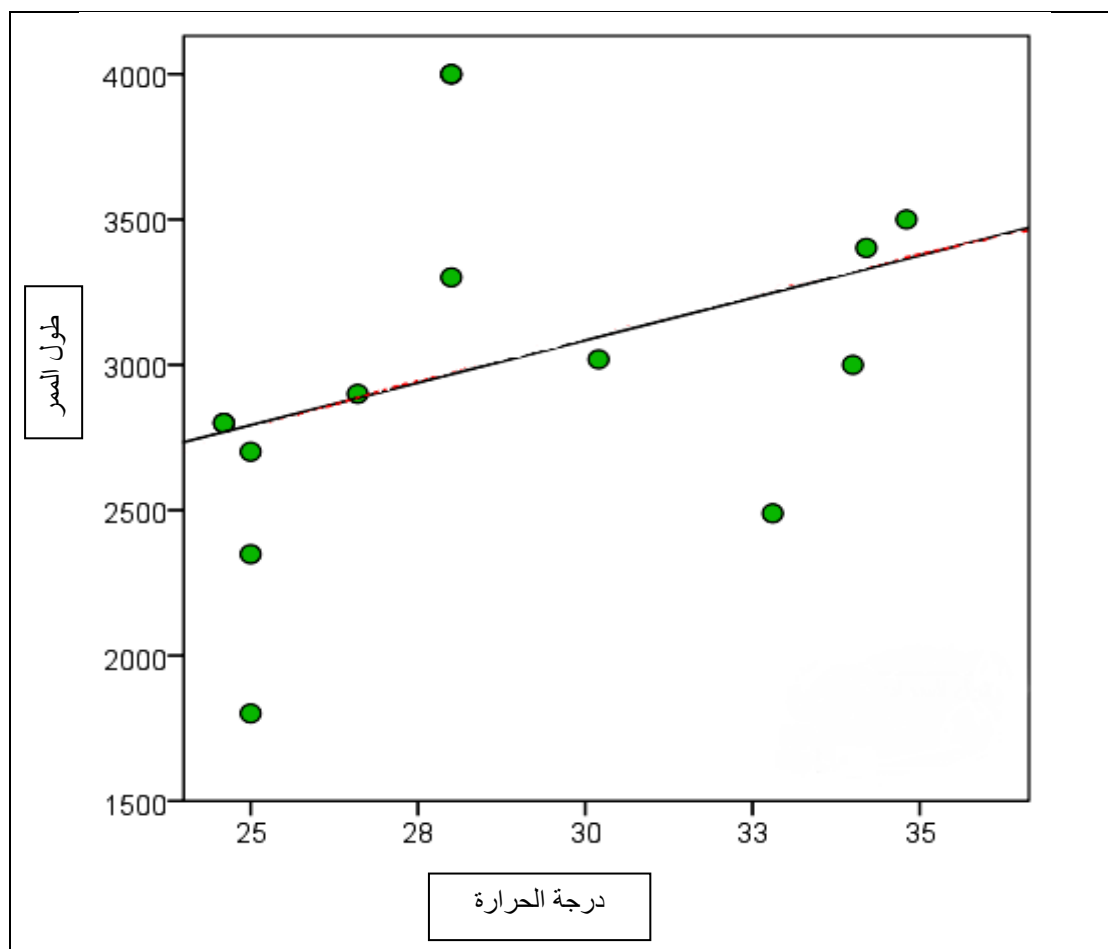
تبين من قياس العلاقة بين درجة الحرارة السطحية وأطوال الممرات الأرضية اتضح من تحليل جدول (٣٣) شكل (٣٤) أن :

- توجد علاقة طردية ضعيفة بين طول الممرات بلغت ٠,٣٧ ، بدرجة ثقة مرتفعة ٩٨ % ، وذات دلالة معنوية مرتفعة ٠,٠٠٥ ، ويرجع ذلك إلى أنها لم تأخذ عامل درجة الحرارة في الاعتبار عند تصميمها .
- بلغ الانحدار الخطي بين درجة الحرارة وأطوال الممرات ٠,١٣ ، وهي علاقة ضعيفة نظرا لأن درجات الحرارة غير مرتبطة بأطوال الممرات ، وعند درجة ثقة ٩٩ % ، وذات دلالة معنوية مرتفعة ٠,٠٠٥ .

جدول (٣٣) العلاقة بين درجة الحرارة السطحية وطول الممرات

المعامل	درجة الارتباط	درجة الثقة %	الدلالة المعنوية
ارتباط بيرسون	٠,٣٧	٩٨	٠,٠٠٥
انحدار خطي	٠,١٣	٩٩	٠,٠٠٥

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٣٢ ، ٢٢) ، بإستخدام برامج spss ١٩ .



شكل (٣٤) التوزيع الإنتشاري بين درجة الحرارة وطول الممرات

المصدر: تم إعداده باستخدام spss ١٩ والإعتماد على جدول (٣٢) .

ج- تأثير درجة الحرارة على أعطال الطائرات :

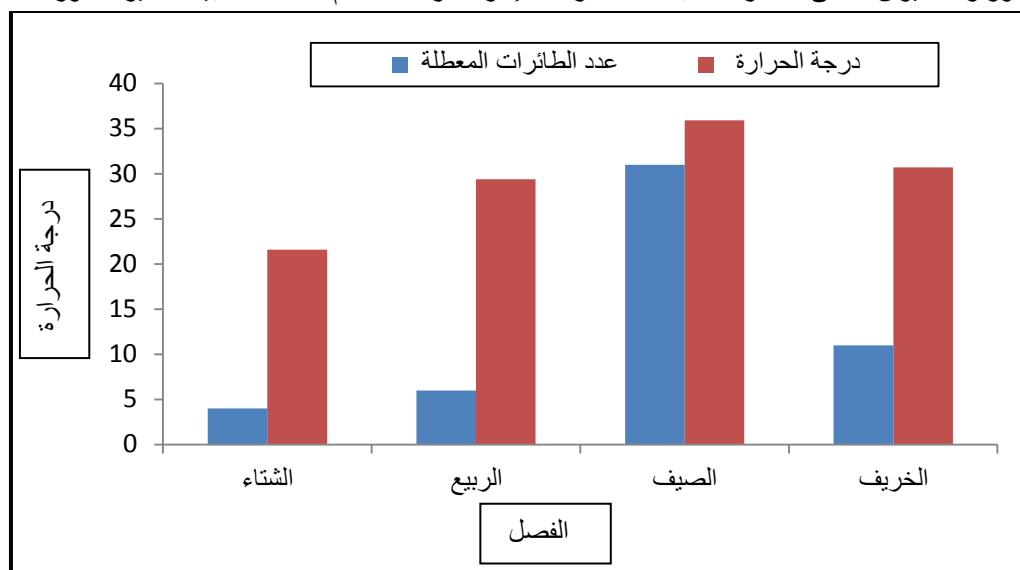
تعد أعطال الطائرات أحد المصاعب التي تواجه مهندسي وفني الطيران والتي تزداد خلال فصل الصيف بسبب ارتفاع درجة الحرارة ووجد من تحليل جدول (٣٤) وشكل (٣٥) الآتي :

❖ يعد فصل الصيف أكثر فصول السنة من حيث عدد أعطال الطائرات الناتجة عن ارتفاع درجة الحرارة حيث بلغ عدد الطائرات المعطلة ٣١ طائرة ، و بلغ معدل درجة الحرارة ٣٥,٩ م° ، ويأتى بعده فصل الخريف ١١ طائرة بمعدل درجة حرارة ٣٠,٧ م° ، ثم يليه فصل الربيع ٦ طائرات بمعدل درجة حرارة ٢٩,٤ م° ، وأخيرا سجل فصل الشتاء أدنى فصول السنة في الأعطال ٤ طائرات بمعدل درجة حرارة ٢١,٦ م° .

جدول (٣٤) درجات الحرارة وعدد الطائرات المعطلة خلال الفترة (٢٠٠٦ - ٢٠١٢)

الفصل	عدد الطائرات المعطلة	درجة الحرارة / م
الشتاء	٤	٢١,٦
الربيع	٦	٢٩,٤
الصيف	٣١	٣٥,٩
الخريف	١١	٣٠,٧

المصدر : وزارة الطيران المدني ، الشركة القابضة للمطارات ، إدارة الازمات ، قسم الاحصاء ، بيانات غير منشورة.



شكل (٣٥) درجات الحرارة وعدد الطائرات المعطلة خلال الفترة ٢٠٠٦ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٣٤) .

د- العلاقة بين درجة الحرارة وأعطال الطائرات " دراسة كمية " :

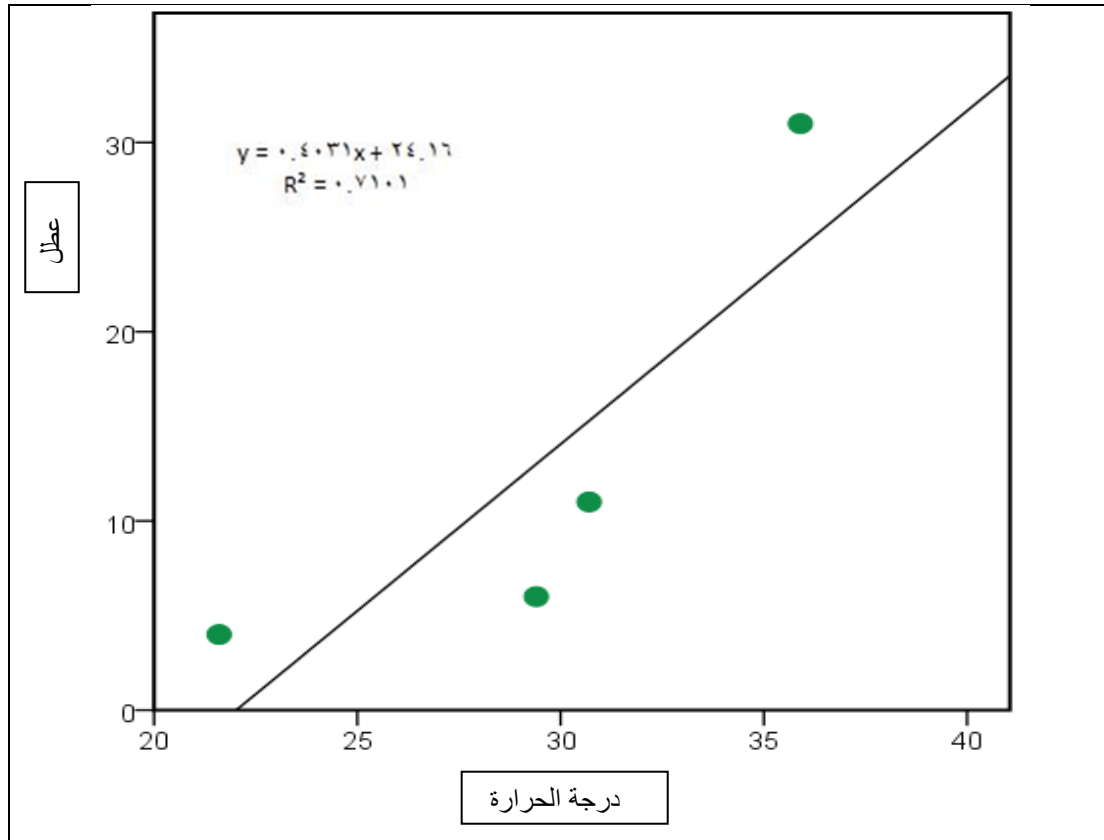
اتضح من تحليل جدول (٣٥) وشكل (٣٦) ما يلي :

- وجدت علاقة طردية قوية بين درجة الحرارة وأعطال الطائرات بلغت ٠,٨٤ أي كلما زادت درجة الحرارة زادت أعطال الطائرات ، بدرجة ثقة ٩٩% ، ودلالة معنوية ٠,٠٠٥ .
- بلغ الانحدار الخطي ٠,٧١ بدرجة ثقة ٩٩% أي أن أعطال الطائرات مرتبط بدرجات الحرارة بنسبة كبيرة ، ودلالة معنوية ٠,٠٠٥ .

جدول (٣٥) العلاقة بين درجة الحرارة السطحية واعطال الطائرات

المعامل	درجة الارتباط	درجة الثقة %	الدلالة المعنوية
ارتباط بيرسون	٠,٨٤	٩٩	٠,٠٠٥
انحدار خطي	٠,٧١	٩٩	٠,٠٠٥

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٣٤) ، باستخدام برامج spss ١٩ .



شكل (٣٦) العلاقة بين درجة الحرارة واعطال الطائرات خلال الفترة (٢٠١٢ - ٢٠٠٦)

المصدر : تم إعداده بالإعتماد على جدول (٣٤) وبرنامج ١٩ SPSS .

هـ تأثير درجة الحرارة على حمولة الطائرة :

تؤثر درجة الحرارة على حمولة الطائرة ، حيث يلاحظ عندما ترتفع درجة الحرارة أكثر من ٣٥ م° يراعى انقاص حمولة الطائرة سواء كانت الحمولة ركاب أو بضائع أو بريد ، وإذا زادت درجة الحرارة عن ٣٥ م° فكل درجة مئوية إضافية تقل حمولة الطائرة ١٠٠ كجم (فاروق عز الدين: ١٩٨١ ، ص ١٥) ، لذلك تنخفض في مطار أسيوط ٢٥٠ كجم عن الوزن المقرر لها حيث تسجل درجة حرارة الصيف ٣٧,٥ م° ، وتقل الحمولة المقررة في مطار الأقصر إلى ٦٤٠ كجم، بسبب ارتفاع درجة الحرارة صيفا لتسجل ٤١,٤ م° ، وتقل في مطار الداخلة إلى ٥٤٠ كجم حيث يسجل درجة حرارة ٤٠,٤ م° ، ويعد شهر يولييه أكثر شهور السنة تخفيضاً في الحمولة حيث لا يقل المعدل الشهري لجميع أجزاء الجمهورية عن ٣٥ م° إلا في (الإسكندرية - مرسى مطروح - بورسعيد - العريش).

و- تأثير درجة الحرارة على هيكل الطائرة ومادة رصف الممرات :

- يؤثر ارتفاع درجة الحرارة على هيكل الطائرة بصورة واضحة ، ويرجع ذلك إلى أن الطائرة صممت لكي تعمل في ظل ظروف مناخية مناسبة أو ما يسمى ظرف اليوم القياسي ذات درجة حرارة معينة لا تزيد عن ١٥ م (أحمد عفيفي : ١٩٨٤ ، ص ٥٧) ، لذلك وجد أن درجة الحرارة في مصر تؤثر تأثيرا سلبيا على جسم الطائرة ، حيث إن المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى لمصر يتراوح بين ٢٤,٦ م – ٣٤,٨ م ، مما يعمل على قصر عمر الطائرات في مصر الأمر الذي يؤدي إلى زيادة التكلفة الاقتصادية .
- بينما تؤثر أيضا على مادة رصف الممرات الأرضية حيث تجعلها أكثر عرضة للتفتت ، مما يؤدي إلى عدم ثبات الطائرة أثناء الإقلاع أو الهبوط ويجعلها تتحرف عن الممر يمينا ويسارا (Frank : ١٩٩٩ ، p ٧٤) ، ووجد أن المطارات الجنوبية مثل مطار أسوان ، وأسيوط ، والأقصر ، ومرسى علم ، والخارجة ، والداخلية يتم ترميم الممرات مرتين على الأقل سنويا ، بينما ترصف في المطارات الشمالية مرة واحدة سنويا مثل مطار الإسكندرية ، وبرج العرب ، والعريش ، وأخيرا بورسعيد . *

* مقابلة مع مدير عمليات النقل الجوي ، بالشركة القابضة للمطارات يوم ٧ / ٧ / ٢٠١٢ .

الخلاصة :

تبين من خلال دراسة هذا الفصل ما يلي :

- تتباين معدل الإشعاع الشمسي على مصر من الإتجاه شمالا صوب الجنوب وفقا للموقع بالنسبة لدوائر العرض فيزداد جنوبا وينخفض شمالا ، ويرجع ذلك إلى حركة الشمس الظاهرية .
- شهد فصل الصيف أكبر معدل للإشعاع الشمسي ، ويليه فصل الخريف ، ثم فصل الربيع ، وأخيرا فصل الشتاء .
- تتباين درجات الحرارة العظمى والصغرى على مصر بين الشمال والجنوب ، نظرا لعدة أسباب أهمها زاوية ميل أشعة الشمس ، والمؤثرات الساحلية ومراكز المنخفضات .
- يعد فصل الشتاء أكثر الفصول تباينا في درجة الحرارة حيث يرتبط بالمنخفضات الجوية ، ويليه فصل الربيع والخريف ، ولكن لم يشهد فصل الصيف تباينا واضحا نظرا لاستقراره المناخي .
- وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين كل من معدل الإشعاع الشمسي وكمية الطاقة المستهلكة على الممرات الأرضية ، بينما تبين أن ثمة علاقة ارتباط ضعيفة بين كل من درجة الحرارة وطول الممرات ، بسبب عدم وضع درجة الحرارة في الحساب أثناء التصميم ، بينما كانت العلاقة بين درجة الحرارة وأعطال الطائرات علاقة طردية قوية .
- تؤثر درجة الحرارة على كل من هيكل الطائرة ، ومادة رصف الممرات بشكل سلبي مما يؤدي إلى زيادة التكلفة الإقتصادية .

الفصل الثالث

تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على النقل الجوي في مصر

مقدمة .

أولا : خصائص درجة الحرارة في طبقات الجو العليا :

١ - المعدل السنوي لدرجة الحرارة في طبقات الجو العليا في مصر .

٢ - المعدل الفصلي لدرجة الحرارة في طبقات الجو العليا في مصر :

أ- فصل الشتاء .

ب- فصل الربيع .

ج- فصل الصيف .

د- فصل الخريف .

ثانيا : تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على النقل الجوي :

١ - تأثير درجة حرارة الهواء العلوي على سرعة الطائرة :

أ - تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة في فصل الشتاء .

ب-تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة في فصل الربيع .

ج- تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة في فصل الصيف .

د - تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة في فصل الخريف .

٢ - تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على تكون الجليد على جسم الطائرة

الخلاصة .

مقدمة :

تعاني الدراسات الرأسية للغلاف الجوي من ندرتها بالرغم من أهميتها ، لأنها تعطي معلومات حيوية عن المقاطع الرأسية له ، وتعد هذه البيانات ذات أهمية كبيرة في دراسة علم المناخ بعامة ، وفي المناخ التطبيقي بخاصة ، كما لها دور في عملية التنبؤ الجوي وصناعة الطيران ، ويؤكد كل من (Peterson and Russell : ١٩٩٧ , p ٥٦) أن رصد درجة حرارة الهواء أثناء الطيران عملية إلزامية تتم كل ٣٠٠ م فوق منسوب سطح البحر ، وبناء عليه تم تقسيم الغلاف الجوي إلى عدة طبقات وفقا للتغير في منظومة الضغط الجوي تبدأ من طبقة ضغط (١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال) حيث تبدأ من ارتفاع صفر إلى أقل من ١٥٠٠ م ، و طبقة (٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال) من ارتفاع ١٥٠٠ إلى أقل من ٣٠٠٠ م ، و طبقة (٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال) على ارتفاع من ٣٠٠٠ إلى أقل من ٤٥٠٠ م ، وطبقة (٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال) من ارتفاع ٤٥٠٠ إلى أقل من ٦٠٠٠ م ، ولقد تم تحديد هذا الارتفاع وفقا لأقصى ارتفاع يطير عليه الطيران المصري ، ولما لدرجة الحرارة في طبقات الجو العليا دور واضح في توليد الظواهر الجوية المختلفة لذلك فإنها تلعب دورا مباشرا في الطيران ، حيث تؤثر على سرعة الطائرة و نظام التبريد ، وسوف يوضح هذا الفصل خصائص درجة الحرارة في طبقات الجو العليا وأثرها على النقل الجوي .

أولا : خصائص درجة الحرارة في طبقات الجو العليا :

١- المعدل السنوي لدرجة الحرارة في طبقات الجو العليا :

أ- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال :

اتضح من دراسة جدول (٣٦) وشكل (٣٧) مايلي :

- ارتفاع معدل درجة الحرارة حيث بلغ ٢٠,٣ م ، بفارق ٤,٧ م عن درجة حرارة الهواء السطحية ، ويعزى ذلك لقرب الطبقة من سطح الأرض .
- يعد الساحل الشمالي الأقل في معدل درجة الحرارة ، حيث سجل في العريش ١٧,٤ م ، ويليهِ مرسى مطروح ١٧,٨ م ، ويرتفع بالاتجاه جنوبا ، حيث سجل في حلوان ١٨,٤ م ، والوادي الجديد ٢٣,٤ م ، وبلغ أقصاه في أسوان ٢٤,٦ م ، ومرد ذلك إلى البعد عن حركة الكتل الهوائية العلوية .

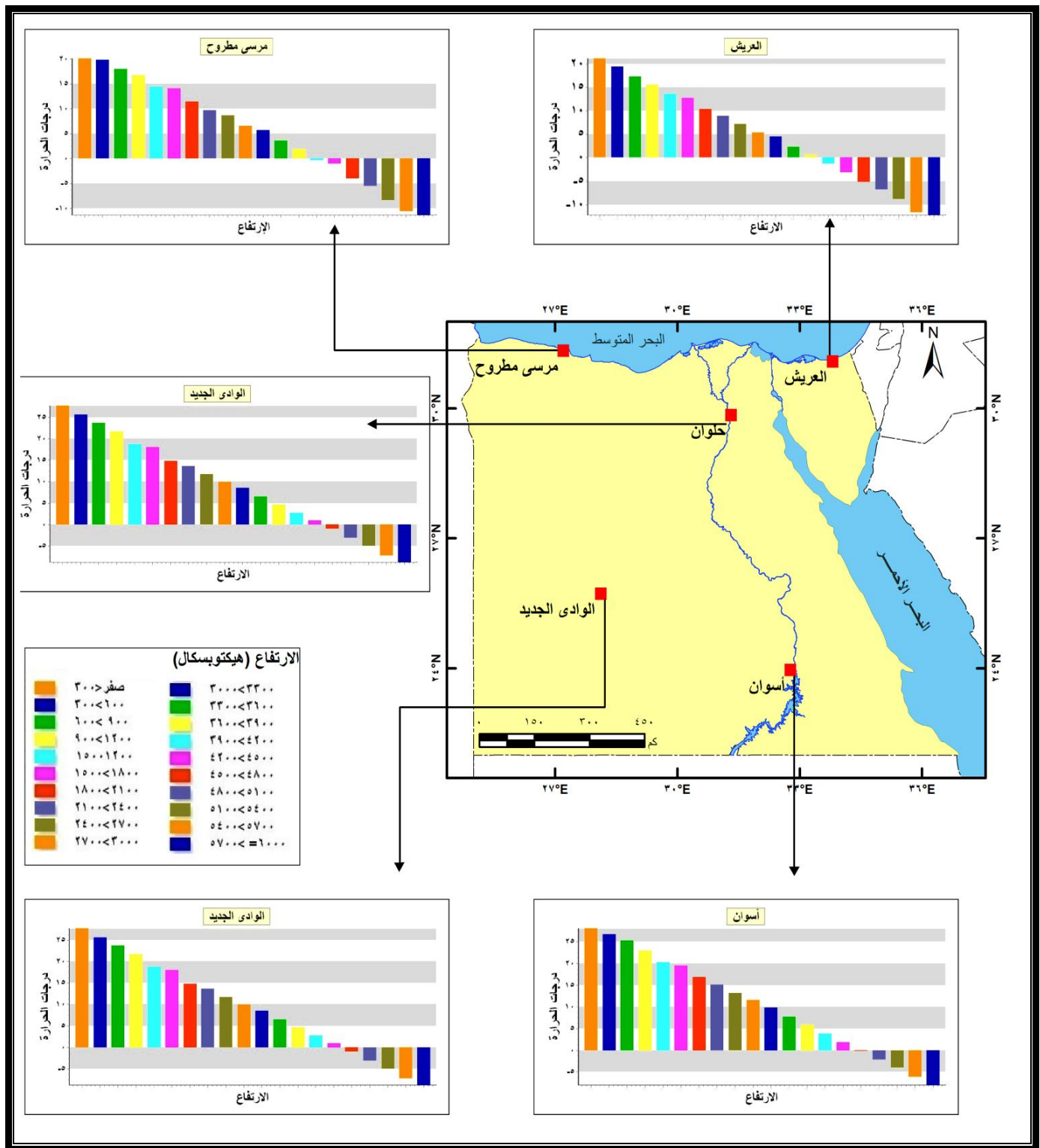
- زيادة التباين في المدى الحراري في هذه الطبقة على الساحل الشمالي شرقا وغربا ليسجل في كل من مرسى مطروح والعريش ٥,٧ م ، ٧,٦ م على التوالي ، ، وينخفض التباين بالاتجاه جنوبا حيث سجل في كل من أسوان ، وحلوان ، والوادي الجديد ٧,٩ م ، ٨,٧ م ، ٩ م على الترتيب .

- بلغ معدل التغير لكل ٣٠٠ م تقريبا ١,٧ م ، حيث بلغ أدناه في حلوان ١,٣ م ، وفي مرسى مطروح ١,٤ م ، وسجل في كل من العريش ، والوادي الجديد و أسوان ١,٩ م ، ومرد ذلك إلى التشتت الحراري الذي يساعد على سرعة انتشار جزيئات الهواء من ارتداد الأشعة الأرضية في هذه الطبقة (Sterin : ٢٠٠٩ , p ٩٢) .

جدول (٣٦) المعدل السنوي لدرجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع \ البالون		العريش	مرسى مطروح	حلوان	الوادي الجديد	أسوان
صفر إلى أقل من ٣٠٠		٢١,٢	٢٠,١	٢٣,٠	٢٧,٧	٢٨,١
٣٠٠ إلى أقل من ٦٠٠		١٩,٥	١٩,٨	١٩,٧	٢٥,٦	٢٦,٧
٦٠٠ إلى أقل من ٩٠٠		١٧,٣	١٨,٠	١٨,٤	٢٣,٧	٢٥,٣
٩٠٠ إلى أقل من ١٢٠٠		١٥,٦	١٦,٧	١٦,٦	٢١,٦	٢٣,٠
١٢٠٠ إلى أقل من ١٥٠٠		١٣,٦	١٤,٤	١٤,٣	١٨,٧	٢٠,٢
المعدل		١٧,٤	١٧,٨	١٨,٤	٢٣,٤	٢٤,٦
المدى الحراري		٧,٦	٥,٧	٨,٧	٩	٧,٩
معدل التغير لكل ٣٠٠ م		١,٩	١,٤	١,٣	١,٩	١,٩
معدل الطبقة		٢٠,٣				

Source : "http : // weather . uwyo . edu / upperair / sounding.html " .



شكل (٣٧) المعدل السنوي لدرجة الحرارة من ارتفاع صفر إلى أقل أو يساوي ٦٠٠٠ م خلال

الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٣٦ ، ٣٧ ، ٣٨ ، ٣٩) باستخدام برنامج SPSS ١٩ و ARC GIS ١٠

ب- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال :

تبيين من دراسة جدول (٣٧) وشكل (٣٧) ما يلي :

- بلغ المعدل العام لدرجة الحرارة ١١,٥ م بفارق عن الطبقة السابقة لها ٨,٨ م ، ويرجع ذلك إلى زيادة مساحة الغلاف الجوي مما يؤدي إلى سرعة تبريد جزيئاته ، فضلا عن التسخين السطحي (Seluchi : ٢٠٠٦ , p ٢١٣) .
- تشابه معدل التغير لكل ٣٠٠ م حيث بلغ أدناه ١,٧ م في حلوان وأقصاه ٢,٧ م في أسوان .
- تباين معدل درجة الحرارة حيث بلغ أدناه في العريش ٨,٩ م ، ثم في حلوان ٩,٧ م ومرسى مطروح ١٠ م ، وبلغ أقصاه في أسوان ١٥,٢ م ، ويعزى ذلك إلى خلخلة الهواء بالقرب من خط الاستواء ، مما يسهل عملية التسخين مقارنة بالمناطق القطبية (David : ٢٠٠٥ , p ٣٤) .
- تباين المدى الحراري حيث سجل ٧ م ، ٧,٣ م ، ٧,٦ م ، ٧,٩ م ، ٨,١ م في كل من حلوان ، والعريش ، ومرسى مطروح ، وأسوان ، والوادي الجديد على الترتيب ، بفارق بلغ ١,١ م .

جدول (٣٧) المعدل السنوي لدرجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال خلال الفترة

١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع		البالون		العريش	مرسى مطروح	حلوان	الوادي الجديد	أسوان
١٥٠٠ إلى أقل من ١٨٠٠		١٢,٧	١٤,١	١٣,٤	١٨,٠	١٩,٥		
١٨٠٠ إلى أقل من ٢١٠٠		١٠,٤	١١,٤	١١,٠	١٤,٨	١٦,٨		
٢١٠٠ إلى أقل من ٢٤٠٠		٩,٠	٩,٧	٩,٧	١٣,٦	١٥,١		
٢٤٠٠ إلى أقل من ٢٧٠٠		٧,٢	٨,٧	٨,١	١١,٧	١٣,٢		
٢٧٠٠ إلى أقل من ٣٠٠٠		٥,٤	٦,٥	٦,٤	٩,٩	١١,٦		
المعدل		٨,٩	١٠	٩,٧	١٣,٦	١٥,٢		
المدى الحراري		٧,٣	٧,٦	٧	٨,١	٧,٩		
معدل التغير لكل ٣٠٠ م		١,٨	٢	١,٧	٢	٢,٧		
معدل الطبقة		١١,٥						

Source : "http : // weather . uwyo . edu / upperair / sounding.html " .

ج- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٣٨) وشكل (٣٧) ما يلي :

- تتميز بانخفاض كبير في درجة الحرارة مقارنة بالطبقة السابقة بفارق ٧,٤ م° ، حيث بلغ معدلها في هذه الطبقة ٢,٩ م° ، ومرد ذلك إلى تأثير التيار النفاث القطبي المستقر في طبقة ضغط ٥٠٠ هكتوبسكال .
- تباين معدل درجة الحرارة من منطقة لأخرى حيث سجلت العريش أقل معدل فبلغ ٠,٦ م° ، وأقصى ارتفاع له في أسوان ٥,٧ م° ، ويعزى ذلك إلى الكتل الهوائية القطبية الباردة التي يصاحبها رياح شديدة البرودة .
- اختلاف المدى الحراري حيث سجل أقل معدل في مرسى مطروح ٦,٧ م° وأقصاه في كل من الوادي الجديد والعريش فبلغ ٧,٦ م° ، بينما بلغ معدل التغير لكل ٣٠٠ م أدناه في العريش ٠,٦ م° ، وأقصاه ١,٩ م° في الوادي الجديد .

جدول (٣٨) المعدل السنوي لدرجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

أسوان	الوادي الجديد	حلوان	مرسى مطروح	العريش	البالون الإرتفاع
٩,٨	٨,٥	٥,٦	٥,٧	٤,٥	٣٣٠٠ إلى أقل من ٣٣٠٠
٧,٧	٦,٥	٣,٢	٣,٦	٢,٣	٣٦٠٠ إلى أقل من ٣٦٠٠
٥,٨	٤,٦	١,٩	١,٩	٠,٦	٣٩٠٠ إلى أقل من ٣٩٠٠
٣,٨	٢,٧	٠,٠	٠,٣-	١,٣-	٤٢٠٠ إلى أقل من ٤٢٠٠
١,٨	٠,٩	١,٩-	١-	٣,١-	٤٥٠٠ إلى أقل من ٤٥٠٠
٥,٧	٤,٦	١,٧	١,٩	٠,٦	المعدل
٧,٥	٧,٦	٧,٥	٦,٧	٧,٦	المدى الحراري
١,٨	١,٩	١,٨	١,٦	٠,٦	معدل التغير لكل ٣٠٠ م
٢,٩					معدل الطبقة

Source : “http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html “

د- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال :

تبيين من تحليل جدول (٣٩) وشكل (٣٧) الآتي :

- يلاحظ انخفاض معدل درجة الحرارة دون الصفر المئوي ، ويعزى ذلك إلى الارتفاع عن سطح الأرض ما يقرب من ٦٠٠٠ م ، حيث بلغ المعدل العام فيها -٦,٦° م ، بفارق واضح عن الطبقة الأولى بحوالي ٢٦,٩° م .

- تشابه المدى الحراري حيث بلغ ٧° م في كل من العريش وحلوان ، و ٧,٣° م في مرسى مطروح و ٧,٨° م في كل من الوادي الجديد وأسوان ، بينما بلغ معدل التغير لكل ٣٠٠ م أدناه في العريش وحلوان ١,٧° م ، وأقصاه في الوادي الجديد وأسوان ١,٩° م.

- انخفاض معدل درجة الحرارة بوجه عام في كل محطات الدراسة ، حيث سجلت العريش أقل معدل لها -٨,٩° م ، وأقصى ارتفاع له في أسوان -٤° م ، ويرجع ذلك إلى استقرار التيار النفاث بها ، وزيادة انتشار وتشتت الأشعة الشمسية .

جدول (٣٩) المعدل السنوي لدرجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع	البالون	العريش	مرسى مطروح	حلوان	الوادي الجديد	أسوان
٤٥٠٠ إلى أقل من ٤٨٠٠	٥,٢-	٤-	٣,٨-	١-	٠,٢-	
٤٨٠٠ إلى أقل من ٥١٠٠	٦,٨-	٥,٥-	٥,٧-	٣,١-	٢,١-	
٥١٠٠ إلى أقل من ٥٤٠٠	٨,٨-	٨,٣-	٧,٦-	٥-	٤-	
٥٤٠٠ إلى أقل ٥٧٠٠	١١,٧-	١٠,٦-	١٠,٣-	٧,٣-	٦,١-	
٥٧٠٠ إلى أقل أو = ٦٠٠٠	١٢,٢-	١١,٣-	١٠,٨-	٨,٨-	٨-	
المعدل	٨,٩-	٧,٩-	٧,٦-	٥-	٤-	
المدى الحراري	٧	٧,٣	٧	٧,٨	٧,٨	
معدل التغير لكل ٣٠٠ م	١,٧	١,٨	١,٧	١,٩	١,٩	
معدل الطبقة	٦,٦ -					

Source: "http: // weather. uwo. edu / upperair / sounding.html ".

٢- المعدل الفصلي لدرجة الحرارة في طبقات الجو العليا :

أ- فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير) :

يعد من أبرد فصول السنة في درجة الحرارة ، وذلك لتعامد الشمس على مدار الجدي ، وزيادة مرور المنخفضات الجوية القطبية والكتل الهوائية البحرية ، وتغيير موقع التيار النفاث ، فتؤثر جميعها على معدل درجة الحرارة كالاتي .

١- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال :

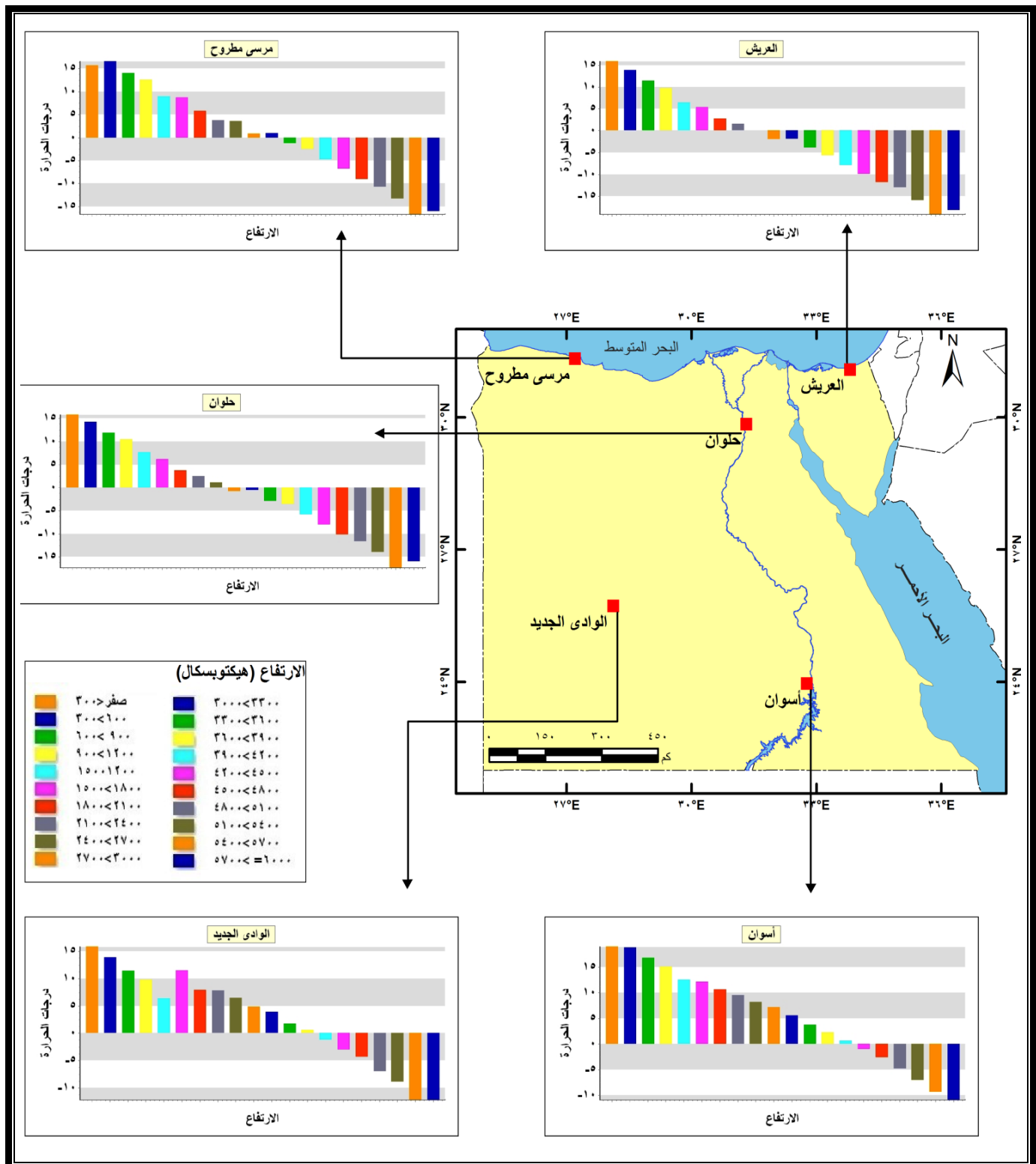
اتضح من تحليل جدول (٤٠) وشكل (٣٨) ما يلي :

- زيادة المعدل العام لهذه الطبقة نوعا ما مقارنة بباقي الطبقات فبلغ ١٣,٨ م ، نظرا لتأثرها بعملية التسخين الأرضي .
- انخفاض معدل درجة الحرارة فيها بصورة عامة مقارنة بباقي فصول السنة ، حيث سجلت العريش أقل معدل ١١,٤ م ، ثم حلوان ١١,٩ م ، ومرسى مطروح ١٣,٥ م ، ويعود ذلك إلى سيطرة الجبهة القطبية الباردة على شمال إفريقية ، وترتفع نوعا ما جنوبا في الوادي الجديد حيث بلغ ١٦ م ، وأسوان ١٦,٤ م ، نتيجة لضعف تأثير الجبهة جنوبا .
- بلغ معدل التغير في درجة الحرارة كل ٣٠٠ م في كل من أسوان ، ومرسى مطروح ، وحلوان ، والوادي الجديد ، والعريش ١,٦ م ، ١,٦ م ، ٢ م ، ٢,١ م ، ٢,٣ م على الترتيب .
- تباين المدى الحراري حيث سجل في كل من أسوان ، ومرسى مطروح ، وحلوان ، والوادي الجديد ، والعريش ٦,٥ م ، ٦,٧ م ، ٨,٢ م ، ٨,٦ م ، ٩,٥ م على الترتيب بفارق ٣ م ، ويزداد بسبب ارتفاع درجة الحرارة بالقرب من سطح الأرض ، ويعزى ذلك إلى تكون السحب التي تمنع انعكاس الأشعة الشمسية مرة أخرى .

جدول (٤٠) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع بالمتر	العريش				مرسى مطروح				حلوان				الوادي الجديد				أسوان			
	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء
صفر إلى أقل من ٣٠٠	١٦,٧	١٥,٦	١٥,٥	١٥,٩	١٥,٦	١٥,٧	١٧,١	١٦,٦	١٥,٢	١٣,٤	١٤,١	١٤,٢	٢٢	١٦,١	١٨,٦	١٨,٩	١٨,٣	١٨,٢	٢٠,٠	١٨,٨
٣٠٠ إلى أقل من ٦٠٠	١٤,٦	١٤,٠	١٣,٢	١٣,٩	١٦,٩	١٥,٧	١٧,١	١٦,٦	١٥,٢	١٣,٤	١٤,١	١٤,٢	٢٢	١٦,١	١٨,٦	١٨,٩	١٨,٣	١٨,٢	٢٠,٠	١٨,٨
٦٠٠ إلى أقل من ٩٠٠	١٣,١	١١,٣	٩,٩	١١,٤	١٣,٧	١٣,٢	١٥	١٤,٠	١٣,٤	١٠,٨	١١,٤	١١,٩	١٨,٥	١٣,٨	١٦,٤	١٦,٢	١٧,٣	١٥,٧	١٧,٤	١٦,٨
٩٠٠ إلى أقل من ١٢٠٠	١١,٦	٩,٧	٨,٠	٩,٨	١٢	١١,٦	١٤,١	١٢,٦	١٢,١٢	٨,٨	١٠,٣	١٠,٤	١٣,٤	١٢,٦	١٥,١	١٣,٧	١٥,٤	١٤,١	١٥,٨	١٥,١
١٢٠٠ إلى أقل من ١٥٠٠	٨,٩	٥,٥	٤,٩	٦,٤	٩,٢	٧,٦	١٠,٣	٩,٠	٩,٢٨	٦,٧	٦,٨	٧,٦	١٢,٤	١٠,١	١١,٧	١١,٤	١٢,٨	١٠,٨	١٣,٨	١٢,٥
المعدل	١١,٤				١٣,٥				١١,٩				١٦				١٦,٤			
المدى الحراري	٩,٥				٦,٧				٨,٢				٨,٦				٦,٥			
معدل التغير لكل ٣٠٠ م	٢,٣				١,٦				٢				٢,١				١,٦			
معدل الطبقة	١٣,٨																			

Source: "http: // weather. uwyo . edu / upperair / sounding.html".



شكل (٣٨) معدل درجة الحرارة في فصل الشتاء من ارتفاع صفر إلى أقل أو يساوي ٦٠٠٠ م

خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٤٠ ، ٤١ ، ٤٢ ، ٤٣) باستخدام برنامج SPSS ١٩ و ARC GIS ١٠ .

٢- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال :

تبيين من تحليل جدول (٤١) وشكل (٣٨) ما يلي :

- انخفاض معدل درجة الحرارة عن طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال بفارق واضح بلغ ٨,٧° م ، حيث بلغ معدل درجة الحرارة في تلك الطبقة ١٣,٨° م ، أما في طبقة ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال ٥,١° م ، ويرجع ذلك إلى تشبع هذه الطبقة خلال فصل الشتاء بالرطوبة النسبية مما يساعد على توغل الكتل الهوائية الباردة (Junhong : ١٩٩٥ , p ٤٨) .
- زيادة التباين في معدل درجة الحرارة حيث بلغ ٨° م ، وسجل أدناه في العريش ١,٥° م ، بسبب موقعها الجغرافي ، وتأثرها بالمنخفضات التي تتولد على قبرص ، ويليه حلاوان ٢,٥° م ، ثم مرسى مطروح ٤,٥° م ، ثم الوادي الجديد ٧,٧° م وبلغ أقصى ارتفاع لها في أسوان ٩,٥° م .
- يعد شهر ديسمبر الأكثر دفئا ، وذلك لاحتفاظ الأرض بالحرارة من فصل الخريف والصيف .
- بلغ المدى الحراري أقصاه في مرسى مطروح ٧,٨° م ، ويليه العريش ٧,٣° م ، وحلاوان ٦,٩° م ، والوادي الجديد ٦,٦° م ، وأسوان ٤,٩° م ، ويعزى ذلك إلى المنخفضات الجوية التي تؤثر على الساحل .
- بلغ معدل التغير لكل ٣٠٠ م (١,٢° م ، ١,٦° م ، ١,٧° م ، ١,٨° م ، ١,٩° م) في كل من الوادي الجديد ، وأسوان ، وحلاوان ، والعريش ، ومرسى مطروح على الترتيب ، ويلاحظ زيادة المعدل كلما اتجهنا شمالا ، نتيجة التأثير بالكتل الهوائية الباردة القطبية التي تؤثر على السواحل خلال هذا الفصل .
- انخفاض درجة الحرارة في نهاية هذه الطبقة دون الصفر المئوي على ارتفاع ٢٤٠٠ م إلى ٣٠٠٠ م ، وخاصة في العريش - ٣,٢° م وحلاوان - ٢,٢° م ، ويرجع ذلك إلى الظروف المناخية التي يتعرض لها هذا الفصل .

جدول (٤١) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع بالمتر	العريش				مرسى مطروح				حلوان				الوادي الجديد				أسوان			
	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء
١٥٠٠ إلى أقل من ١٨٠٠	٨	٥,٢	٢,٩	٥,٤	٩,٢	٨,٩	٧,٩	٨,٧	٨,٣	٥	٥,٣	٦,٢	١٤,٥	٩,١	١١	١١,٥	١٢,٦	١١,٣	١٢,٤	١٢,١
١٨٠٠ إلى أقل من ٢١٠٠	٥,١	٢,٥	٠,٧	٢,٨	٨,٢	٤,٩	٤,٢	٥,٨	٥,٧	٢,٨	٢,٦	٣,٧	٨,٣	٦,٥	٩	٧,٩	١٠,٨	٩,٤	١١,٥	١٠,٦
٢١٠٠ إلى أقل من ٢٤٠٠	٣,٧	١,٦	٠,٦-	١,٦	٤,١	٣,٨	٣,٤	٣,٨	٣,٧	٢,١	١,٧	٢,٥	٩,٥	٥,٤	٨,٦	٧,٨	٩,٨	٨,٧	٩,٩	٩,٥
٢٤٠٠ إلى أقل من ٢٧٠٠	١,٧	-٠,٤	١,٢-	٠	٤,٠	٤,٧	٢	٣,٦	٢,٦	٠,٣	٠,٨	١,٢	٧,٦	٤,٤	٧,٤	٦,٥	٩	٧,٢	٨,٤	٨,٢
٢٧٠٠ إلى أقل من ٣٠٠٠	٠	٢,٥-	٣,٢-	١,٩-	١,١	١,٥	٠,١	٠,٩	١,٤	٢,٢-	١,٣-	٠,٧-	٦,٣	٣,٨	٤,٧	٤,٩	٨,٤	٦,١	٧,٢	٧,٢
المعدل	١,٥				٤,٥				٢,٥				٧,٧				٩,٥			
المدى D الحرارة	٧,٣				٧,٨				٦,٩				٦,٦				٤,٩			
معدل التغير لكل ٣٠٠ م	١,٨				١,٩				١,٧				١,٢				١,٦			
معدل الطبقة	٥,١																			

Source: "http : // weather . uwyo . edu / upperair / sounding.html " .

٣-معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال :

تبيين من تحليل جدول (٤٢) وشكل (٣٨) أن :

- انخفاض معدل درجة الحرارة في هذه الطبقة دون الصفر المئوي في كل من العريش ، ومرسى مطروح ، وحلوان ، نتيجة لتعرض شمال مصر والدلتا للكتل الهوائية شديدة البرودة، مما يؤدي إلى برودة التيارات الهوائية وزيادة الحمل الحراري الذي يساعد بدوره على رفع الرطوبة في الطبقات العليا مما أدى إلى فتح قنوات تسير فيها التيارات الباردة ، وتزداد البرودة الأمر الذي يترتب عليه انخفاض درجة الحرارة وتكون السحب التي تحجب الأشعة الشمسية .
- بلغ معدل درجة الحرارة أدناه في العريش - ٥,٨ م° ، ثم حلوان - ٤,١ م° ، ثم مرسى مطروح - ٢,٨ م° ، وترتفع بالاتجاه جنوبا حيث سجلت في الوادي الجديد ٤,٤ م° ، وبلغ أقصى ارتفاع له في أسوان بمعدل ٤,٩ م° ، نتيجة نشأة الجيوب الجافة على الدلتا مما يقلل الرطوبة ويقل تأثير التيارات الباردة بالداخل.
- تباين المدى الحراري حيث بلغ في كل من العريش ، ومرسى مطروح ، وحلوان ، والوادي الجديد ، وأسوان ٨,١ م° ، ٧,٨ م° ، ٧,٥ م° ، ٦,٩ م° ، ٦,٦ م° على التوالي ، ويقل بالاتجاه جنوبا ، نظرا لأن الاضطرابات الجوية تكون أقل في حدها .
- تشابه معدل التغير كل ٣٠٠ م حيث بلغ ١,٦ م° ، ١,٧ م° ، ١,٨ م° ، ١,٩ م° ، ٢ م° في كل من أسوان ، والوادي الجديد ، وحلوان ، ومرسى مطروح ، والعريش على الترتيب .
- بلغ المعدل العام للطبقة - ٢ م° بفارق حوالي ٧,١ م° عن طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال ، ويلاحظ زيادة الفارق مما يدل على سرعة التغير في خصائص الطبقة .

جدول (٤٢) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع بالمتر	العريش				مرسى مطروح				حلوان				الوادي الجديد				أسوان			
	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء
٣٠٠٠ إلى أقل من ٣٣٠٠	٠,٤-	٢,٣-	٢,٨-	١,٨-	١,٥	٠,٨	٠,٨	١,٠	١,٥	١,٤-	١,٦-	٠,٥-	٥,١	٢,٧	٤	٣,٩	٥,٩	٥	٥,٨	٥,٦
٣٣٠٠ إلى أقل من ٣٦٠٠	١,٦-	٤,٨-	٥,٢-	٣,٩-	١,١-	١,٧-	١-	١,٣-	١-	٤,٣-	٣,٤-	٢,٩-	٢,٠	١,٠	٢,٥	١,٨	٤,١	٣	٤,١	٣,٧
٣٦٠٠ إلى أقل من ٣٩٠٠	٣-	٧,٥-	٦,٤-	٥,٦-	٢,٩-	٣-	١,٧-	٢,٥-	١,٧-	٤,٧-	٤,٥-	٣,٦-	٢,٦	٠,٦-	٠,١-	٠,٦	٢,٥	١,٧	٢,٣	٢,٢
٣٩٠٠ إلى أقل من ٤٢٠٠	٥,٦-	٩,٥-	٨,٧-	٧,٩-	٥,٨-	٣,٨-	٤,٨-	٤,٨-	٣,٥-	٧,٤-	٦,٦-	٥,٨-	٠,٢	٢,٥-	١,٤-	١,٢-	٠,٨	٠,٤	٠,٥	٠,٦
٤٢٠٠ إلى أقل من ٤٥٠٠	٧,٦-	١١-	١١-	٩,٩-	٧,٨-	٥,٧-	٧-	٦,٨-	٦,١-	٨,٥-	٩,٣-	٨-	٢,٧-	٣,٤-	٢,٩-	٣-	٠,٧-	١,٢-	١-	١,٠-
المعدل	٥,٨-				٢,٨-				٤,١-				٠,٤				٢,٢			
المدى الحراري	٨,١				٧,٨				٧,٥				٦,٩				٦,٦			
معدل التغير لكل ٣٠٠ م	٢				١,٩				١,٨				١,٧				١,٦			
معدل الطبقة	٢-																			

Source: "http : // weather . uwyo . edu / upperair / sounding.html" .

٤- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال :

هي الطبقة البعيدة عن المؤثرات السطحية الأرضية ، حيث تزيد حركة الكتل الهوائية والمنخفضات الجوية فيها بشكل واضح ، ونتيجة لذلك تتعرض للتبريد الشديد بسبب منخفضات قبرص الجوية التي تكون على هيئة موجات هوائية باردة من وراء مرتفعات البلقان ، وينساب الهواء إلى الجنوب ويتبع ذلك إزاحة لمركز منخفض قبرص الجوي إلى الجنوب (طارق زكريا : ١٩٩٧ ، ص ١٠) ، واتضح من تحليل جدول (٤٣) وشكل (٣٨) مايلي :

- انخفاض درجة الحرارة دون الصفر المئوي ، ومرد ذلك إلى ارتفاعها بين (٤٥٠٠ م إلى أقل من أو يساوي ٦٠٠٠ م) بمعدل -١١,٦ م ، بسبب مرور التيار النفاث القطبي في هذه الطبقة مما ينتج عنه كميات كبيرة من الهواء البارد فيعمل على تبريد الطبقة بشكل كلي .
- يعد شهر فبراير الأكثر برودة حيث بلغ معدل درجة الحرارة -١٤,٤ م ، نظرا لكثرة تكرار المنخفضات الجوية وفقدان الأرض كامل سخونتها .
- سجل أدنى معدل لدرجة الحرارة في العريش فبلغ -١٥,٥ م ، نظرا لموقعها الساحلي ، بينما بلغ أقصى معدل في الوادي الجديد -٨,٩ م ، ويعزى ذلك إلى موقعها الداخلي .
- بلغ المدى الحراري أدناه ٥,٩ م في حلوان ، و ٦,٤ م في العريش ، و ٦,٩ م في مرسى مطروح ، و ٧,٩ م ، وفي الوادي الجديد ، وأقصاه ٨,٣ م في أسوان .
- انخفاض معدل التغير لكل ٣٠٠ م حيث بلغ ١,٤ م ، ١,٦ م ، ١,٧ م ، ١,٩ م ، ٢ م في كل من حلوان ، والعريش ، ومرسى مطروح ، والوادي الجديد ، وأسوان على التوالي ، بفارق ٠,٦ م ، نتيجة لسيادة الأحوال الجوية الباردة على مصر بشكل عام .

جدول (٤٣) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع بالمتر	العريش				مرسى مطروح				حلوان				الوادي الجديد				أسوان			
	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء
٤٥٠٠ إلى أقل من ٤٨٠٠	٩,٨-	١٢,٣-	١٣,٤-	١١,٨-	٩,٨-	١٢,٣-	١٣,٤-	١١,٨-	٨,٢-	١١,٣-	١٠,٧-	١٠,١-	١,٧-	٦,١-	٥-	٤,٣-	٢,٦-	٣,١-	٢,٢-	٢,٦-
٤٨٠٠ إلى أقل من ٥١٠٠	١١-	١٤,١-	١٣,٧-	١٢,٩-	١١-	١٤,١-	١٣,٧-	١٢,٩-	١٠,٤-	-١٢,٣	١٢,١-	١١,٦-	٦,٣-	٧,٤-	٧,٢-	٧-	٤,٨-	٤,٩-	٤,٧-	٤,٨-
٥١٠٠ إلى أقل من ٥٤٠٠	١٤,١-	١٦,٧-	١٦,٩-	١٥,٩-	١٤,١-	١٦,٧-	١٦,٩-	١٥,٩-	١٢,٥-	١٥,٦-	١٤-	١٤-	٨,٥-	٩,٤-	٨,٩-	٨,٩-	٧,٢-	٧-	٧-	٧,١-
٥٤٠٠ إلى أقل من ٥٧٠٠	١٧,٥-	٢٠-	١٩,٨-	١٩,١-	١٧,٥-	٢٠-	١٩,٨-	١٩,١-	١٦,١-	١٨,١-	١٧,٧-	١٧,٣-	١٢,٢-	١٣,٣-	١١,٢-	١٢,٢-	٩,٤-	٩,٤-	٩,٤-	٩,٤-
٥٧٠٠ إلى أقل من ٦٠٠٠	١٦,٣-	١٩,١-	١٩,١-	١٨,٢-	١٦,٣-	١٩,١-	١٩,١-	١٨,٢-	١٥-	١٦,٥-	١٦,٦-	١٦-	١٢-	١٢,٧-	١١,٩-	١٢,٢-	١٠,٩-	١١-	١٠,٩-	١٠,٩-
المعدل	١٥,٥-				١٣,١-				١٣,٨-				٨,٩-				٦,٩-			
المدى الحراري	٦,٤				٦,٩				٥,٩				٧,٩				٨,٣			
معدل التغير لكل ٣٠٠ م	١,٦				١,٧				١,٤				١,٩				٢			
معدل الطبقة	١١,٦-																			

Source : "http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html "

ب- فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) :

تبدأ درجات الحرارة بالارتفاع تدريجيا ، ولكنها أقل من معدلاتها عن فصل الخريف ، وذلك لبرودة سطح الأرض الناتجة عن انخفاض درجة الحرارة في فصل الشتاء ، ويعد هذا الفصل من الفصول الغير مستقرة ، ويرجع ذلك لعدم استقرار مراكز الضغط الجوي التي تؤثر على المنطقة، وسوف يتم تناولها بشئ من التفصيل كالآتي :

١- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال :

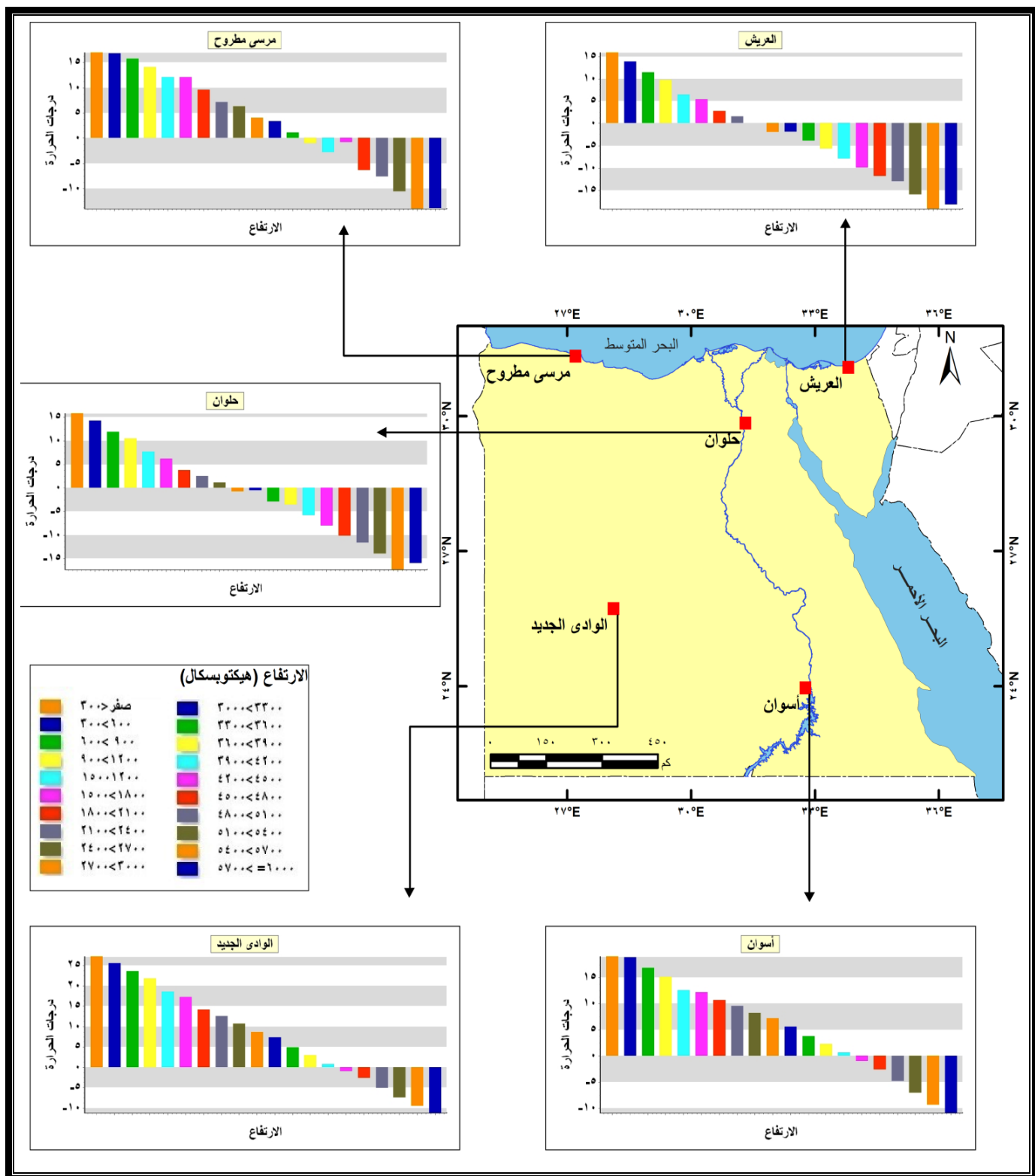
تبيين من تحليل جدول (٤٤) وشكل (٣٩) مايلي :

- ارتفاع معدل درجة الحرارة مقارنة بفصل الشتاء حيث بلغ ١٩,٢ م بفارق ٥,٤ م عن فصل الشتاء ، نتيجة لتعامد الشمس على خط الاستواء ، فضلا عن تراجع موقع الكتل الهوائية الباردة وازاحتها إلى الشمال .
- انخفاض معدل درجة الحرارة على الساحل الشمالي ، حيث سجلت مرسى مطروح ١٥,١ م ، والعريش ١٥,٣ م ، ويرتفع قليلا في حلوان ١٧,٦ م ، وبلغ أقصى ارتفاع له في الوادي الجديد وأسوان حيث سجلا ٢٣,٣ م ، ٢٤,٨ م على الترتيب ، ويرجع ذلك إلى اختلاف مراكز المنخفضات وزحزحتها باتجاه الشمال .
- تباين المدى الحراري حيث يبلغ ٤,٩ م ، ٦,٩ م ، ٧,٩ م ، ٨,٧ م ، ٩ م ، في كل من مرسى مطروح ، والعريش ، وأسوان ، والوادي الجديد ، وحلوان على الترتيب .
- بلغ معدل التغير لكل ٣٠٠ م (١,٢ م ، ١,٧ م ، ١,٩ م ، ٢,١ م ، ٢,٢ م) في مرسى مطروح ، والعريش ، وأسوان ، والوادي الجديد ، وحلوان على الترتيب ، ومرد ذلك إلى عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر .

جدول (٤٤) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع بالمتر	العريش				مرسى مطروح				حوان				الوادي الجديد				أسوان			
	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع
صفر إلى أقل من ٣٠٠	١٦,٣	١٩,١	٢٠,٩	١٨,٨	١٤,٥	١٧,٦	١٩,٠	١٧,٠	١٨,٨	٢٢,١	٢٦,٣	٢٢,٤	٢٣,٠	٢٩,١	٢٩,٥	٢٧,٢	٢٣,٧	٢٨,١	٣٣,١	٢٨,٣
٣٠٠ إلى أقل من ٦٠٠	١٤,٣	١٧,٣	٢٠,٣	١٧,٣	١٣,٤	١٦,٦	٢٠,٤	١٦,٨	١٦,٣	١٩,٣	٢٢,٠	١٩,٢	٢١,١	٢٧,٥	٢٧,٨	٢٥,٥	٢٢,٥	٢٦,٦	٣١,٦	٢٦,٩
٦٠٠ إلى أقل من ٩٠٠	١١,٥	١٥,٦	١٨,٥	١٥,٢	١٠,٥	١٧,٦	١٩,١	١٥,٧	١٤,١	١٧,٦	٢١,٥	١٧,٧	٢٠,٠	٢٥,٠	٢٥,٧	٢٣,٦	٢١,٥	٢٥,٣	٣٠,٢	٢٥,٧
٩٠٠ إلى أقل من ١٢٠٠	٩,٥	١٣,٦	١٧,٦	١٣,٦	٩,٦	١٥,٨	١٦,٩	١٤,١	١١,٦	١٥,١	١٩,٦	١٥,٤	١٨,٣	٢٢,٨	٢٣,٩	٢١,٧	١٩,٠	٢٣,٤	٢٧,٠	٢٣,١
١٢٠٠ إلى أقل من ١٥٠٠	٧,٥	١٢,٢	١٦,٠	١١,٩	٦,٤	١٣,٥	١٦,٥	١٢,١	٩,٩	١٢,٩	١٧,٤	١٣,٤	١٥,٣	١٩,٥	٢٠,٨	١٨,٥	١٦,٥	٢٠,٤	٢٤,٣	٢٠,٤
المعدل	١٥,٣				١٥,١				١٧,٦				٢٣,٣				٢٤,٨			
المدى الحراري	٦,٩				٤,٩				٩				٨,٧				٧,٩			
معدل التغير لكل ٣٠٠ م	١,٧				١,٢				٢,٢				٢,١				١,٩			
معدل الطبقة	١٩,٢																			

Source : "http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html " .



شكل (٣٩) معدل درجة الحرارة في فصل الربيع من ارتفاع صفر إلى أقل أو يساوي ٦٠٠٠ م

خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٤٤ ، ٤٥ ، ٤٦ ، ٤٧) باستخدام برنامج SPSS ١٩ و ARC GIS ١٠ .

٢- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال :

يتضح من تحليل جدول (٤٥) وشكل (٣٩) مايلي :

- ارتفاع معدل درجة الحرارة حيث بلغ ١٠,٢ م[°] ، بفارق عن فصل الشتاء ٥,١ م[°] في نفس الطبقة ، ويعزى ذلك إلى ارتفاع درجة برودة الكتل الهوائية القطبية مقارنة بفصل الشتاء (٢٠٠٥ , p٦ : Dian) ، فضلا عن مرور المنخفضات الخماسينية .
- بلغ أقل معدل درجة حرارة في العريش ٦,٥ م[°] ، وحلوان ٨,٤ م[°] ، ومرسى مطروح ٩ م[°] ، ويعود انخفاض معدل درجة الحرارة في حلوان دون مرسى مطروح الساحلية ، لأن منطقة مرسى مطروح تزيد فيها الرطوبة النسبية في هذه الطبقة ، مما يؤدي إلى فرص سقوط الامطار ، أما حلوان يصل إليها الجيوب الباردة مع قلة الحمل الحراري الذي يشجع الرطوبة النسبية مما يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة ونشاط الرياح (Rindsberger : ١٩٨٣ : p٥٢) ، وترتفع لتصل ١٢,٦ م[°] في الوادي الجديد و ١٤,٥ م[°] في أسوان ، نتيجة لموقعها بعيدا عن المنخفضات الشمالية .
- اختلاف المدى الحراري حيث سجل ٧,٤ م[°] ، ٧,٩ م[°] ، ٨ م[°] ، ٨,٦ م[°] ، ٨,٩ م[°] في كل من حلوان ، والعريش ، ومرسى مطروح ، وأسوان ، والوادي الجديد على الترتيب ، ويعزى ذلك إلى اختلاف الظروف المكانية .
- بلغ معدل التغير لكل ٣٠٠ م (١,٨ م[°] ، ١,٩ م[°] ، ٢ م[°] ، ٢,١ م[°] ، ٢,١ م[°]) في كل من حلوان ، والعريش ، ومرسى مطروح ، والوادي الجديد ، وأسوان على الترتيب بفارق ٠,٣ م[°] ، نتيجة الارتفاع عن منسوب سطح البحر .

جدول (٤٥) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع بالمتر	العريش				مرسى مطروح				حلوان				الوادي الجديد				أسوان			
	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع
١٥٠٠ إلى أقل من ١٨٠٠	٥,٩	١٠,٧	١٥,٣	١٠,٦	٦,٦	١٣,١	١٦,٧	١٢,١	٨,٤	١٢,٢	١٦,٦	١٢,٤	١٣,٢	١٨,٩	١٩,٥	١٧,٢	١٥,٢	١٩,٣	٢٣,٢	١٩,٢
١٨٠٠ إلى أقل من ٢١٠٠	٣,٤	٦,٥	١٣,٠	٧,٦	٣,٩	١١,٣	١٣,٧	٩,٦	٥,٩	٩,٧	١٣,٩	٩,٨	١١,٣	١٥,٩	١٥,١	١٤,١	١٣,٠	١٦,٩	١٩,١	١٦,٣
٢١٠٠ إلى أقل من ٢٤٠٠	٢,٧	٦,٣	١١,٠	٦,٧	٢,٤	٩,٣	٩,٩	٧,٢	٤,٤	٨,٢	١٢,٥	٨,٤	١٠,١	١٣,٨	١٣,٧	١٢,٥	١١,٦	١٤,٣	١٦,٣	١٤,١
٢٤٠٠ إلى أقل من ٢٧٠٠	٠,٤	٥,٤	٨,٩	٤,٩	١,٨	٦,٥	١٠,٧	٦,٣	٣,١	٦,٤	١٠,٢	٦,٦	٨,٦	١٢,٧	١٠,٨	١٠,٧	٩,٦	١٣,١	١٤,٩	١٢,٥
٢٧٠٠ إلى أقل من ٣٠٠٠	-١,٩	٣,٠	٦,٩	٢,٧	-٠,٩	٥,١	٧,٧	٤,٠	١,٠	٥,٠	٩,٠	٥,٠	٦,٤	١٠,١	٩,٥	٨,٧	٨,٣	١٠,٢	١٣,٢	١٠,٦
المعدل	٦,٥				٩				٨,٤				١٢,٦				١٤,٥			
المدى الحراري	٧,٩				٨				٧,٤				٨,٩				٨,٦			
معدل التغير لكل ٣٠٠ م	١,٩				٢				١,٨				٢,١				٢,١			
معدل الطبقة	١٠,٢																			

Source : "http : // weather . uwyo . edu / upperair / sounding.html " .

٣- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٤٦) وشكل (٣٩) الآتي :

- ارتفاع المعدل العام لدرجة الحرارة فبلغ ١,٢ م بزيادة قدرها ٣,٢ م عن فصل الشتاء ، ويعزى ذلك إلى انخفاض برودة الكتل الهوائية القطبية .
- بلغ أدنى معدل لدرجة الحرارة على الساحل الشمالي فسجلت في كل من العريش ، ومرسى مطروح دون الصفر المئوي -١,٧ م ، -٠,٢ م على الترتيب ، وترتفع قليلا بالاتجاه صوب الجنوب حيث سجلت حلوان ٠,١ م ، والوادي الجديد ٢,٩ م ، وبلغ أقصى ارتفاع لها في أسوان ٥ م ، ومرد ذلك إلى بعدها عن مراكز المنخفضات الساحلية التي تعمل على خفض درجة الحرارة وعدم تعمقها للداخل .
- زيادة تباين المدى الحراري حيث سجل ٤,٢ م ، ٧,٥ م ، ٧,٨ م ، ٨,٣ م ، ٨,٣ م في كل من مرسى مطروح ، والعريش ، وحلوان ، والوادي الجديد ، وأسوان على الترتيب ، ويرجع ذلك إلى احتفاظ الساحل الشمالي بالبرودة ، بينما جنوب مصر يتعرض لارتفاع درجة الحرارة في نهاية هذا الفصل ، مما يؤدي إلى زيادة التباين الحراري .
- زيادة معدل التغير بالاتجاه جنوبا حيث لكل ٣٠٠ م حيث بلغ -١ م ، -١,٨ م ، -١,٩ م ، -٢ م ، ٢ م في كل من مرسى مطروح ، والعريش ، وحلوان ، والوادي الجديد ، وأسوان على الترتيب ، ومرد ذلك إلى المنخفضات الخماسينية التي تؤثر على الساحل وتقل بالاتجاه إلى الداخل .
- يعد شهر مارس هو أبرد شهور هذه الطبقة ، نتيجة لتأثرة ببرودة فصل الشتاء ، بينما يعد مايو أدفئ الشهور ومرد ذلك لبداية دخول فصل الصيف .

جدول (٤٦) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع بالمتر				العريش				مرسى مطروح				حلوان				الوادي الجديد				أسوان			
مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع
١,٢-	٢,٠	٦,٠	٢,٣	١,١-	٣,٩	٧,٤	٣,٤	٠,٨	٣,٥	٧,٦	٤,٠	٠,١	٨,٣	٨,٥	٧,٣	٠,١	٨,٣	٨,٥	٧,٣	٦,٨	٨,٨	١١,٧	٩,١
٣,٨-	٠	٣,٥	٠,١-	٣,٧-	٢,٢	٤,٧	١,١	٠,٧-	٠,٧	٤,٩	١,٦	٠,٧-	٠,٧	٥,٧	٤,٩	٣,١	٥,٧	٥,٨	٤,٩	٤,٨	٧,٢	٩,٤	٧,١
٥-	٢,١-	١,٦	١,٨-	٥-	٠,٩-	٢,٨	١-	٢,٥-	٠,١-	٣,٥	٠,٣	٢,٥-	٠,١-	٣,٤	٤,٦	٠,٦	٣,٤	٤,٦	٢,٩	٢,٦	٥,٠	٧,٦	٥,١
٧,٥-	٣,٤-	٠,٣-	٣,٧-	٦,٢-	٢,٣-	٠,١	٢,٨-	٤,١-	١,٨-	١,٣	١,٥-	٤,١-	١,٨-	١,٣	١,٥-	٠,٦-	١,٣	١,٧	٠,٨	١,٢	٣,١	٤,٩	٣,١
٩,٨-	٤,٨-	١,٥-	٥,٤-	١,٨	٣,٧-	٠,٥-	٠,٨-	٧-	٤,٣-	٠,٢-	٣,٨-	١,٨-	١,٣-	١,٣-	٠,٢	١-	١,٣-	٠,٢	١-	٠,٦-	٠,٦	٢,٤	٠,٨
المعدل	١,٧-	٠,٢-	٠,١	٢,٩	٥	٠,١	٢,٩	٠,١	٢,٩	٠,١	٢,٩	٠,١	٢,٩	٠,١	٢,٩	٠,١	٢,٩	٠,١	٢,٩	٠,١	٢,٩	٠,١	٢,٩
المدى الحراري	٧,٥	٤,٢	٧,٨	٧,٥	٤,٢	٧,٨	٧,٥	٤,٢	٧,٨	٧,٥	٤,٢	٧,٨	٧,٥	٤,٢	٧,٨	٧,٥	٤,٢	٧,٨	٧,٥	٤,٢	٧,٨	٧,٥	٤,٢
معدل التغير لكل ٣٠٠ م	١,٨	١-	١,٩	١,٨	١-	١,٩	١,٨	١-	١,٩	١,٨	١-	١,٩	١,٨	١-	١,٩	١,٨	١-	١,٩	١,٨	١-	١,٩	١,٨	١-
معدل الطبقة	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢

Source : “http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html “

٤-معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال :

وجد من تحليل جدول (٤٧) وشكل (٣٩) ما يلي :

- انخفاض المعدل العام لدرجة الحرارة فبلغ -٨,٩ م° ، ويرجع ذلك إلى عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر ، بفارق -٢,٧ م° عن فصل الشتاء ، نظرا لبداية تغيير التيار النفاث لموقعه مرة أخرى .
- سجلت أدنى درجة حرارة على الساحل الشمالي حيث بلغت في العريش -١٢ م° ، ثم مرسى مطروح -١٠,٤ م° ، وترتفع بالاتجاه جنوبا حيث بلغت في حلوان -٩,٩ م° ، و -٧,٢ م° في الوادي الجديد ، وبلغ أقصى ارتفاع لها -٥ م° في أسوان ، ويرجع ذلك لتأثر المنطقة الساحلية بالمنخفضات الجوية ، وعدم تعمقها للداخل ، مما يؤدي إلى رفع درجة الحرارة نوعا ما .
- تباين المدى الحراري في هذه الطبقة حيث يسجل (٧,٣ م° ، ٧,٥ م° ، ٧,٦ م° ، ٨,٣ م° ، ٨,٥ م°) في كل من حلوان ، ومرسى مطروح ، والعريش ، وأسوان ، والوادي الجديد على الترتيب ، ولكن بشكل أقل من الطبقة السابقة ، نظرا لبداية دخول حالة الاستقرار في فصل الصيف .
- تقارب معدل التغير لكل ٣٠٠ م حيث بلغ ١,٨ م° ، ١,٨ م° ، ١,٩ م° ، ٢ م° ، ٢,١ م° في كل من مرسى مطروح ، وحلوان ، والعريش ، وأسوان ، والوادي الجديد على الترتيب ، بفارق بلغ ٠,٣ م° ، نتيجة لاختلاف الموقع المكاني .
- يعد شهر مارس الأبرد في هذه الطبقة ، وتتجه درجة الحرارة بالزيادة حتى شهر مايو نظرا لاقتراب فصل الصيف .

جدول (٤٧) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الربيع خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

أسوان				الوادي الجديد				حلوان				مرسى مطروح				العريش				الارتفاع بالمتر
معدل الربيع	مايو	أبريل	مارس	معدل الربيع	مايو	أبريل	مارس	معدل الربيع	مايو	أبريل	مارس	معدل الربيع	مايو	أبريل	مارس	معدل الربيع	مايو	أبريل	مارس	
٠,٩-	٠,٦	٠,٩-	٢,٤-	٢,٧-	١,٢-	٢,١-	-٤,٧	٥,٨-	١,٩-	٦,٣-	٩,٣-	٦,٤-	٣,١-	٦,٥-	٩,٧-	٧,٦-	٤,٢-	٧,٥-	١١-	٤٥٠٠ إلى أقل من ٤٨٠٠
٢,٨-	١,٥-	٢,١-	٤,٧-	٥,١-	٣,٦-	٤,٩-	٦,٨-	٧,٧-	٤,٢-	٨,٦-	١٠,٣-	٧,٦-	٤-	٨,٨-	١٠-	٩,٩-	٦,٤-	١٠-	١٣,٤-	٤٨٠٠ إلى أقل من ٥١٠٠
٥-	٣,٥-	٥,١-	٦,٣-	٧,٥-	٦,٤-	٦,٩-	٩,١-	٩,٧-	٦,٥-	١٠,٣-	١٢,٣-	١٠,٥-	٧,٤-	١٢,٤-	١١,٨-	١٢-	٨,٨-	١٢,٣-	١٥-	٥١٠٠ إلى أقل من ٥٤٠٠
٧,٣-	٦,٥-	٦,٨-	٨,٥-	٩,٥-	٨,٣-	٩,٣-	١٠,٨-	١٣,٢-	٩,٣-	١٣,٨-	١٦,٥-	١٤-	١٠,٨-	١٣,٨-	١٧,٥-	١٥,٥-	١١,٧-	١٤,٩-	١٩,٨-	٥٤٠٠ إلى أقل من ٥٧٠٠
٩,٢-	٨,٣-	٩,٣-	١٠-	١١,٢-	١٠,٦-	١٠,٩-	١٢,٢-	١٣,١-	١٠,٩-	١٣,٦-	١٤,٧-	١٣,٩-	١١,٤-	١٤,٤-	١٥,٩-	١٥,٢-	١٢,٥-	١٥,١-	١٨-	٥٧٠٠ إلى أقل من ٦٠٠٠
٥-				٧,٢-				٩,٩-				١٠,٤-				١٢-				المعدل
٨,٣				٨,٥				٧,٣				٧,٥				٧,٦				المدى الحراري
٢				٢,١				١,٨				١,٨				١,٩				معدل التغير ٣٠٠م
٨,٩-																				المعدل

Source : "http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html "

ج- فصل الصيف (يونيه ، يوليه ، أغسطس) :

يعد فصل الصيف من أدفء فصول السنة نظرا لتعامد الشمس على مدار السرطان ، مما يؤدي إلى زحزحة المنخفضات الجوية باتجاه القطب الشمالي ، ويعد من أكثر الفصول استقرارا في مصر وفيما يلي خصائص درجة الحرارة في طبقات الضغط المختلفة بشئ من التفصيل وهي كما يلي :

١- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال :

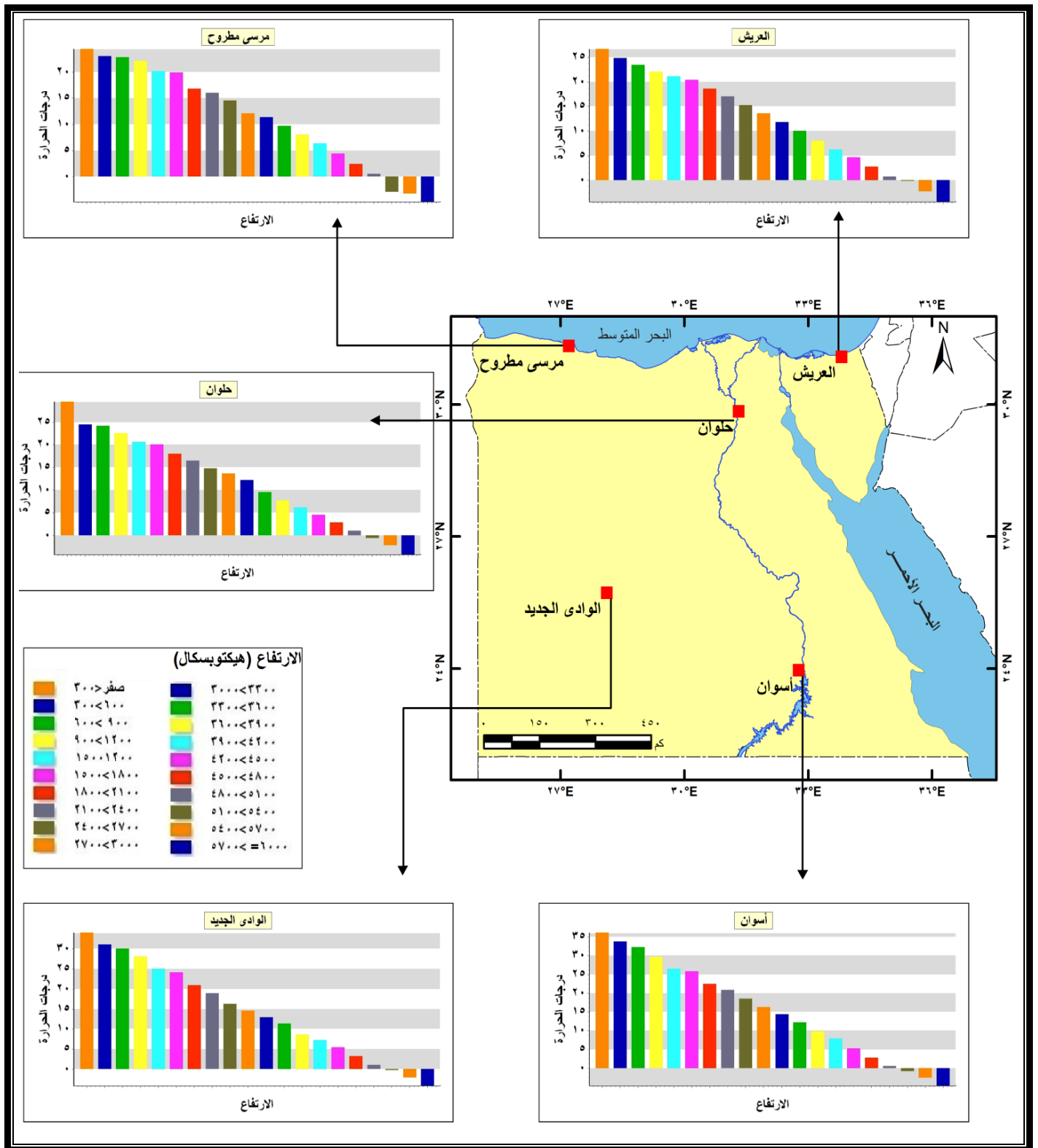
اتضح من تحليل جدول (٤٨) وشكل (٤٠) الآتي :

- يتضاعف معدل درجة الحرارة مع مثيلتها في فصل الشتاء تقريبا ، حيث بلغ ٢٦,٣ °م في فصل الصيف ، بينما بلغ في فصل الشتاء ١٣,٨ °م ، ويرجع ذلك إلى عملية تسخين الهواء العلوي الناتج عن تعامد الشمس على مدار السرطان (Liebmann : ٢٠٠٢ , p ٢٣٠) .
- انخفاض معدل درجة الحرارة على الساحل الشمالي ، حيث سجل أدناه في مرسى مطروح ٢٢,٥ °م ، ثم العريش ٢٣,٦ °م ، ويرتفع بالاتجاه صوب الجنوب فسجل في حلوان ٢٤,٢ °م ، وفي الوادي الجديد ٢٩,٦ °م ، وبلغ أقصى زيادة له في أسوان ٣١,٦ °م ، نتيجة لتأثير منخفض السودان الموسمي .
- تباين المدى الحراري حيث بلغ ٤,٢ °م ، ٥,٦ °م ، ٨,٩ °م ، ٩ °م ، ٩,٧ °م في كل من مرسى مطروح ، والعريش ، وحلوان ، والوادي الجديد ، وأسوان على التوالي ، ويزداد بالاتجاه جنوبا ، ويعزى ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة .
- انخفاض معدل التغير لكل ٣٠٠ م حيث بلغ ١,١ °م ، ١,٤ °م ، ٢,٢ °م ، ٢,٣ °م ، ٢,٤ °م في كل من مرسى مطروح ، والعريش ، وحلوان ، والوادي الجديد ، وأسوان ، ويعزى ذلك لاستقرار الأحوال الجوية .

جدول (٤٨) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع بالمتر	العريش				مرسى مطروح				حلوان				الوادي الجديد				أسوان			
	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف
صفر إلى أقل من ٣٠٠	٢٥,٥	٢٧,٣	٢٧,٢	٢٦,٧	٢٤,٤	٢٣,٧	٢٥,١	٢٤,٤	٢٩,٣	٢٩,٤	٢٩,٨	٢٩,٥	٣٣,٥	٣٤,٨	٣٣,٨	٣٤,٠	٣٥,٥	٣٦,٠	٣٦,٨	٣٦,١
٣٠٠ إلى أقل من ٦٠٠	٢٣,٩	٢٦,١	٢٤,٥	٢٤,٨	٢٢,٦	٢٢,٥	٢٤,٠	٢٣,٠	٢٤,١	٢٥,٠	٢٤,٥	٢٤,٥	٣١,٢	٣٠,٥	٣١,٦	٣١,١	٣٣,٦	٣٣,٨	٣٤,١	٣٣,٨
٦٠٠ إلى أقل من ٩٠٠	٢٢,٧	٢٤,٨	٢٢,٧	٢٣,٤	٢٢,٣	٢٢,١	٢٤,٠	٢٢,٨	٢٣,٨	٢٤,٢	٢٤,٢	٢٤,١	٢٩,٥	٣٠,٦	٢٩,٨	٣٠,٠	٣١,٦	٣٢,٥	٣٢,٧	٣٢,٣
٩٠٠ إلى أقل من ١٢٠٠	٢٠,٨	٢٣,٩	٢١,٧	٢٢,١	٢١,٥	٢٠,٩	٢٤,٠	٢٢,١	٢١,٤	٢٣,٤	٢٢,٧	٢٢,٥	٢٧,٣	٢٨,٣	٢٨,٨	٢٨,١	٢٨,٩	٢٩,٢	٣٠,٦	٢٩,٦
١٢٠٠ إلى أقل من ١٥٠٠	١٩,٧	٢٢,٨	٢٠,٩	٢١,١	١٨,٦	١٩,٥	٢٢,٤	٢٠,٢	١٩,٥	٢١,٢	٢١,٠	٢٠,٦	٢٤,١	٢٥,١	٢٥,٩	٢٥,٠	٢٥,٧	٢٦,٢	٢٧,٢	٢٦,٤
المعدل	٢٣,٦				٢٢,٥				٢٤,٢				٢٩,٦				٣١,٦			
المدى الحراري	٥,٦				٤,٢				٨,٩				٩				٩,٧			
المعدل لكل ٣٠٠م	١,٤				١,١				٢,٢				٢,٣				٢,٤			
معدل الطبقة	٢٦,٣																			

Source: "http : // weather . uwyo . edu / upperair / sounding.html " .



شكل (٤٠) معدل درجة الحرارة في فصل الصيف من ارتفاع صفر حتى أقل أو يساوي ٦٠٠٠ م

خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٤٨ ، ٤٩ ، ٥٠ ، ٥١) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS ، ١٩ SPSS.

٢- معدل درجة الحرارة في طبقة ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٤٩) وشكل (٤٠) ما يلي :

- تسير خلال هذه الطبقة الجبهات الحارة التي تعمل على رفع درجة الحرارة ، بالإضافة إلى التيار النفاث الشبة المداري الذي يستقر في طبقة ضغط ٢٠٠ هكتوبسكال بين دائرتي عرض (٣٥° - ٤٥°) .

- ارتفاع معدل درجة الحرارة حيث بلغ ١٧,٨ م مقارنة بمثيلتها في فصل الربيع بفارق ٥,٦ م ، نظرا لسيطرة الضغط المرتفع الأزوري .

- انخفاض درجة الحرارة على الساحل الشمالي والدلتا لتسجل في مرسى مطروح أقل درجة حرارة ١٥,٩ م ، يليها حلوان ١٦,٦ م والعريش ١٧ م ، وترتفع لتصل إلى ١٨,٩ م في الوادي الجديد ، وبلغ أقصى ارتفاع لها في أسوان ٢٠,٨ م ، نتيجة لوجود المؤثرات التي تؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة على الساحل الشمالي بينما ينعدم أثرها بالداخل .

- زيادة التباين في المدى الحراري حيث سجل ٦,٤ م ، ٦,٨ م ، ٧,٨ م ، ٩,٥ م ، ٩,٦ م في كل من حلوان ، والعريش ، ومرسى مطروح ، وأسوان ، والوادي الجديد على الترتيب بفارق بلغ ٣,٢ م ، ويزداد كلما اتجهنا جنوبا ، نتيجة لتعامد الشمس على مدار السرطان .

- بلغ معدل التغير لكل ٣٠٠ م (١,٦ م ، ١,٧ م ، ٢ م ، ٢,٤ م ، ٢,٤ م) في كل من حلوان، والعريش ، ومرسى مطروح ، وأسوان ، والوادي الجديد ، بفارق ٠,٨ م .

- يعد شهر أغسطس الأعلى في درجة الحرارة ، نظرا لأن الأرض تكون مصدر دفء ، بينما يعد شهر يونيه الأقل في معدل درجة الحرارة يرجع ذلك لقربة من فصل الربيع .

جدول (٤٩) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع بالمتر				العريش				مرسى مطروح				حلوان				الوادي الجديد				أسوان			
يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل	يونيه	يوليه	أغسطس	المعدل	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف
١٩	٢٢,٤	١٩,٨	٢٠,٤	١٩,٤	١٨,٨	٢١,٥	١٩,٩	١٩,١	٢٠,٩	٢٠,٢	٢٠,١	٢٢,٩	٢٤,٥	٢٤,٨	٢٤,١	٢٥,١	٢٦,٠	٢٦,٣	٢٥,٨				
١٧,٦	١٩,٦	١٨,٥	١٨,٦	١٤,٧	١٧,١	١٨,٧	١٦,٨	١٦,٧	١٨,٩	١٨,٤	١٨,٠	٢٠,٢	٢٠,٦	٢١,٩	٢٠,٩	٢١,٢	٢٢,٥	٢٣,٩	٢٢,٥				
١٦,٠	١٧,٧	١٧,٢	١٧,٠	١٤,٣	١٥,٧	١٨,١	١٦,٠	١٥,٠	١٧,٦	١٦,٨	١٦,٥	١٨,٠	١٨,٥	٢٠,٢	١٨,٩	١٩,٩	٢٠,٧	٢١,٧	٢٠,٨				
١٤,٣	١٦,١	١٥,٦	١٥,٣	١٣,٠	١٤,٩	١٥,٧	١٤,٥	١٣,٤	١٥,٥	١٥,٤	١٤,٨	١٦,١	١٦,٤	١٦,٣	١٦,٣	١٨,٠	١٧,٨	١٩,٤	١٨,٤				
١٢,٥	١٣,٨	١٤,٦	١٣,٦	٩,٧	١٣,٠	١٣,٧	١٢,١	١٢,٨	١٤,٣	١٤,٠	١٣,٧	١٣,٦	١٥,١	١٤,٧	١٤,٥	١٥,٩	١٥,٩	١٧,٢	١٦,٣				
المعدل				١٧				١٥,٩				١٦,٦				١٨,٩				٢٠,٨			
المدى الحراري				٦,٨				٧,٨				٦,٤				٩,٦				٩,٥			
معدل التغير ٣٠٠م				١,٧				٢				١,٦				٢,٤				٢,٤			
معدل الطبقة				١٧,٨																			

Source : "http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html "

٣- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال :

تبيين من تحليل جدول (٥٠) وشكل (٤٠) مايلى :

- تتأثر هذه الطبقة بالتيارات الهوائية الهابطة الجافة التي تعمل على رفع درجة حرارة الهواء من طبقة ضغط (٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال) ، نتيجة تأثرها بالضغط المرتفع شبة المدارى الذى يتركز في الجزء العلوي من طبقة التروبوسفير أكثر من ٤٥٠٠ م .
- بلغ معدل درجة الحرارة ٨,٦ م° ، بفارق ٩,٢ م° عن الطبقة السابقة ، وعلى الرغم من ارتفاع الطبقة فوق منسوب سطح البحر لوحظ ارتفاع في درجة الحرارة ، نتيجة إلى التيارات الحارة .
- سجل الساحل الشمالي أدنى معدل لدرجة الحرارة في هذه الطبقة حيث بلغ في مرسى مطروح ٨ م° ، و ٨,١ م° في العريش ، وترتفع بالاتجاه جنوبا لتسجل في الوادي الجديد ٩,١ م° وفي أسوان ٩,٨ م° ، نظرا للتأثر بظروف المكان.
- انخفاض تباين المدى الحراري في هذه الطبقة حيث سجل (٧ م° ، ٧,٢ م° ، ٧,٥ م° ، ٧,٦ م° ، ٩,١ م°) في كل من مرسى مطروح ، والعريش ، والوادي الجديد ، وحلوان ، وأسوان على الترتيب ، ويرجع ذلك إلى استقرار الأحوال الجوية .
- تقارب معدل التغير لكل ٣٠٠ م بمعدل ١,٨ م° في كل من مرسى مطروح والعريش ، و ١,٩ م° في كل من الوادي الجديد وحلوان ، و ٢,٣ م° في أسوان بفارق ٠,٥ م° .
- يعد شهر أغسطس الأعلى في معدل درجة الحرارة ، ويرجع ذلك إلى سخونة الأرض ، بينما يعد شهر يونيه الأقل في المعدل الحراري .

جدول (٥٠) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

العريش				مرسى مطروح				حلوان				الوادي الجديد				أسوان				الارتفاع بالمتر
يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونيه	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	
١٠,٥	١٢,١	١٢,٧	١١,٨	٩,٢	١٢,٤	١٢,٦	١١,٤	١١,١	١٢,٦	١٢,٨	١٢,٢	١٢,٦	١٢,٥	١٣,٥	١٢,٩	١٤,١	١٣,٤	١٥,٣	١٤,٣	٣٣٠٠ إلى أقل من
٨,٩	١٠,٤	١٠,٧	١٠,٠	٧,٥	١٠,١	١١,٥	٩,٧	٩,٤	١٠,٥	٩,٠	٩,٦	١١,٠	١١,١	١١,٨	١١,٣	١٢,٢	١٠,٨	١٣,٢	١٢,١	٣٣٠٠ إلى أقل من
٧,٠	٨,١	٩,٠	٨,٠	٥,٦	٩,٣	٩,٢	٨,٠	٧,١	٨,٦	٧,٥	٧,٧	٨,٤	٨,٣	٩,٢	٨,٦	٩,٦	٩,٨	١٠,١	٩,٨	٣٦٠٠ إلى أقل من
٤,٤	٦,٦	٧,٧	٦,٢	٣,٤	٧,٤	٨,٢	٦,٣	٥,٧	٦,٧	٦,٣	٦,٢	٥,٧	٧,٨	٨,١	٧,٢	٧,٥	٧,٥	٨,٤	٧,٨	٣٩٠٠ إلى أقل من
٢,٣	٥,٤	٦,٠	٤,٦	١,٩	٤,٦	٦,٦	٤,٤	٢,٧	٤,٩	٦,٣	٤,٦	٤,٤	٥,٤	٦,٤	٥,٤	٥,١	٤,٩	٥,٦	٥,٢	٤٢٠٠ إلى أقل من
٨,١				٨				٨,١				٩,١				٩,٨				المعدل
٧,٢				٧				٧,٦				٧,٥				٩,١				المدى الحراري
١,٨				١,٨				١,٩				١,٩				٢,٣				المعدل لكل ٣٠٠ م
٨,٦																				معدل الطبقة

Source : "http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html "

٤- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٥١) وشكل (٤٠) مايلي :

- انخفاض معدل درجة الحرارة دون الصفر المئوي ، حيث سجل - ٠,٦ م° ، ولكنه انخفاض طفيف مقارنة بالفصول الأخرى ، وذلك بسبب مرور الكتل الهوائية الحارة التي تعمل على تسخين الهواء .
- بلغ أقل درجة حرارة في مرسى مطروح -١,٦م° ، ويليها أسوان -١ م° ، والعريش -٠,٧ م° ، وحلوان -٠,٦ م° ، بينما بلغ أقصى ارتفاع له في الوادي الجديد -٠,٤ م° ، ويرجع ذلك إلى سيطرة الكتل المدارية البحرية التي تتحول إلى قارية بعد مرورها بالصحراء الكبرى فتساعد على رفع درجة الحرارة .
- تساوي المدى الحراري حيث بلغ ٧,١ م° في كل من العريش وحلوان ، وبلغ أقصاه ٧,٥ م° في أسوان ، ومرد ذلك حالة الاستقرار التي تسود خلال هذا الفصل .
- ثبات معدل التغير لكل ٣٠٠ م بمعدل ١,٨ م° في كل من مرسى مطروح ، والعريش ، وحلوان، و١,٩ م° في كل من أسوان ، والوادي الجديد ، وهذا دليل على الاستقرار الكبير الذي يسيطر على فصل الصيف .
- يعد شهر يونيه الأقل في درجة الحرارة نظرا لتأثره بمنخفضات فصلي الربيع والشتاء ، بينما يعد شهر أغسطس هو الأعلى في معدلته .

جدول (٥١) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

أسوان				الوادي الجديد				حلوان				مرسى مطروح				العريش				الارتفاع بالمتر
معدل الصيف	أغسطس	يوليه	يونيه	معدل الصيف	أغسطس	يوليه	يونيه	معدل الصيف	أغسطس	يوليه	يونيه	معدل الصيف	أغسطس	يوليه	يونيه	معدل الصيف	أغسطس	يوليه	يونيه	
٢,٨	٣,١	٢,٣	٢,٩	٣,٣	٣,٩	٤,٢	١,٩	٢,٩	٤,٤	٣,٢	١,١	٢,٤	٤,٢	٣,٥	٠,٦-	٢,٧	٤,٢	٣,٢	٠,٨	٤٥٠٠ إلى أقل من ٤٨٠٠
٠,٦	٠,٤	٠,٥	٠,٨	١,١	١,٣	١,٧	٠,٤	١,٠	١,٩	١,٤	٠,٣-	٠,٥	٢,١	١,٩	٢,٥-	٠,٨	٢,٢	٠,٨	٠,٦-	٤٨٠٠ إلى أقل من ٥١٠٠
٠,٩-	١,١-	٠,٨-	٠,٧-	٠,٣-	٠,٢-	٠,٤	١,٢-	٠,٦-	٠,٦	٠,٥-	١,٨-	٢,٩-	١,٢	٠,٦	١٠,٤-	٠,٢-	١,٣	٠	١,٩-	٥١٠٠ إلى أقل من ٥٤٠٠
٢,٧-	٣,٣-	٢,٥-	٢,٢-	٢-	١,٧-	١,٣-	٣-	٢,٢-	١-	١,٤-	٤,٢-	٣,٢-	١,٥-	١,٣-	٦,٨-	٢,٣-	٠,٦-	٢,٢-	٤,٢-	٥٤٠٠ إلى أقل من ٥٧٠٠
٤,٧-	٥,١-	٤,٥-	٤,٥-	٤,١-	٣,٤-	٣-	٦-	٤,٢-	٢,٩-	٣,٥-	٦,١-	٤,٨-	٢,٩-	٣,٢-	٨,٣-	٤,٤-	٢,٨-	٣,٥-	٦,٨-	٥٧٠٠ إلى أقل من ٦٠٠٠
١-				٠,٤-				٠,٦-				١,٦-				٠,٧-				المعدل
٧,٥				٧,٤				٧,١				٧,٢				٧,١				المدى الحراري
١,٩				١,٩				١,٨				١,٨				١,٨				معدل التغير ٣٠٠م
٠,٦-																				معدل الطبقة

Source : "http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html "

د- فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) :

يعد فصل الخريف فصل انتقالى ولكنه يختلف عن فصل الربيع في ظروفه ، حيث يعد أكثر ارتفاعا في درجة الحرارة وأكثر استقرار عنه ، ومرد ذلك إلى حالة الاستقرار التي تشهدها مصر خلال فصل الصيف ، بينما تنخفض درجات الحرارة نظرا لتعامد الشمس مرة أخرى على خط الاستواء ، وسيتم خصائص درجة الحرارة في طبقات الجو العليا المختلفة بشئ من التفصيل وهي كالآتى :

١- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال :

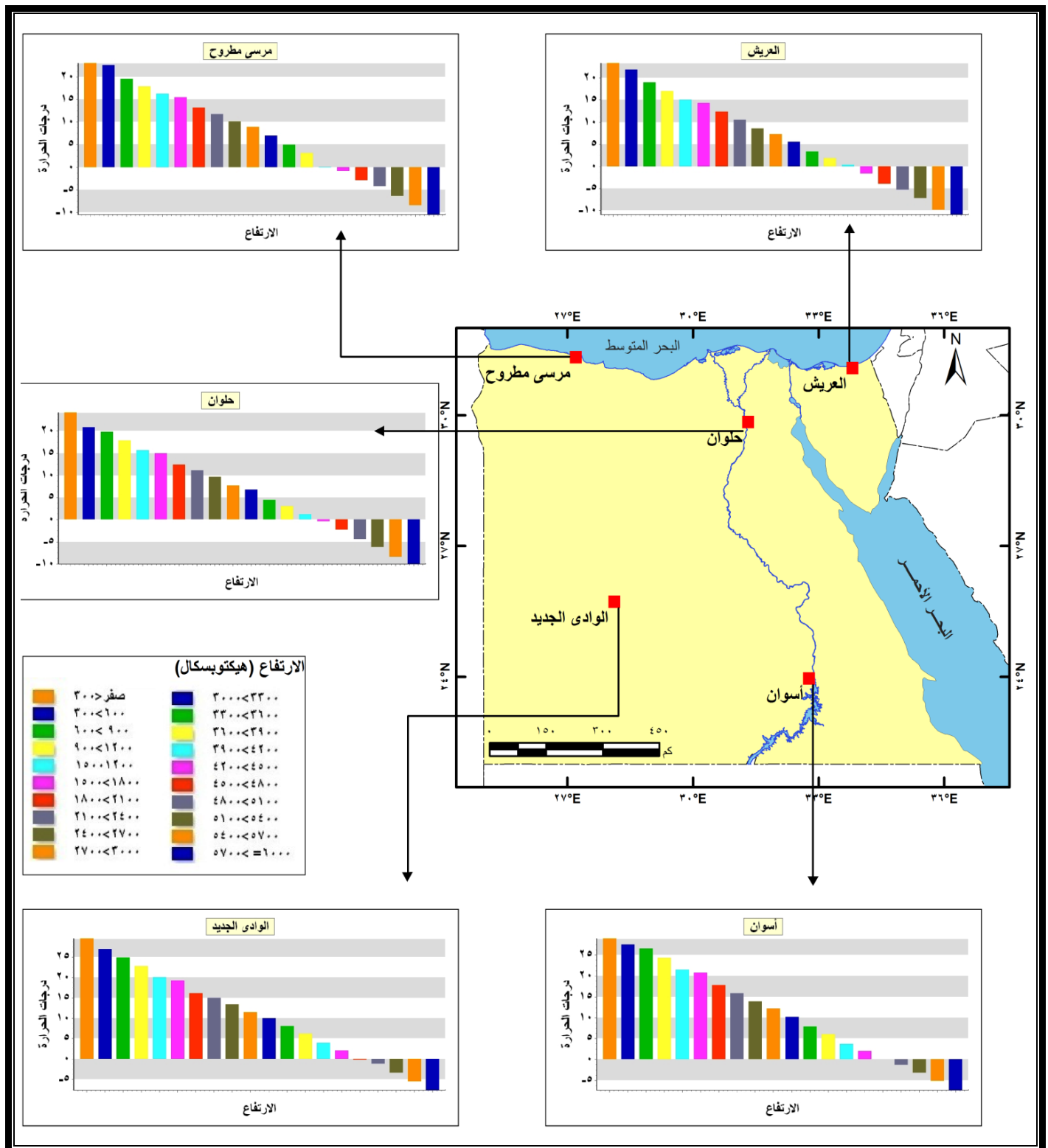
تبين من تحليل جدول (٥٢) وشكل (٤١) مايلي :

- انخفاض معدل درجة الحرارة عن فصل الصيف بفارق ٤,٥ م ، حيث بلغ ٢١,٨ م ، ويرجع ذلك إلى تعامد الشمس على خط الاستواء .
- بلغ أقصى انخفاض لمعدل درجة الحرارة في العريش ١٩,٣ م وفي حلوان ١٩,٧ م ومرسى مطروح ١٩,٩ م ويرجع ذلك إلى تغير توزيع الكتل الهوائية ، وبلغ ٢٤,٨ م في الوادي الجديد ، وبلغ أقصى ارتفاع له في أسوان ٢٥,٧ م .
- زيادة المدى الحراري حيث سجل ٦,٨ م ، ٧,٤ م ، ٨,٤ م ، ٨,٥ م ، ٩,٥ م في كل من مرسى مطروح ، وأسوان ، والعريش ، وحلوان ، والوادي الجديد على الترتيب ، ويرجع ذلك إلى البعد عن المؤثرات الساحلية السطحية .
- بلغ معدل التغير لكل ٣٠٠ م حوالي ٧,٧ م في مرسى مطروح ، و ١,٩ م في أسوان ، و ٢,١ م في كل من العريش وحلوان ، و ٢,٤ م في الوادي الجديد .

جدول (٥٢) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع بالمتر	العريش			مرسى مطروح			حلوان			الوادي الجديد			أسوان			
	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف
صفر إلى أقل من ٣٠٠	٢٥,٩	٢٣,٨	٢٠,٤	٢٣,٤	٢٤,٦	٢٥,٣	١٩,٣	٢٣,١	٢٨,٧	٢٤,١	١٩,٨	٢٤,٢	٣٢,٣	٣٠,٨	٢٥,٥	٢٩,٥
٣٠٠ إلى أقل من ٦٠٠	٢٤,٤	٢٢,٤	١٨,٨	٢١,٩	٢٥,٠	٢٣,١	١٩,٦	٢٢,٦	٢٣,٧	٢١,١	١٧,٩	٢٠,٩	٣١,٠	٢٨,٧	٢١,٠	٢٦,٩
٦٠٠ إلى أقل من ٩٠٠	٢١,٤	١٩,٧	١٦,٠	١٩,٠	٢١,٠	٢١,١	١٦,٧	١٩,٦	٢٣,٧	١٩,٥	١٦,٣	١٩,٨	٢٨,٧	٢٦,٢	١٩,٥	٢٤,٨
٩٠٠ إلى أقل من ١٢٠٠	١٩,٧	١٧,٧	١٣,٥	١٧,٠	١٩,٣	١٨,٩	١٥,٦	١٧,٩	٢١,٩	١٧,٤	١٤,٣	١٧,٩	٢٧,٣	٢٤,٧	١٦,٢	٢٢,٧
١٢٠٠ إلى أقل من ١٥٠٠	١٨,٧	١٥,٢	١١,٢	١٥,٠	١٩,٠	١٦,٥	١٣,٥	١٦,٣	١٩,٨	١٥,٩	١١,٤	١٥,٧	٢٤,٣	٢١,٧	١٤,٠	٢٠,٠
المعدل	١٩,٣			١٩,٩			١٩,٧			٢٤,٨			٢٥,٧			
المدى الحراري	٨,٤			٦,٨			٨,٥			٩,٥			٧,٤			
معدل التغير لكل ٣٠٠ م	٢,١			١,٧			٢,١			٢,٤			١,٩			
معدل الطبقة	٢١,٨															

Source : “http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html “ .



شكل (٤١) معدل درجة الحرارة في فصل الخريف من ارتفاع صفر حتى أقل أو يساوي ٦٠٠٠ م

خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٥٢ ، ٥٣ ، ٥٤ ، ٥٥) باستخدام برنامج SPSS ١٩ و ARC GIS ١٠ .

٢- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال :

تبين من تحليل جدول (٥٣) وشكل (٤١) مايلي :

- بلغ معدل درجة الحرارة ١٢,٩ م° ، بفارق ٧,١ م° عن مثيلتها في فصل الصيف ، وذلك بسبب بداية دخول الكتل القطبية التي تعمل على انخفاض درجة الحرارة ، ولكن تعاني الطبقة في هذا الفصل من قلة الرطوبة ، مما يؤدي إلى رفع درجة حرارتها مقارنة بفصل الشتاء .
- بلغ أقل معدل لدرجة الحرارة في العريش ١٠,٦ م° ، ويليه حوان ١١,٢ م° ، ومرسى مطروح ١١,٩ م° ، والوادي الجديد ١٥ م° ، وبلغ أقصى ارتفاع له في أسوان ١٦ م° ، نظرا لقلة تعمق الكتل الهوائية الباردة مثلما يحدث في فصل الشتاء .
- اختلاف المدى الحراري حيث سجل ٦,٦ م° ، ٧,١ م° ، ٧,٣ م° ، ٧,٧ م° ، ٨,٦ م° في كل من مرسى مطروح ، والعريش ، وحوان ، والوادي الجديد ، و أسوان ، ويزداد بالاتجاه جنوبا، نتيجة إلى اتساع الغلاف الجوي ، مما يؤدي إلى سرعة التسخين لجزيئات الهواء من ارتداد الأشعة الأرضية ، وقلة تكون السحب .
- انخفاض معدل التغير لكل ٣٠٠ م بمعدل ١,٧ م° في مرسى مطروح ، و ١,٨ م° في كل من العريش وحوان ، و ٢,٢ م° في أسوان ، ومرد ذلك إلى ضعف المنخفضات الجوية وعدم تحكمها بشكل كلي في هذه الطبقة .
- يعد شهر نوفمبر الأقل في درجة الحرارة ، نظرا لبعدها الزمني عن تأثير فصل الصيف فضلا عن فقدان الأرض حرارتها وقربها من فصل الشتاء .

جدول (٥٣) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٨٥٠ - ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

الارتفاع بالمتر	العريش			مرسى مطروح			حلوان			الوادي الجديد			أسوان							
	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف				
إلى ١٥٠٠ أقل من ١٨٠٠	١٨,٢	١٤,٥	١٠,٥	١٤,٤	١٨,٠	١٦,٢	١٢,٣	١٥,٥	١٩,٣	١٥,٢	١٠,٦	١٥,٠	٢٣,٢	٢٠,٤	١٣,٩	١٩,٢	٢٤,٩	٢١,٦	١٥,٦	٢٠,٧
١٨٠٠ إلى أقل من ٢١٠٠	١٦,٩	١٢,٤	٧,٩	١٢,٤	١٥,٧	١٣,٣	١٠,٥	١٣,٢	١٦,٧	١٢,٣	٨,٣	١٢,٤	١٩,٤	١٧,٠	١٢,٠	١٦,١	٢١,٩	١٨,١	١٣,٤	١٧,٨
٢١٠٠ إلى أقل من ٢٤٠٠	١٥,٢	١٠,٢	٦,٠	١٠,٥	١٣,٩	١٢,٧	٨,٦	١١,٧	١٥,٦	١١,٢	٦,٧	١١,٢	١٧,٩	١٥,١	١١,٩	١٥,٠	١٩,٩	١٥,٤	١٢,١	١٥,٨
٢٤٠٠ إلى أقل من ٢٧٠٠	١٣,٤	٨,٠	٤,٤	٨,٦	١٢,٨	١٠,٥	٧,٤	١٠,٢	١٤,٠	٩,٤	٥,٣	٩,٦	١٦,١	١٢,٨	١٠,٩	١٣,٣	١٨,٢	١٣,٨	٩,٥	١٣,٨
٢٧٠٠ إلى أقل من ٣٠٠٠	١١,٨	٧,١	٢,٩	٧,٣	١١,٨	٩,٣	٥,٥	٨,٩	١٢,١	٧,٠	٣,٩	٧,٧	١٤,٩	١٠,٧	٨,٨	١١,٥	١٦,٠	١٢,٠	٨,٣	١٢,١
المعدل	١٠,٦			١١,٩			١١,٢			١٥			١٦							
المدى الحراري	٧,١			٦,٦			٧,٣			٧,٧			٨,٦							
معدل التغير لكل ٣٠٠ م	١,٨			١,٧			١,٨			١,٣			٢,٢							
معدل الطبقة	١٢,٩																			

Source: "http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html "

٣- معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٥٤) وشكل (٤١) الآتي :

- انخفاض معدل درجة الحرارة فبلغ ٣,٩ م° نوعا ما مقارنة بفصل الصيف ، بفارق ٤,٧ م° ، ويرجع ذلك إلى بداية نشاط ودخول الكتل الهوائية القطبية البحرية التي تزداد رطوبتها بعد المرور على البحر المتوسط ، فتؤدي إلى تكون السحب التي تمنع انعكاس أشعة الشمس ذات الطاقة الحرارية مرة أخرى .
- بلغ أقل معدل لدرجة الحرارة في العريش ١,٩ م° ، يليها مرسى مطروح ٢,٨ م° ، ثم حلوان ٣ م° ، وترتفع في كل من أسوان والوادي الجديد لتسجل ٦ م° ، ٦,١ م° على الترتيب ، نتيجة لتباعد المسافة بين جزيئات الهواء أى كلما اقتربنا من المسطحات المائية تزداد المسافة بين الجزيئات فيؤدي إلى تشتت الحرارة وعدم قدرتها على امتصاص حرارة الشمس ، أما كلما اتجهنا ناحية اليابس فتتقارب جزيئات الهواء ويكون لديها القدرة على اكتساب حرارة الشمس مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة (Jones : ٢٠٠٣ , p ٢١٤) .
- بلغ المدى الحراري ٧,٢ م° في كل من العريش وحلوان ، و٧,٩ م° في مرسى مطروح والوادي الجديد ، وبلغ أقصاه في أسوان ٨,٢ م° ، نتيجة إلى اختلاف خصائص قاعدة الطبقة عن أعلاها .
- بلغ معدل التغير لكل ٣٠٠ م ١,٨ م° في كل من العريش وحلوان ، و ٢ م° في مرسى مطروح والوادي الجديد ، و ٢,١ م° في أسوان .

جدول (٥٤) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٧٠٠ - ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الخريف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

أسوان				الوادي الجديد				حلوان				مرسى مطروح				العريش				الارتفاع بالمتر
المعدل	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	المعدل	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	المعدل	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	المعدل	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	المعدل	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	
١٠,٢	٧,٢	٩,٩	١٣,٥	١٠,٠	٧,٩	٨,٩	١٣,١	٦,٨	٢,٩	٦,٥	١١,٠	٧,٠	٤,٢	٧,٠	٩,٩	٥,٦	١,٦	٥,٣	١٠	٣٠٠٠ إلى أقل من ٣٣٠٠
٧,٩	٥,١	٧,٧	١١,٠	٨,١	٦,٢	٧,٠	١١,١	٤,٥	٠,٩	٣,٦	٩,١	٤,٩	١,٩	٥,٢	٧,٧	٣,٣	٠,٤-	٢,٦	٧,٨	٣٣٠٠ إلى أقل من ٣٦٠٠
٦,٠	٣,٨	٥,٨	٨,٤	٦,٢	٤,٦	٤,٩	٩,٠	٣,١	٠,٥-	٢,٧	٧,١	٣,١	٠,٢	٢,٥	٦,٦	١,٩	١,٧-	١,١	٦,٤	٣٦٠٠ إلى أقل من ٣٩٠٠
٣,٧	١,٩	٣,٤	٥,٧	٣,٩	٣,٣	٢,١	٦,٤	١,٢	٢,١-	٠,٩	٤,٩	٠,١	٣,١-	٠,١	٣,٢	٠,٣	٣,٥-	٠,٣-	٤,٦	٣٩٠٠ إلى أقل من ٤٢٠٠
٢,٠	٠,٤	١,٨	٣,٧	٢,١	١,٢	٠,٩	٤,١	٠,٤-	٣,٣-	٠,٤-	٢,٦	٠,٩-	٣,٤-	١,٣-	٢,١	١,٦-	٤,٨-	١,٨-	١,٩	٤٢٠٠ إلى أقل من ٤٥٠٠
٦				٦,١				٣				٢,٨				١,٩				المعدل
٨,٢				٧,٩				٧,٢				٧,٩				٧,٢				المدى الحراري
٢,١				٢				١,٨				٢				١,٨				معل التغير لكل م ٣٠٠
٣,٩																				معدل الطبقة

Source : "http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding.html " .

٤-معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال :

تبيين من تحليل جدول (٥٥) وشكل (٤١) ما يلي :

- انخفاض معدل درجة الحرارة دون الصفر المئوي حيث بلغ -٥,٤ م° ، ويرجع ذلك إلى عامل الارتفاع ، وقلة الضغط ، وعدم قدرة الهواء على اكتساب الأشعة الشمسية ، وبداية واستقرار التيار النفاث وتحركه مع حركة الشمس الظاهرية .
- بلغ أقل درجة حرارة في العريش -٧,٤ م° ، يليها مرسى مطروح -٦,٥ م° ، ثم حلوان -٦,٣ م° ، وترتفع قليلا لتصل -٣,٦ م° في الوادي الجديد ، و-٣,٤ م° في أسوان ، ومرد ذلك إلى بداية دخول الجبهة القطبية الأوربية الإفريقية الباردة التي تعمل على انخفاض درجة الحرارة على الساحل الشمالي ويقل تأثيرها على الداخل بسبب عدم تعمقها في هذه الطبقة .
- تقارب المدى الحراري حيث بلغ ٧ م° ، ٧,٣ م° ، ٧,٤ م° ، ٧,٦ م° ، ٧,٧ م° في كل من العريش ، وأسوان ، والوادي الجديد ، ومرسى مطروح ، وحلوان على الترتيب ، ومرد ذلك إلى بعدها عن المؤثرات السطحية .
- تشابه معدل التغير لكل ٣٠٠ م حيث بلغ ١,٨ م° في كل من العريش ، وأسوان ، و ١,٩ م° في مرسى مطروح ، وحلوان ، والوادي الجديد .

جدول (٥٥) معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط ٦٠٠ - ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الخريف

الارتفاع بالمتر	العريش				مرسى مطروح				حلوان				الوادي الجديد				أسوان			
	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المعدل	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المعدل	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المعدل	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المعدل	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المعدل
٤٥٠٠ إلى أقل من ٤٨٠٠	٠,٧	٤,٢-	٨,٢-	٣,٩-	٠,٥-	٣,٨-	٤,٤-	٢,٩-	٠,٧	١,٨-	٥,٩-	٢,٣-	١,٩	١-	١,٦-	٠,٢-	١,٤	٠,٢	١,٦-	٠
٤٨٠٠ إلى أقل من ٥١٠٠	٠,٤-	٦,٤-	٩-	٥,٣-	٠,١	٥,٤-	٧,٤-	٤,٢-	٠,٣-	٤,٩-	٨-	٤,٤-	٠,٧	١,٧-	٢,٥-	١,٢-	٠	١,٢-	٢,٧-	١,٣-
٥١٠٠ إلى أقل من ٥٤٠٠	٢,٢-	٨-	١١,٥-	٧,٢-	٣,٤-	٦,٨-	٩,١-	٦,٤-	٢-	٦,٨-	٩,٩-	٦,٢-	٠,٥-	٤,٤-	٥,٣-	٣,٤-	١,٨-	٢,٦-	٤,٨-	٣,١-
٥٤٠٠ إلى أقل من ٥٧٠٠	٤,٢-	١٠,٨-	١٤,٥-	٩,٨-	٤,٨-	٩,٥-	١١,٢-	٨,٥-	٣,٨-	٨,٨-	١٢,٥-	٨,٤-	٢,٥-	٦,٢-	٧,٧-	٥,٥-	٣,٢-	٤,٨-	٧,٤-	٥,١-
٥٧٠٠ إلى أقل من ٦٠٠٠	٦,٧-	١١,٧-	١٤,٣-	١٠,٩-	٦,٩-	١١-	١٣,٦-	١٠,٥-	٦,١-	١٠,٩-	١٣,١-	١٠-	٥-	٨,٥-	٩,٣-	٧,٦-	٥,٦-	٧,٣-	٨,٩-	٧,٣-
المعدل	٧,٤-				٦,٥-				-٦,٣				٣,٦-				٣,٤-			
المدى الحراري	٧				٧,٦				٧,٧				٧,٤				٧,٣			
المعدل لكل ٣٠٠ م	١,٨				١,٩				١,٩				١,٩				١,٨			
معدل الطبقة	٥,٤-																			

Source : “http : // weather . uwyo . edu /upperair / sounding “.

ثانياً: تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على النقل الجوي :

تعد درجة الحرارة المسؤولة الأولى عن ديناميكية الهواء التي تؤثر بدورها على الطائرات والأجسام المتحركة في الغلاف الجوي وبالتالي تؤثر على النقل الجوي من حيث سرعة الطائرة ، واستخدام أجهزة التكييف ، واستهلاك الوقود وتتمثل فيما يلي :

١ - تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة :

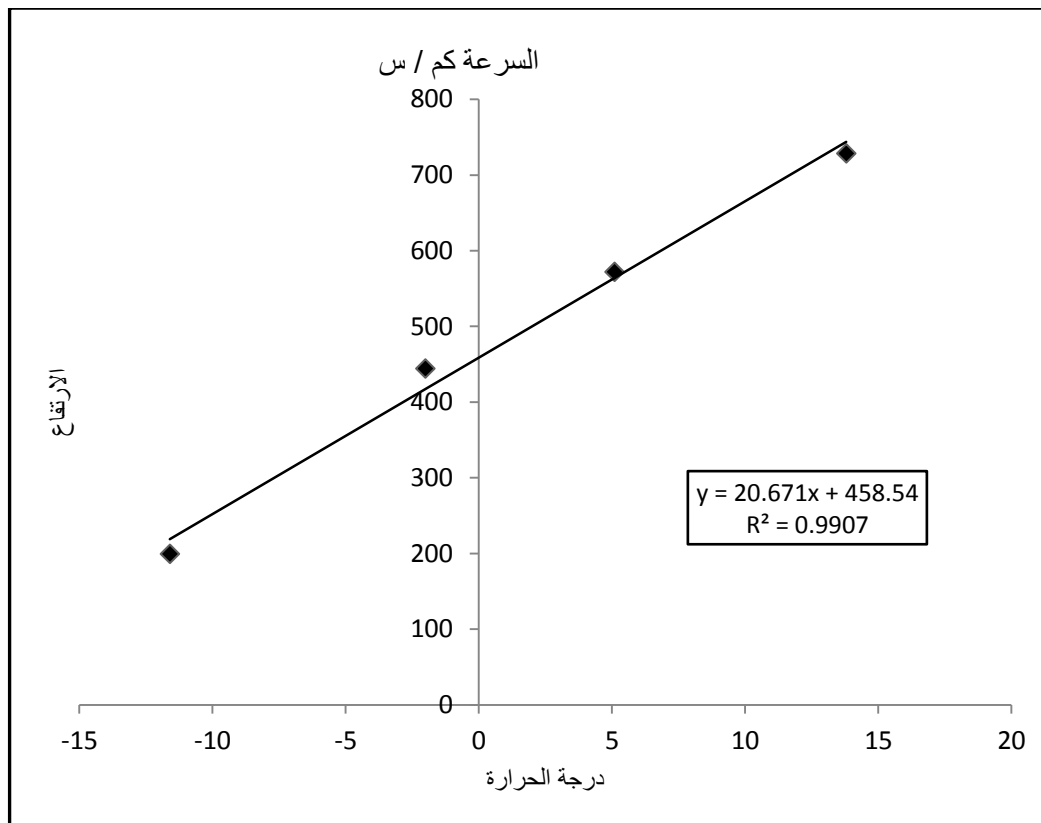
تؤثر درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرات ، حيث إن هناك نوعين من السرعة أولها : السرعة الحقيقية True Airspeed : وهي سرعة اصطدام الطائرة بالتيار الهوائي المحيط بها أو هي سرعة مرور الطائرة بالهواء المحيط وتقاس بواسطة السرعة الحقيقية، ثانيها : السرعة المؤشرة Indicated Airspeed : وهي قيمة افتراضية تساوي السرعة الحقيقية للطيران نسبة إلى الظروف الجوية عند سطح الأرض ، ويتم قياسها بواسطة عداد السرعة الحقيقية ، واستناداً لاعتماد هذه السرعة على درجة الحرارة وكثافة الهواء والعلاقة بينهما ، تبين أن العلاقة بين سرعة الطائرة ودرجة الحرارة علاقة طردية فكلما انخفضت درجة الحرارة قلت سرعة الطائرة (Brandon : ٢٠٠٥ ، p ١٣٢) ، ووجد أن الظروف القياسية التي تطير عليها الطائرة ١٥ م ، وعندما تنخفض درجة الحرارة عن هذه القيمة تصبح سرعة الطائرة ٧٥٠ كم / ساعة ، أما إذا انخفضت درجة مئوية واحدة عن هذه القيمة يؤدي ذلك إلى تقليل سرعة الطائرة ١٨ كم / ساعة (دليل الطيران المصري : ٢٠١١ ، ص ٣-١٧) وبتطبيق ذلك على مناخ مصر يمكن تحديد متوسط السرعة التي يطير بها الطيار في الفصول المختلفة ، واتضح من تحليل جدول (٥٦) وشكل (٤٢ ، ٤٣ ، ٤٤ ، ٤٥) الآتي :

أ- تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة في فصل الشتاء :

- يعد فصل الشتاء أقل فصول السنة في درجات الحرارة ، لذلك يسجل أقل سرعة للطائرة في طبقات الضغط الجوي ، فتبين أن سرعة الطائرة المؤشرة أقل من السرعة الحقيقية ، وذلك لأن معدل درجة الحرارة في طبقة ضغط (١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال) بلغ ١٣,٨ م على ارتفاع صفر إلى أقل من ١٥٠٠ م ووصلت سرعتها ٧٢٨,٤ كم / ساعة ، وتنخفض سرعتها على ارتفاع (من ١٥٠٠ م إلى أقل من ٣٠٠٠ م) لتصل ٥٧١,٩ كم / ساعة ، حيث إن معدل درجة الحرارة ٥,١ م ، وتسجل أقل سرعة لها على ارتفاع (ما بين ٤٥٠٠

م إلى أقل من أو يساوي ٦٠٠٠ م) حيث بلغت ١٩٩,٣ كم / ساعة حيث أن درجة الحرارة في هذه الطبقة -١١,٦ م .

- ثمة علاقة ارتباط طردية تامة بين انخفاض سرعة الطائرة ، وانخفاض درجة الحرارة حيث بلغت ٠,٩٩ ، بدرجة ثقة ٩٩% ، وذات درجة معنوية مرتفعة ٠,٠٠٥ ، وبلغت قيمة الإنحدار الخطي ٠,٩٨ .



شكل (٤٢) العلاقة بين درجة الحرارة في طبقات الجو العليا وسرعة الطائرة خلال

فصل الشتاء

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٥٦) وباستخدام برنامج SPSS ١٩ .

جدول (٥٦) سرعة الطائرة وفق درجة الحرارة في طبقات الجو العليا

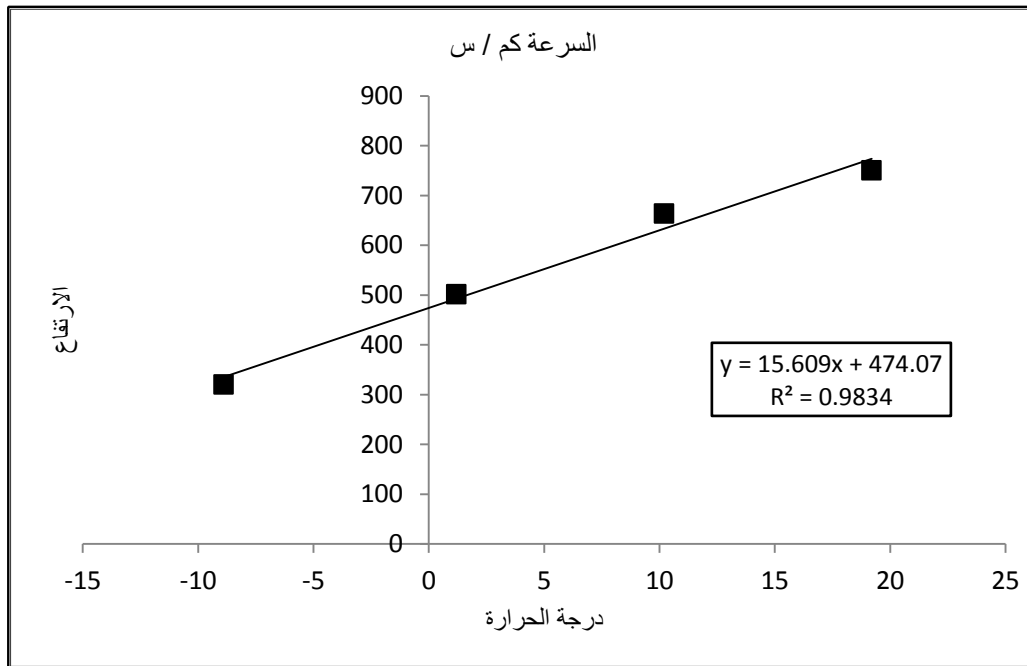
الارتفاع	طبقة الضغط	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف	
		درجة الحرارة	السرعة كم / ساعة	درجة الحرارة	السرعة كم / ساعة	درجة الحرارة	السرعة كم / ساعة	درجة الحرارة	السرعة كم / ساعة
صفر إلى أقل ١٥٠٠ م	٨٥٠-١٠٠٠	١٣,٨	٧٢٨,٤	١٩,٢	٧٥٠	٢٦,٣	٧٥٠	٢١,٨	٧٥٠
١٥٠٠ إلى أقل من ٣٠٠٠ م	٧٠٠-٨٥٠	٥,١	٥٧١,٩	١٠,٢	٦٦٣,٦	١٧,٨	٧٥٠	١٢,٩	٧١٢,٢
٣٠٠٠ إلى أقل من ٤٥٠٠ م	٦٠٠-٧٠٠	٢-	٤٤٤,١	١,٢	٥٠١,٦	٨,٦	٥٨٤,٤	٣,٩	٥٥٠,٢
٤٥٠٠ إلى أقل من أو يساوى ٦٠٠٠ م	٥٠٠-٦٠٠	١١,٦-	١٩٩,٣	٨,٩-	٣١٩,٨	٠,٨-	٤١٥,٢	٥,٤-	٣٨٢,٨
درجة الارتباط	كل الطبقات	٠,٩٩		٠,٩٨		٠,٩٦		٠,٩٤	
درجة الثقة	كل الطبقات	% ٩٩		% ٩٩		% ٩٩		% ٩٩	
درجة المعنوية	كل الطبقات	٠,٠٠٥		٠,٠٠٤		٠,٠٠٥		٠,٠٠٣	

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٤٠ إلى ٥٥) ، وباستخدام برنامج spss .

ب- تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة في فصل الربيع :

- تزداد سرعة الطائرة عن فصل الشتاء ، وذلك لارتفاع درجة الحرارة نوعا ما ، حيث تبين أن طبقة ضغط (١٠٠٠ - ٨٥٠ هكتوبسكال) على ارتفاع (صفر إلى أقل من ١٥٠٠ م) سجلت درجة الحرارة ١٩,٢ م° ، مما يجعل الطائرة تطير على سرعتها الحقيقية وهي ٧٥٠ كم / الساعة ، ولكن تطير على السرعة المؤشرة في الارتفاعات الأخرى ، حيث بلغت سرعة الطائرة ٦٦٣,٦ كم / ساعة على ارتفاع (١٥٠٠ م إلى أقل من ٣٠٠٠ م) ، وسجلت درجة الحرارة ١٠,٢ م° ، وسجلت أدنى سرعة لها على ارتفاع (٤٥٠٠ م إلى أقل من أو يساوي ٦٠٠٠ م) فتكون ٣١٩,٨ كم / ساعة ، حيث بلغ معدل درجة الحرارة -٨,٩ م° .

- بلغ معامل الارتباط بين درجة الحرارة في فصل الربيع وسرعة الطائرة ٠,٩٨ ، أى ارتباط طردي قوي ، بدرجة ثقة ٩٩% ، وذات معنوية منخفضة بلغت ٠,٠٠٤ ، وبلغت قيمة الانحدار الخطي ٠,٩٦ .



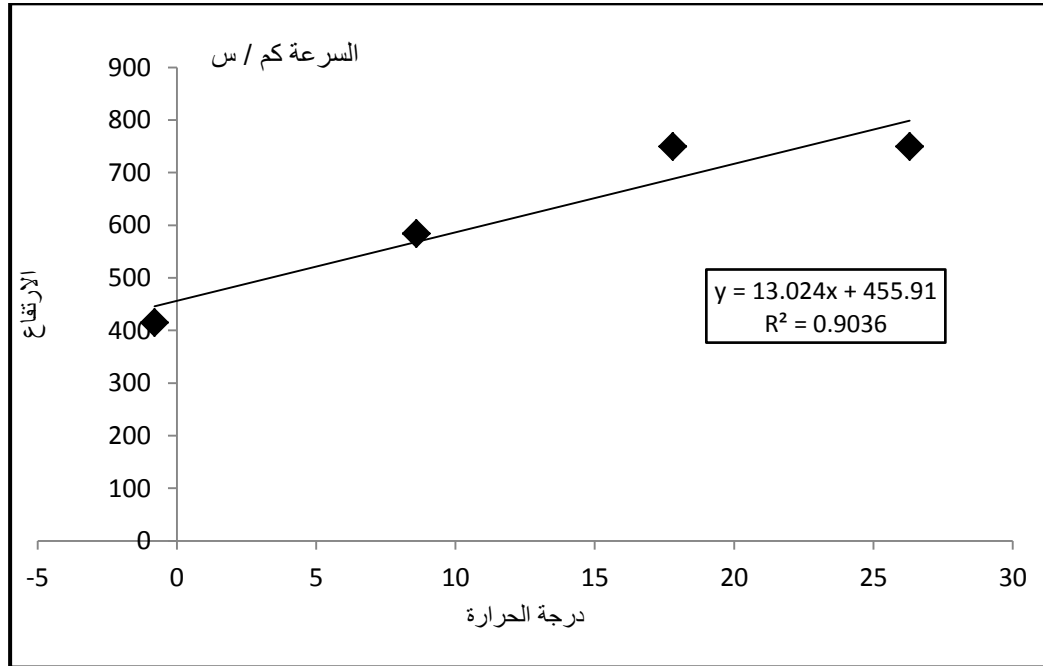
شكل (٤٣) العلاقة بين درجة الحرارة في طبقات الجو العليا وسرعة الطائرة خلال فصل الربيع

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٥٦) وباستخدام برنامج SPSS ١٩ .

ج- تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة في فصل الصيف :

- يعد فصل الصيف أعلى فصول السنة في درجة الحرارة ، لذلك تطير فيه الطائرات بأقصى سرعة لها في أغلب طبقات الغلاف الجوي ، حيث تظل الطائرة على سرعتها الحقيقية ٧٥٠ كم / ساعة حتى ارتفاع ٣٠٠٠ م ، وذلك لأن درجة الحرارة لا تنخفض عن ١٥ م° ، ووجد أن أقل سرعة لها ٤١٥,٢ كم / ساعة على ارتفاع ٤٥٠٠ إلى أقل من ٦٠٠٠ م° ، حيث سجلت درجة الحرارة - ٠,٨ م° ، بفارق عن فصل الشتاء ٢١٥,٩ كم / ساعة على نفس الارتفاع .

- وجد أن هناك علاقة ارتباط طردية قوية جدا بلغت ٠,٩٦ بين درجة الحرارة في الصيف وسرعة الطائرة ، بدرجة ثقة بلغت ٩٩% ، ودرجة معنوية مرتفعة بلغت ٠,٠٠٥ ، وذات انحدار خطي ٠,٩٣ .



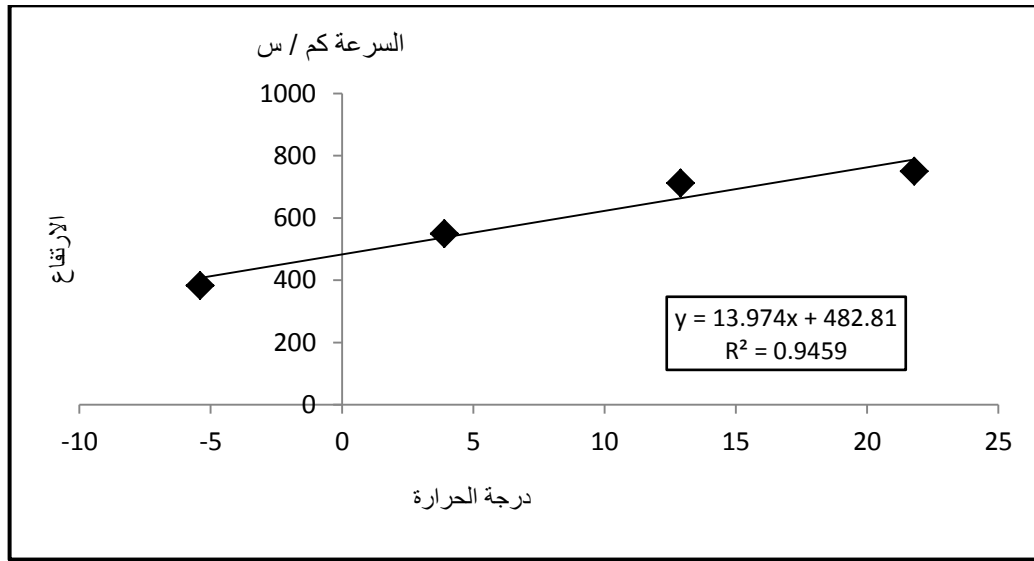
شكل (٤٤) العلاقة بين درجة الحرارة في طبقات الجو العليا وسرعة الطائرة خلال

فصل الصيف

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٥٦) ، وباستخدام برنامج SPSS ١٩ .

د - تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة في فصل الخريف :

- تتشابه سرعة الطائرات في هذا الفصل مع فصل الربيع ولكن تزيد عنها قليلا ، نتيجة تأثرها بتسخين فصل الصيف ، فوجد أنها حتى ارتفاع ١٥٠٠ م تظل على سرعتها الحقيقية ٧٥٠ كم / ساعة ، وتنخفض سرعتها على ارتفاع ١٥٠٠ إلى أقل من ٣٠٠٠ م لتسجل ٧١٢,٢ كم / ساعة ، ومرد ذلك إلى انخفاض درجة الحرارة عن الدرجة القياسية لتسجل ١٢,٩ م° ، وبلغ أقصى انخفاض لسرعة الطائرة على ارتفاع (٤٥٠٠ إلى أقل من ٦٠٠٠ م) ٣٨٢,٨ كم / ساعة ، حيث سجل معدل درجة الحرارة -٥,٤ م° .
- بلغ معدل الارتباط بين سرعة الطائرة ودرجة الحرارة خلال فصل الخريف ٠,٩ أى ارتباط طردي قوي جدا ، بدرجة ثقة بلغت ٩٩% ، وذات درجة معنوية منخفضة بلغت ٠,٠٣ ، وذات انحدار خطي بلغ ٠,٩٣ .



شكل (٤٥) العلاقة بين درجة الحرارة في طبقات الجو العليا وسرعة الطائرة خلال فصل الخريف

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٥٦) وباستخدام برنامج SPSS ١٩ .

٢- تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على تكون الجليد على جسم الطائرة :

يؤدي انخفاض درجة الحرارة دون الصفر المئوي إلى تكاثف بخار الماء على جسم الطائرة ويتحول إلى جليد ، ويعد تكون الغطاء الجليدي علي جسم الطائرة من أبرز المخاطر التي تهدد الطيران ، حيث إنه يزيد من وزن الطائرة و يقلل من سرعتها و قدرتها علي الصعود واندفاعها، كما يهدد بعتل المحرك ، وأجهزة الاتصالات اللاسلكية ، وتقديم معلومات خاطئة عن أجهزة الملاحة ، وتعطيل أجهزة الهبوط (Larry : ١٩٩٨ , p ١٣٤٤) ، وعادة تعمل المعدات الإلكترونية في مجال معين من درجة الحرارة ، ومع تغير مستوى ارتفاع الطيران تتغير درجة الحرارة مما يؤثر على هذه التجهيزات المتمثلة في ضبط درجة حرارة الطائرة سواء من الخارج أو الداخل ، وعليه فوجود التكييف على جسم الطائرة من التجهيزات المهمة خاصة عندما تصل درجة الحرارة دون الصفر المئوي ، ومع بداية تكون الثلج يقوم فريق الطائرة بتشغيل التكييف الخارجي من أجل إذابة الثلج عن جسم الطائرة حتى لا يزيد من حمولتها المقررة مما يفرض تكاليف وأعباء اقتصادية إضافية* ، ومن هنا وجد أن فصل الشتاء يعد أكثر فصول السنة خطورة على الطيران حيث تنخفض درجة الحرارة دون الصفر المئوي عند ارتفاع ٣٠٠٠ م ، ولكنها لم تصل دون الصفر المئوي في باقي فصول السنة إلا على ارتفاع ٤٥٠٠ م فوق منسوب سطح البحر.

* مقابلة شخصية ، بالشركة المصرية للطيران ، يوم الثلاثاء ٥ فبراير ٢٠١٣ ، الساعة الحادية عشر ظهرا.

الخلاصة :

اتضح مما سبق أن منظومة الغلاف الجوي تبدأ من طبقات الجو العليا التي بدورها تؤثر على مناخ سطح الأرض ، وتم تقسيم الغلاف الجوي إلى عدة طبقات وفقا لطبقات الضغط الجوي وتم دراسة خصائص درجة الحرارة في الطبقات العليا سواء السنوية أو الفصلية ولقد تبين الآتي :

- تعد طبقة الضغط ١٠٠٠ إلى ٨٥٠ هكتوبسكال هي أدفء طبقة مقارنة بالطبقات الأخرى ، نظرا لتأثرها بإنعكاس الأشعة الشمسية ، وتكون أكثر دفئا في فصل الصيف ، بينما يقل الدفء في الخريف ، ويليه الربيع وأخيرا فصل الشتاء .
- تعد طبقة ضغط ٦٠٠ إلى ٥٠٠ هكتوبسكال هي الأكثر برودة على المستوى الفصلي والسنوي ، وتزداد برودتها خلال فصل الشتاء ثم الربيع ثم الخريف وتكون الأقل برودة خلال فصل الصيف ، بينما يعد فصل الشتاء هو الأبرد على مستوى كافة الطبقات ويليه فصل الربيع ثم الخريف ، ولكن يعد فصل الصيف الأدفء مقارنة بسابقه .
- تؤثر الكتل الهوائية والتيارات والجبهات والتيار النفاث والحمل الحراري والرطوبة في درجة الحرارة في طبقات الجو العليا بشكل فعال .
- تؤثر درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة بعلاقة طردية أى كلما انخفضت درجة الحرارة درجة واحدة عن ١٥ °م انخفضت سرعة الطائرة ١٨ كم / ساعة .
- انخفاض درجة الحرارة دون الصفر المئوي يؤدي إلى تراكم الجليد على جسم الطائرة مما يشكل خطورة على الرحلة الجوية .

الفصل الرابع

تأثير الرياح السطحية وفي طبقات الجو العليا على النقل الجوي في مصر

مقدمة .

أولا : خصائص الرياح السطحية :

- ١- اتجاه الرياح السطحية .
- ٢- سرعة الرياح السطحية .
- ٣- تأثير الرياح السطحية على النقل الجوي في مصر .
- أ- تأثير اتجاه الرياح السطحية على النقل الجوي .
- ب- تأثير سرعة الرياح السطحية على النقل الجوي .

ثانيا : سرعة الرياح في طبقات الجو العليا :

- ١- المعدل السنوي والفصلي لسرعة الرياح في طبقات الجو العليا .
- ٢- تأثير سرعة الرياح في طبقات الجو العليا على النقل الجوي .

الخلاصة .

مقدمة :

تعد الرياح من أهم العوامل التي تؤثر على النقل الجوي سواء كانت الرياح السطحية أو في طبقات الجو العليا ، فهي تعد عنصرا رئيسا في التبادل الحراري الأفقي والرأسي وضابطا مهما يؤثر في كثير من العمليات الطبيعية والجوية مثل التبخر والنتح والسحب والأمطار (طارق سالم : ١٩٩٣ ، ص ١٤٣) ، لذلك وجد أن اتجاه الرياح السطحية هي التي تحدد اتجاه الممرات المستخدمة في الإقلاع والهبوط ، لذلك لابد من مراعاتها أثناء تصميم وتخطيط المطارات ، كما تؤثر الرياح في طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة ، وبالتالي تؤثر على التكلفة الاقتصادية للرحلة ، وسيتناول هذا الفصل خصائص الرياح السطحية وفي طبقات الجو العليا وتأثيرهما على النقل الجوي بشئ من التفصيل .

أولا : خصائص الرياح السطحية :

تتباين الرياح السطحية في اتجاهها وسرعتها من مكان إلى آخر ومن فصل إلى آخر ، نتيجة لتأثرها بالتغيرات التي تطرأ على توزيعات الضغط المختلفة ، والانخفاضات الجوية والتضاريس السطحية ، ومن أهم العوامل التي تؤثر على حركة الرياح هي انحدار الضغط الجوي ، والقوة الكورالية ، والاحتكاك وقوة الجذب نحو المركز (محمد حسن : ٢٠٠١ ، ص ٢٩٥) وسوف يتم توضيح خصائصها كالآتي :

١- اتجاه الرياح السطحية :

أ- المعدل السنوي لتكرار هبوب الرياح :

اتضح من خلال دراسة وتحليل جدول (٥٧) وشكل (٤٦) ما يلي :

- سيادة اتجاه الرياح الشمالية الغربية والشمالية والغربية والشمالية الشرقية ، حيث بلغ أقصى معدل لنسبة تكرار الهبوب هو الشمال الغربي بمعدل ٢٥,٢ % ، وأقل نسبة لتكرار الهبوب في الاتجاه الجنوب الشرقي ٤,٥ % ، ويعزى ذلك إلى مرور المنخفضات الشمالية الغربية التي تعد الأكثر تكرارا على مصر .

- ارتفاع نسبة اتجاه الرياح الشمالية الغربية حيث بلغ أقصى نسبة لها في محطة الطور ٥٣,٣ % ، نتيجة للشكل العام للمنطقة وامتداد سهل القاع شمالها ، بينما يلعب عامل الارتفاع دورا مهما في محطة أسبوط نظرا لوقوعها على سطح الهضبة الغربية ، مما زاد من اتجاه

الرياح الشمالية الغربية بنسبة ٣٩,٢ % (أحمد الفقي : ١٩٩٩ ، ص ٦١) ، وتزداد نسبتها على الساحل الشمالي ، نظرا لوجود البحر المتوسط ، وهي في الأصل رياح تجارية شرقية تغيرت وجهتها لأسباب محلية حيث تهب من الشمال الغربي (جمال حمدان : ١٩٨٢ ، ص ١٥٦) ، وتسجل أقصاه في الإسكندرية ٣٢,٥ % ، وأدناه في العريش ١٦,٤ % ، وتنخفض نسبة اتجاه الرياح الشمالية الغربية في محطتي المنيا وأسوان ١٢,١ % و ١٩,٥ % على الترتيب ، ويعود ذلك إلى موقعها الجغرافي جنوب مصر .

- زيادة نسبة اتجاه الرياح الشمالية نحو الداخل فبلغت في الخارجة ٥٧,٤ % ، وفي المنيا ٥٨,٥ % ، وفي أسوان ٥٧,٤ % ، وهي تقريبا ضعف نسبتها على الساحل الشمالي والشرقي ، نتيجة لوجود المنخفض السوداني الموسمي على شمال شرق السودان ، وفي الطور ١٤,٧ % ولكنها تزداد في مرسى علم ٤٢,٩ % ، نتيجة إلى العامل الطبوغرافي .

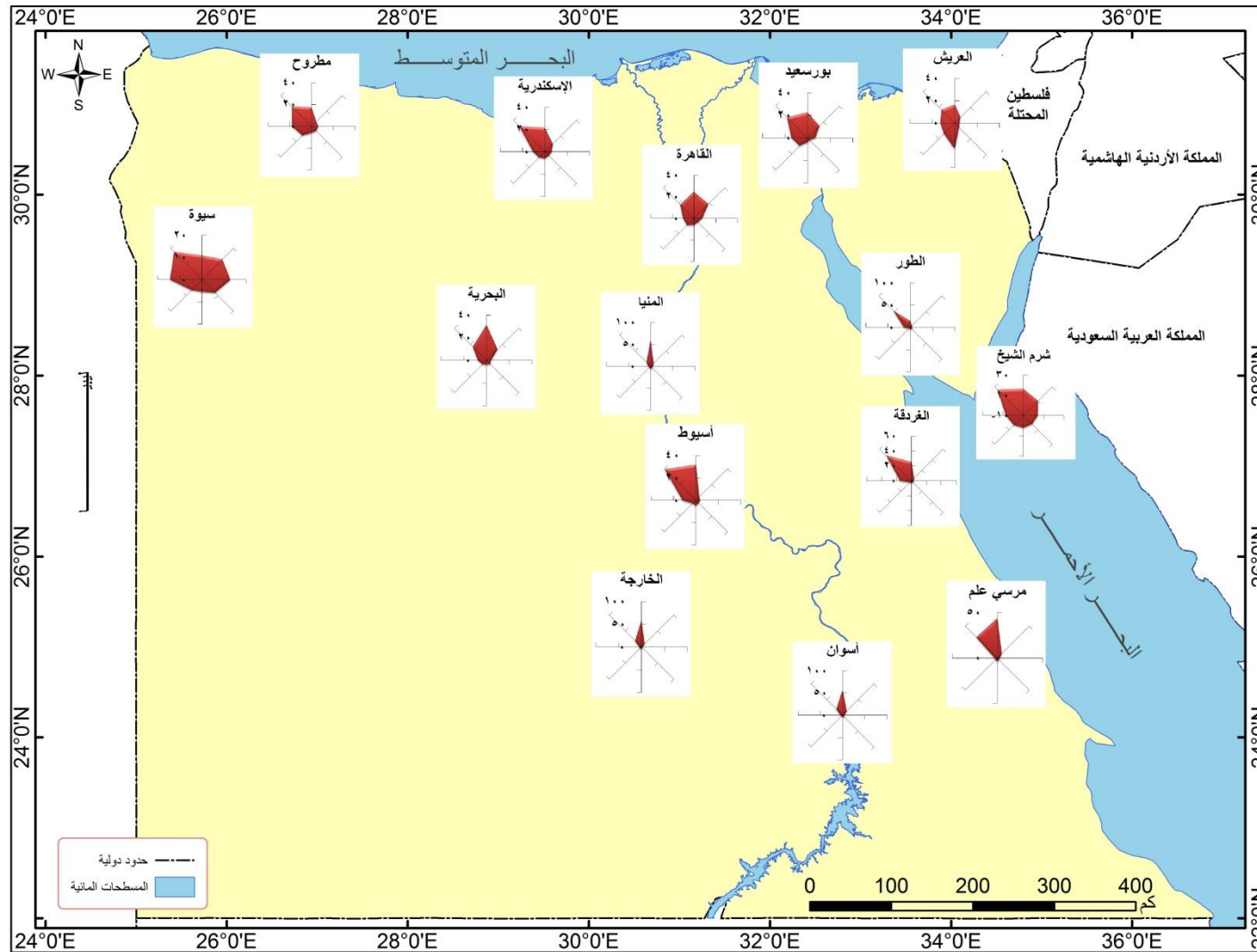
- انخفاض اتجاه الرياح الغربية على الساحل الشمالي بالاتجاه شرقا ، حيث تسجل في مرسى مطروح ١٧,٧ % ، وفي العريش ١٢,٧ % ، وتقل أيضا بالاتجاه جنوبا ، فتسجل في سيوه ١٤,٥ % ، وفي القاهرة ١٠ % ، وفي أسوان ٣,٨ % ، وذلك لقلة تعمق المنخفضات الساحلية .

- يأتي اتجاه الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية في جميع محطات الدراسة في مقدمة المنخفضات الخماسينية (p١٥٦ , ١٩٤٤ : El- Fandy) ، فنسبتها منخفضة في جميع محطات الدراسة ما عدا العريش حيث تسجل في الاتجاه الجنوبي ٢٣,٢ % ، ويرجع ذلك إلى مصدرها الصحراوي .

جدول (٥٧) المعدل السنوي للنسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢)

الاتجاه المحطة	شمال	شمال شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	السكون
مرسى مطروح	١٧,٤	٦,١	٦,٣	٦	٦,١	١١,٩	١٧,٧	٣,١
الإسكندرية	٢٠,٩	٩,٧	٥,٦	٥,٢	٦,٥	٧,٥	١٠,٢	٣٢,٥
بورسعيد	٢٢,٤	١٤,٦	٧	٢,٦	٣,٣	٩,٣	١٣,٨	٢٦
العريش	١٦,٥	٧,١	٢,٣	٥,٥	٢٣,٢	١٣,٤	١٢,٧	١٦,٤
معدل الساحل الشمالي	١٩,٣	٩,٤	٥,٣	٤,٨	٩,٨	١٠,٥	١٣,٦	٢٥,١
سيوه	١٠,٨	١٢,٥	١٢,٦	٨,٤	٥,٥	٦,٥	١٤,٥	١٧,٩
البحرية	٣٠,٨	١٣,٥	٤	٣,٩	٣,٨	٥	٧,٦	١٧,٩
الخارجة	٥٧,٤	٩,٨	٢,٦	٢	٢,٤	١,٩	٤	١٨,٥
معدل الصحراء الغربية	٣٣	١١,٩	٦,٤	٤,٨	٣,٩	٤,٥	٨,٧	١٨,١
القاهرة	٢٤,٣	١٨,٣	٧,٧	٣,٣	٥,٨	٦,٨	١٠	١٧,٤
المنيا	٥٨,٥	٩,٢	٢,٢	٣	٤,٥	٢,١	٣,٧	١٢,١
أسيوط	٣١,٨	٤,٢	١,٢	٢,٥	٣,٢	٤,٣	١١,٤	٣٩,٢
أسوان	٥٧,٤	١٣,٢	٠,٩	١,٣	٢,١	١	٣,٨	١٩,٥
معدل الوادي	٤٣	١١,٢	٣	٢,٥	٣,٩	٣,٦	٧,٢	٢٢,١
الغردقة	٢٥	٥,٢	١,٤	٢,٣	١,٨	١,٢	١٤	٤٧,٥
مرسى علم	٤٢,٩	٦,٢	٢,٦	٢,٣	٢,٢	٢,٣	٢,٥	٣١,٨
معدل البحر الأحمر	٣٤	٥,٧	٢	٢,٣	٢	١,٨	٨,٣	٣٩,٧
الطور	١٤,٧	٧,١	١,٥	٢,١	١,٤	١	١٣,٤	٥٣,٣
شرم الشيخ	١٦,٢	١٠,٤	٢,١	٢	٢,١	٢,٦	٧	٢٥,٧
معدل سيناء	١٥,٥	٨,٨	١,٨	٢,١	١,٨	١,٨	١٠,٢	٣٩,٥
معدل العام	٢٤,٤	١٠,٢	٥	٤,٥	٦	٥,٩	١٢	٢٥,٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، القاهرة ، بيانات غير منشورة (١٩٩٠ - ٢٠١٢).



شكل (٤٦) المعدل السنوي للنسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في مصر خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٥٧) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

ب- معدل فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير) :

يتعرض سطح مصر للبرودة خاصة الجزء الشمالي نظرا لمرور المنخفضات الجوية الشتوية، ومع دخول المنخفضات نحو شرق البحر المتوسط تهب في مقدمتها رياح جنوبية إلى جنوبية غربية وهى في الحقيقة رياح غربية وشمالية غربية ، لذا تنصدر الرياح الغربية نسب اتجاه الرياح في شمال مصر (٩١ p , ١٩٧٢ : Soliman) ، وتحليل جدول (٥٨) وشكل (٤٧) تبين ما يلي :

- انخفاض معدل السكون في فصل الشتاء فبلغ ٦,٧ % ، بينما تباين نسبة بين ٠,٨ % في الإسكندرية وأسوان و ٢٩,٦ في شرم الشيخ ، ومرد ذلك إلى عدم الاستقرار في الظروف الجوية .

- سيادة اتجاه الرياح الغربية والجنوبية الغربية على الساحل الشمالي بنسبة تصل ١٩ % و ٢٠,٤ % على الترتيب ، وبلغت أقصى نسبة لها ٢٢,٣ % و ٢١,٤ % في مرسى مطروح وأدناها ١٩ % في العريش و ١٨,٤ % في الإسكندرية على التوالي ، نتيجة سيادة المنخفضات الشتوية على الساحل الشمالي ، ويأتي في المؤخرة الاتجاه الشرقي بنسبة ٥,٨ % ، بينما انخفض السكون على الساحل الشمالي حيث وصل ١,٩ % ، ومرد ذلك إلى تأثير المنطقة بمسارات المنخفضات الجوية .

- سيادة اتجاه الرياح الشمالية في الصحراء الغربية بنسبة ٢٣,٤ % ، وبلغت أقصى زيادة لها في محطة الخارجة ٤٩ % نظرا إلى موقعها الجغرافي ، ويليه اتجاه الشمال الغربي بنسبة ١٨ % ، ثم اتجاه الغرب بنسبة ١٥,٥ % وتحثل سيوه أقصى نسبة هبوب ٢٤ % ، وذلك لقربها من المؤثرات الساحلية ، أما عن باقي الاتجاهات فهي لا تتجاوز ٨ % . وسجل معدل نسبة سكون الرياح في الصحراء الغربية ١١,١ % وهى تعد كبيرة بالنسبة لمعدل السكون الكلي بفارق ٤,٤ % .

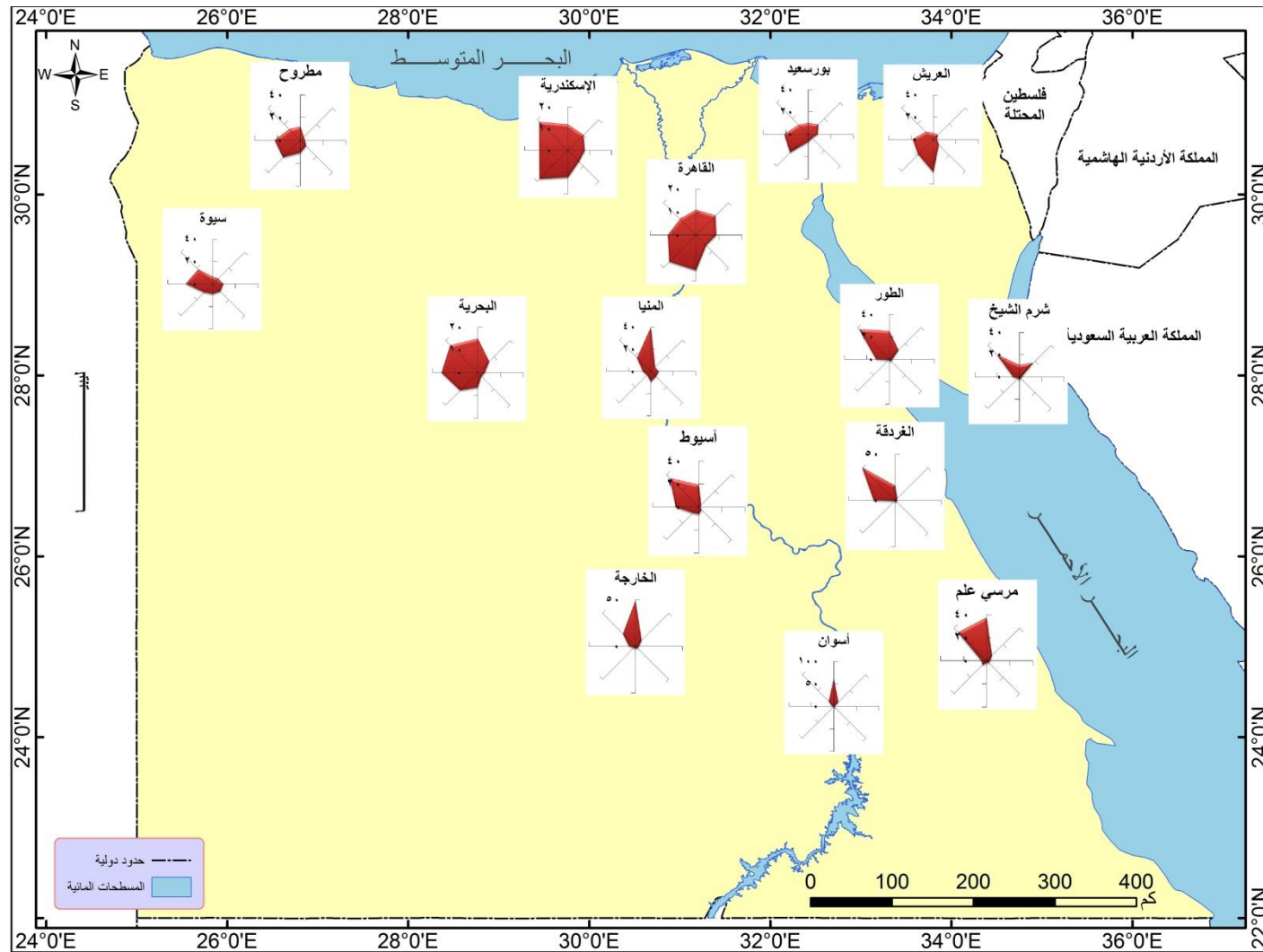
- زيادة نسبة تكرار الهبوب على الوادي في الاتجاه الشمالي ٣٣,٢ % ، وبلغت أقصى نسبة في أسوان ٦٢ % ، ويأتي بعدها الاتجاه الشمالي الغربي بنسبة ٢٠,٥ % وأقصى نسبة هبوب أسيوط ٣٧ % نظرا لعامل الارتفاع ، فضلا عن بعدها من المنخفضات الساحلية .

- سيادة الاتجاه الشمالي الغربي للرياح على البحر الأحمر وشبه جزيرة سيناء حيث تسجل نسبة هبوب الرياح ٤٢,٩ % ، ٣٤,٢ % على الترتيب ، وذلك نتيجة إلى ظروف المنطقة الطبوغرافية .

جدول (٥٨) معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح خلال الفترة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الشتاء

الاتجاه المحطة	شمال	شمال شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	السكون
مرسى مطروح	١١,٩	٤,١	٤	٧,١	١١,١	٢١,٤	٢٢,٣	٤,٥
الإسكندرية	١٢	١٠	٧,٧	٧,١	١٢,٣	١٨,٤	١٣,١	٠,٨
بورسعيد	١٠,١	١٢,٥	٨,٢	٤,٧	٦,٧	٢٣,١	٢١,٤	١,٣
العريش	٦	٥,٥	٣,٢	٧	٣٠	١٨,٧	١٩	١,١
معدل الساحل الشمالي	١٠	٨	٥,٨	٦,٥	١٥	٢٠,٤	١٩	١,٩
سيوه	٦,٣	٦,٧	٩,٤	٩,٣	٩	١٠,٧	٢٤	٦,٥
البحرية	١٥	٧,١	٣	٢,٢	٦,٤	١٠,٩	١٥,٨	٢٢,٦
الخارجة	٤٩	٩	٣,٧	٢,٨	٣	٢,٤	٦,٨	٤,٣
معدل الصحراء الغربية	٢٣,٤	٧,٦	٥,٤	٤,٨	٦,١	٨	١٥,٥	١١,١
القاهرة	١٠,٥	١٢	٨,٩	٥,٩	١٦	١٦,٢	١٢	٨,٥
المنيا	٤٠	٥	٠,١	٦,٤	٩,٣	٥	٨	٨,٢
أسيوط	٢٠,١	٢,٨	١	٣,٩	٥	٦,٩	١٩,٩	٣,٤
أسوان	٦٢	١٤	٠,٨	٠,٤	١	٠,٩	٣,١	٠,٨
معدل الوادي	٣٣,٢	٨,٥	٢,٧	٤,٢	٧,٨	٧,٣	١٠,٨	٥,٢
الغردقة	١٦	٣	١	٠,٩	٣	١,٨	٢٢	١,٣
مرسى علم	٣٧,٤	٦,٥	٢,٨	٢,٤	١,٧	٥	٤,٢	٥,٢
معدل البحر الأحمر	٢٦,٧	٤,٨	١,٩	١,٧	٢,٤	٣,٤	١٣,١	٣,٣
الطور	٢٥,٩	١٢,١	٢,٩	٣	١,٨	٠,٩	١١	٢,٤
شرم الشيخ	١٠,٧	١٧,٧	٢,١	١,٩	٢,٤	١,٨	٥,٤	٢٩,٦
معدل سيناء	١٨,٣	١٤,٩	٢,٥	٢,٥	٢,١	١,٤	٨,٢	١٦
معدل الاتجاه	٢٢,٢	٨,٥	٣,٩	٤,٣	٧,٩	٩,٦	١٣,٩	٦,٧

المصدر : تم إعداده اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، القاهرة ، بيانات غير منشورة ، (١٩٩٠ - ٢٠١٢) .



شكل (٤٧) معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في مصر خلال الفترة (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الشتاء

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٥٨) باستخدام برنامج ARC GIS ١٠

ج- معدل فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) :

يتميز هذا الفصل بضعف جبهة البحر المتوسط وقلة المنخفضات المتوسطة وزيادة المنخفضات الخماسينية الصحراوية التي تتخذ مسارا على الياض ، وتبين دراسة جدول (٥٩) وشكل (٤٨) ما يلي :

- سيادة اتجاه الرياح الشمالية الغربية والشمالية فبلغت نسبتهما ٢٣,٦ % و ٢٢,٣ % ، على التوالي ، بينما بلغت نسبة اتجاه الرياح الغربية ١٣,٣ % ، أما باقي الاتجاهات دون ٨,٨ %.

- سيادة الرياح الشمالية الغربية والشمالية على الساحل الشمالي بنسبة ٢١,٩ % و ١٨,١ % على الترتيب ، حيث سجلت الرياح الشمالية الغربية أقصى نسبة للهبوب في الإسكندرية ٢٧,٥ % وأقل نسبة لها في العريش ١٦,٣ % ، بينما الاتجاه الشمالي سجل أقصاه في بورسعيد والإسكندرية ٢١,٢ % ، وتزداد نسبة سكون الرياح في هذا الفصل عن فصل الشتاء بفارق ٠,٤ % ، ويعزى ذلك إلى التأثير بالمنخفضات الخماسينية التي يكون مصدرها من الاتجاه الغربي .

- سيادة اتجاه الرياح الشمالية في داخل الصحراء الغربية لتصل نسبتها إلى ٢٩ % ، ويبلغ أقصى زيادة لها في الخارجة ٥٣,٥ % ، ثم اتجاه الرياح الشمالية الغربية بنسبة ١٥,٤ % وبلغت أقصى زيادة لها في البحرية ١٧,٥ % ، ومرد ذلك إلى تمدد وانتشار منخفض السودان الموسمي في الاعتدالين ، بينما تزداد نسبة السكون في الصحراء الغربية لتصل إلى ١٢,٣ % .

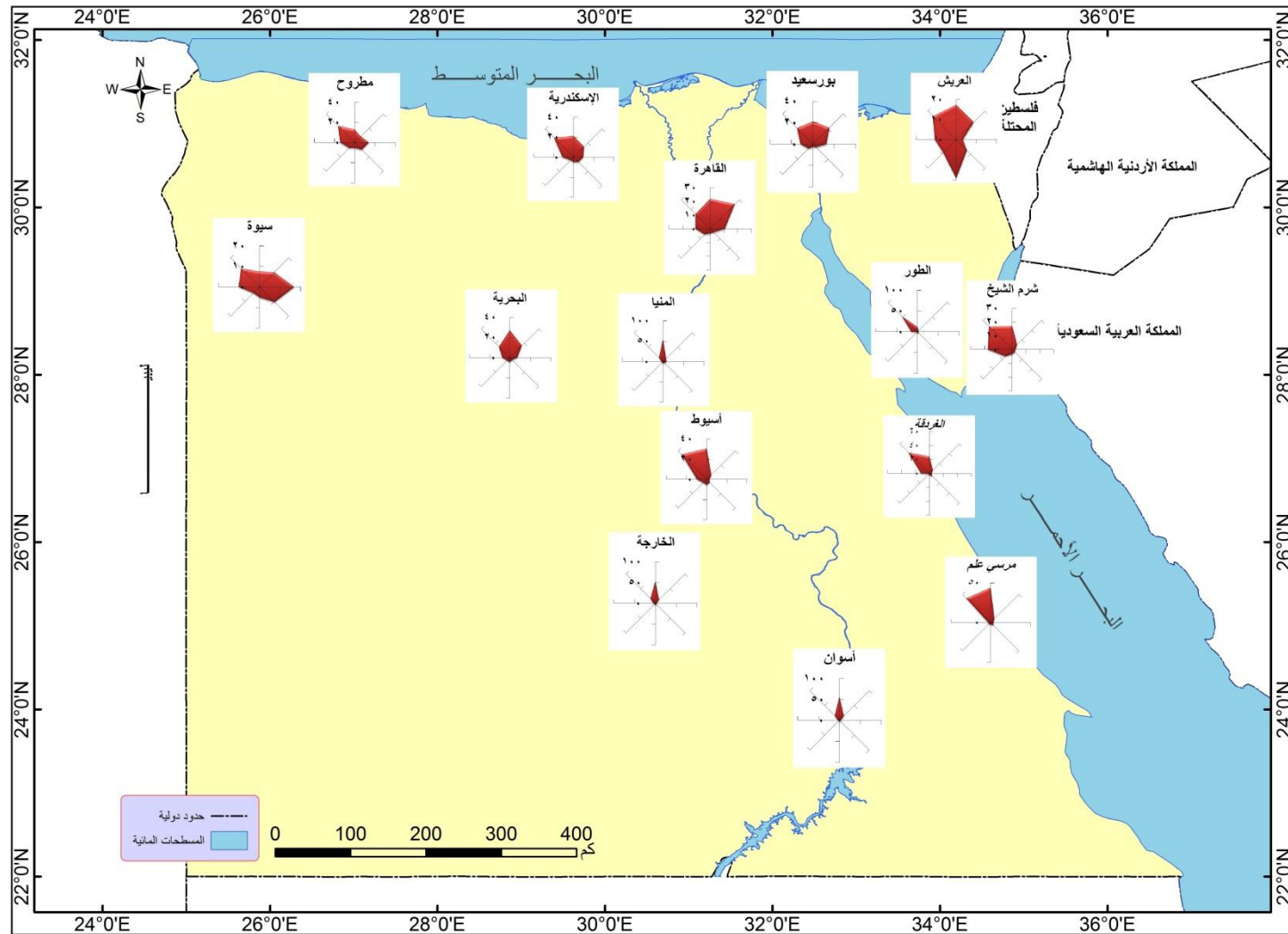
- زيادة اتجاه الرياح الشمالية كلما اتجهنا إلى الداخل حيث بلغت نسبتها على الوادي ٤٠,٧ % ، وسجلت في القاهرة ٢١,٦ % ، وفي أسوان ٥٦,٧ % نظرا لتأثرها بالمرتفع السوداني الموسمي ، ثم الاتجاه الشمالي الغربي بنسبة قدرها ١٩,١ % وبلغ أقصاه في أسيوط ٣٤,٨ % .

- سيادة اتجاه الرياح الشمالية الغربية على كل من البحر الأحمر وشبة جزيرة سيناء بنسبة ٤١,٥ % و ٣٧,٧ % على الترتيب ، نظرا لطبيعة موقعها .

جدول (٥٩) معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الربيع

الاتجاه المحطة	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	السكون
مطروح	١٢,٨	٨,٤	١٤	١١	٥,٣	٧,٥	١٤,١	٢٢,٩	٤
الإسكندرية	٢١,٢	١٤,٥	٩,٦	٦,٥	٥	٤,٣	١١	٢٧,٥	٠,٤
بورسعيد	٢١,٢	٢١,٥	١٢,٤	٤	٢,٥	٥,٨	١١,٥	٢٠,٨	٠,٣
العريش	١٧,٣	١٢,٣	٣,٣	٧,٥	١٩,٢	٩,١	١٠,٦	١٦,٣	٤,٤
معدل الساحل الشمالي	١٨,١	١٤,٢	٩,٨	٧,٣	٨	٦,٧	١١,٨	٢١,٩	٢,٣
سيوه	٧,٤	١٠	١٦,٩	١٠,٤	٥,١	٤,٢	١٠,١	١٢,٦	٢٣,٣
البحرية	٢٦	١٧	٧	٣,٢	٥	٣,٨	٧,٧	١٧,٥	١٢,٨
الخارجة	٥٣,٥	١٢	٢,٦	٣,١	٤,٩	٣	٤	١٦	٠,٩
معدل الصحراء الغربية	٢٩	١٣	٨,٨	٥,٦	٥	٣,٧	٧,٣	١٥,٤	١٢,٣
القاهرة	٢١,٦	٢٥,٣	١١	٣,٢	٢,٧	٥,٩	١١	١٤	٥,٣
المنيا	٥٤	١٠,١	٨,٥	٤,٢	٥,٤	٢,٣	٣,٣	١٢	٠,٢
أسيوط	٣٠,٤	٦,٣	٢,٨	٤,٢	٥,٥	٤,٧	٩,٥	٣٤,٨	١,٨
أسوان	٥٦,٧	١٤,٦	٢,٢	٢,٥	٣,٨	١,٤	٣,١	١٥,٧	٠
معدل الوادي	٤٠,٧	١٤,١	٦,١	٣,٥	٤,٤	٣,٦	٦,٧	١٩,١	١,٨
الغردقة	٢٤,١	٦,٩	٣	٦	٣	١	١٢,١	٤٢,٣	١,٦
مرسى علم	٤٠	٤,٨	٣,٥	٤	٢,٤	٣	١,٥	٤٠,٧	٠,١
معدل البحر الأحمر	٣٢,١	٥,٩	٣,٣	٥	٢,٧	٢	٦,٨	٤١,٥	٠,٩
الطور	١٠,٩	٢,٢	١,٨	٣,٩	٣,٥	١,٤	١٣,٩	٥٢	١٠,٤
شرم الشيخ	١٧	٥	٢,٣	٢,٨	٣,٤	٧	١٧,٥	٢٣,٤	٢١,٦
معدل سيناء	١٤	٣,٦	٢,١	٣,٤	٣,٥	٤,٢	١٥,٧	٣٧,٧	١٦
معدل الاتجاه	٢٢,٣	٨,٨	٤,٦	٤,٦	٧,٥	٨,٧	١٣,٣	٢٣,٦	٦,٧

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



شكل (٤٨) معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في مصر خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الربيع

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٥٩) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

د- معدل فصل الصيف (يونيه ، يوليه ، أغسطس) :

ينعدم مرور المنخفضات الجوية خلال فصل الصيف ، نظرا لأنه أكثر فصول العام استقرارا في الضغط الجوي ، حيث يتكون ضغط مرتفع نسبيا على البحر المتوسط بسبب انخفاض درجة حرارة الماء نوعا ما عن اليباس الذي يكون عليه ضغط منخفض نسبيا ، ويتضح من تحليل جدول (٦٠) وشكل (٤٩) الآتي :

- انخفاض معدلات سكون الرياح عن فصل الشتاء والربيع حيث بلغ ٦,٦ % ، نتيجة تراجع منطقة الضغط الأزوري غربا مما جعل الرياح شبه ساكنة ، ف سجلت الخارجة أقل نسبة سكون ٠,٤ % ، بينما سجلت أقصى نسبة سكون للرياح في شرم الشيخ ٣٢,٨ % ، ومرد ذلك إلى عامل الارتفاع

- سيادة اتجاه الرياح الشمالية الغربية على الساحل الشمالي لمصر حيث بلغ ٤١,٧ % من نسبة هبوب الرياح ، وسجلت الإسكندرية أقصى نسبة ٥٣ % ويليها بورسعيد ومرسى مطروح والعريش بنسبة ٤٦ % ، ٤٣,١ % ، ٢٤,٧ % على الترتيب ، و يليه الاتجاه الشمالي بنسبة ٢٣,٢ % ، وبلغت أقصى نسبة له في بورسعيد ٢٩ % ، وأقل نسبة له بمرسى مطروح ١٩,٨ % ، ويأتي الاتجاه الغربي في المرتبة الثالثة بنسبة ١٤,١ % ، أما باقي الاتجاهات فهي أقل من ٥,٤ % ، بينما يقل معدل سكون الرياح على الساحل الشمالي عن ٣ % .

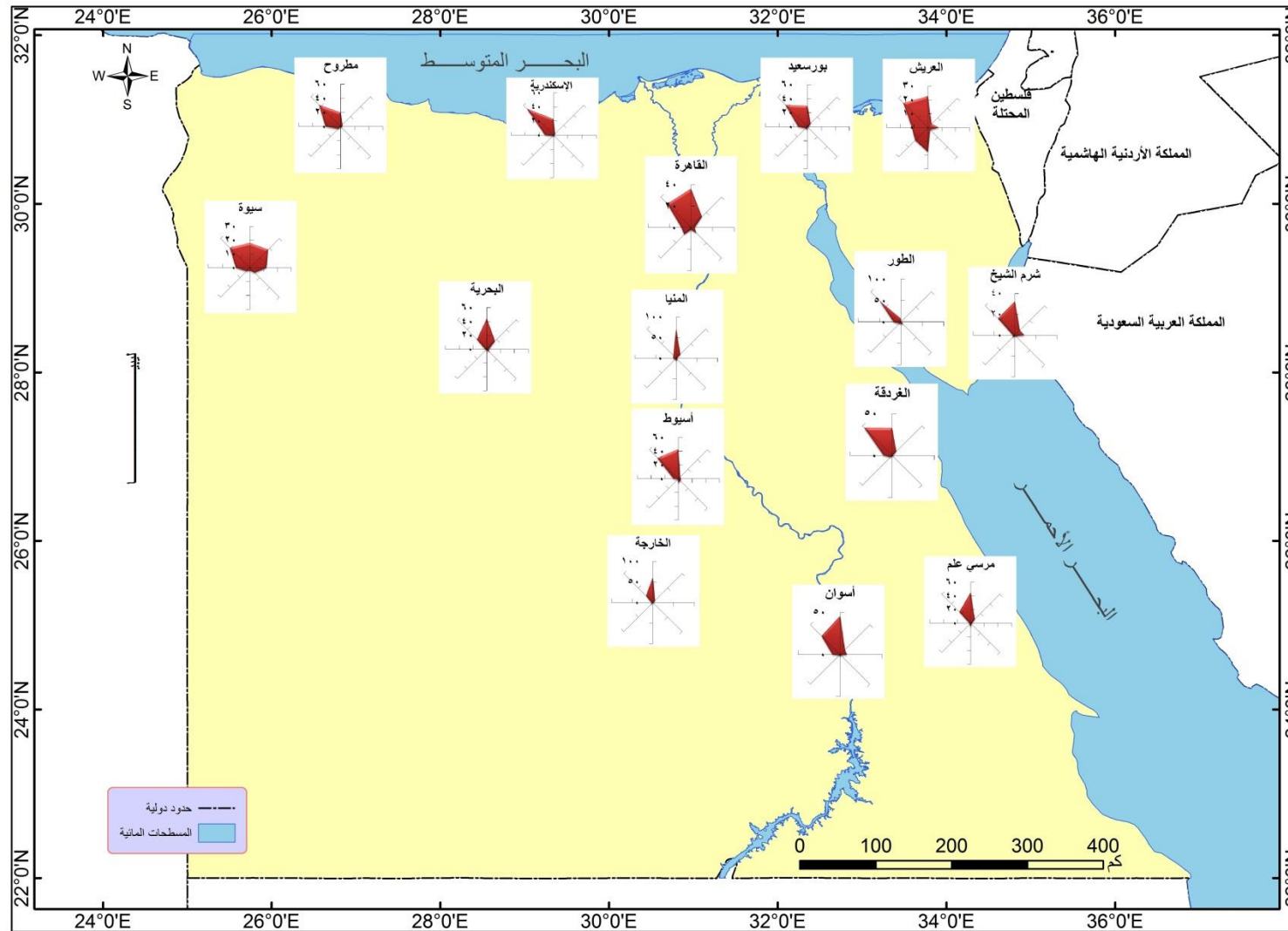
- سيادة اتجاه الرياح الشمالية على الوادي ، والصحراء الغربية ، و البحر الأحمر بنسبة ٤٨,٩ % و ٤١,١ % و ٣٨,٨ % على الترتيب ، بسبب بعدها عن المؤثرات المتوسطية ، وتبلغ أقصى نسبة لها في المنيا ٧١,٤ % والخارجة ٦١,٢ % ، وأقل نسبة في سيوه ١٧,٨ % ، ويزداد معدل السكون ليصل إلى ٩,٦ % على البحر الأحمر ، ويأتي بعده الصحراء الغربية ٧,٦ % ، والوادي ٤,١ % ، ويعزى ذلك إلى سيطرة المنخفض الموسمي على جنوب مصر وتعمقه باتجاه الشمال .

- سيادة اتجاه الرياح الشمالية الغربية على شبه جزيرة سيناء بنسبة ٤٥,٨ % ، وتزداد في الطور بنسبة ٦٩ % ، بينما يأتي الاتجاه الشمالي في المرتبة الثانية بنسبة ٢٠,١ % .

جدول (٦٠) معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢)
في فصل الصيف

المحطة	الاتجاه	شمال	شمال شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	السكون
مرسى مطروح	١٩,٨	٣,٨	٢,٣	١,٩	١	٤,٨	٢١,٤	٤٣,١	١,٩
الإسكندرية	٢١,٥	٣,٣	١,٤	١,٧	١,٨	١,١	١٠,٥	٥٣	٥,٧
بورسعيد	٢٩	٥,٩	١,٦	٠,٤	٠,٨	٢,٤	١٣	٤٦	٠,٩
العريش	٢٢,٦	٣,٧	٠,٦	٢,٥	١٨	١٣	١١,٤	٢٤,٧	٣,٥
معدل الساحل الشمالي	٢٣,٢	٤,٢	١,٥	١,٦	٥,٤	٥,٣	١٤,١	٤١,٧	٣
سيوه	١٧,٨	١٧	١٢	٥	٢	٣,٤	١١	٢١	١٠,٨
البحرية	٤٤,٣	١٥	٢,٩	١	٢	١,٣	٢,٤	١٩,٥	١١,٦
الخارجة	٦١,٢	٧	٢	١	١	١,٢	٣,٢	٢٣	٠,٤
معدل الصحراء الغربية	٤١,١	١٣	٥,٦	٢,٣	١,٧	٢	٥,٥	٢١,٢	٧,٦
القاهرة	٣٦	١٤	٣,٢	٠,٩	٠,٥	٠,٩	٩	٣٠,٥	٥
المنيا	٧١,٤	١١,٦	٠,١	٠,٧	٠,٨	٠,١	٠,٥	٧,٤	٧,٤
أسيوط	٤٣	٤	٠,٩	١	٠,٣	٢	٥,١	٤٢	١,٧
أسوان	٤٥	٨,٤	٠,٣	١,٦	٣	١,٤	٧,٨	٣٠,١	٢,٤
معدل الوادي	٤٨,٩	٩,٥	١,١	١,١	١,٢	١,١	٥,٦	٢٧,٥	٤,١
الغردقة	٣٢,٧	٧	٠,٩	١,٣	٠,٧	١	٨,٧	٤٦,٥	١,٢
مرسى علم	٤٤,٨	٨,٢	٢,١	١,٢	٠,٦	٠,٢	١,٩	٢٣,١	١٧,٩
معدل البحر الأحمر	٣٨,٨	٧,٦	١,٥	١,٣	٠,٧	٠,٦	٥,٣	٣٤,٨	٩,٦
الطور	٨	٠,١	٠,٣	١	٠,١	٠,٧	١٥,٨	٦٩	٥
شرم الشيخ	٣٢,٢	٦,٧	٠,٩	١,٥	١	٠,٣	٢	٢٢,٦	٣٢,٨
معدل سيناء	٢٠,١	٣,٤	٠,٦	١,٣	٠,٦	٠,٥	٨,٩	٤٥,٨	١٨,٩
معدل الاتجاه	٢٢,٩	٩,١	٤,٧	٤,٦	٧	٧,٧	١٣,٢	٢٤,١	٦,٦

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



شكل (٤٩) معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في مصر خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الصيف

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٠) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

هـ- معدل فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) :

يعد فصل الخريف من الفصول الانتقالية ، حيث يبدأ فيه تغير توزيع الضغط الجوي السائد في فصل الصيف مع بداية حركة المنخفضات الجوية شبه الخماسينية من الغرب إلى الشرق فوق الساحل الشمالي مثلما يحدث في فصل الربيع ، ويبدأ في ظهور المنخفضات الجوية والآيسلندية والمتوسطة التي تعمل على جذب رياح متغيرة السرعة والاتجاه على شمالي الجمهورية ، فضلا عن انفصال ورجوع منخفض السودان الموسمي وتمركزه على شمال شرق السودان (ياسر السيد : ٢٠١٠ ، ص ٢٨٤) ، ويتضح من تحليل جدول (٦١) وشكل (٥٠) ما يلي :

- سيادة اتجاه الرياح الشمالية والشمالية الغربية على الساحل الشمالي بنسبة ٢٥,٨ %
٢٣,٣ % على الترتيب ، وبلغ أقصى نسبة للاتجاه الشمالي في بورسعيد ٢٩,١ % ،
وأقصى نسبة لاتجاه الشمال الغربي في الإسكندرية ٣١ % ، أما باقي الاتجاهات فهي أقل
من ١١,٢ % ، ومرد ذلك إلى بداية نشأة المنخفضات الساحلية ، بينما تنخفض نسبة السكون
على الساحل الشمالي وتصل إلى ٢,١ % ، وكذلك يسود اتجاه الرياح الشمالية والشمالية
الغربية على الصحراء الغربية بنسبة ٣٨,٥ % و ١٧,٨ % على الترتيب ، وتبلغ نسبة
السكون في الصحراء الغربية ٤,١ % ، أما في الوادي فتبلغ نسبة الرياح الشمالية
٤٩,١ % ، وبلغت أقصى نسبة لها في المنيا بنسبة ٦٨,٤ ويعزى ذلك إلى تراجع أثر
المنخفض السوداني ، وتبلغ نسبة سكون الرياح على طول الوادي ٣,٤ % .

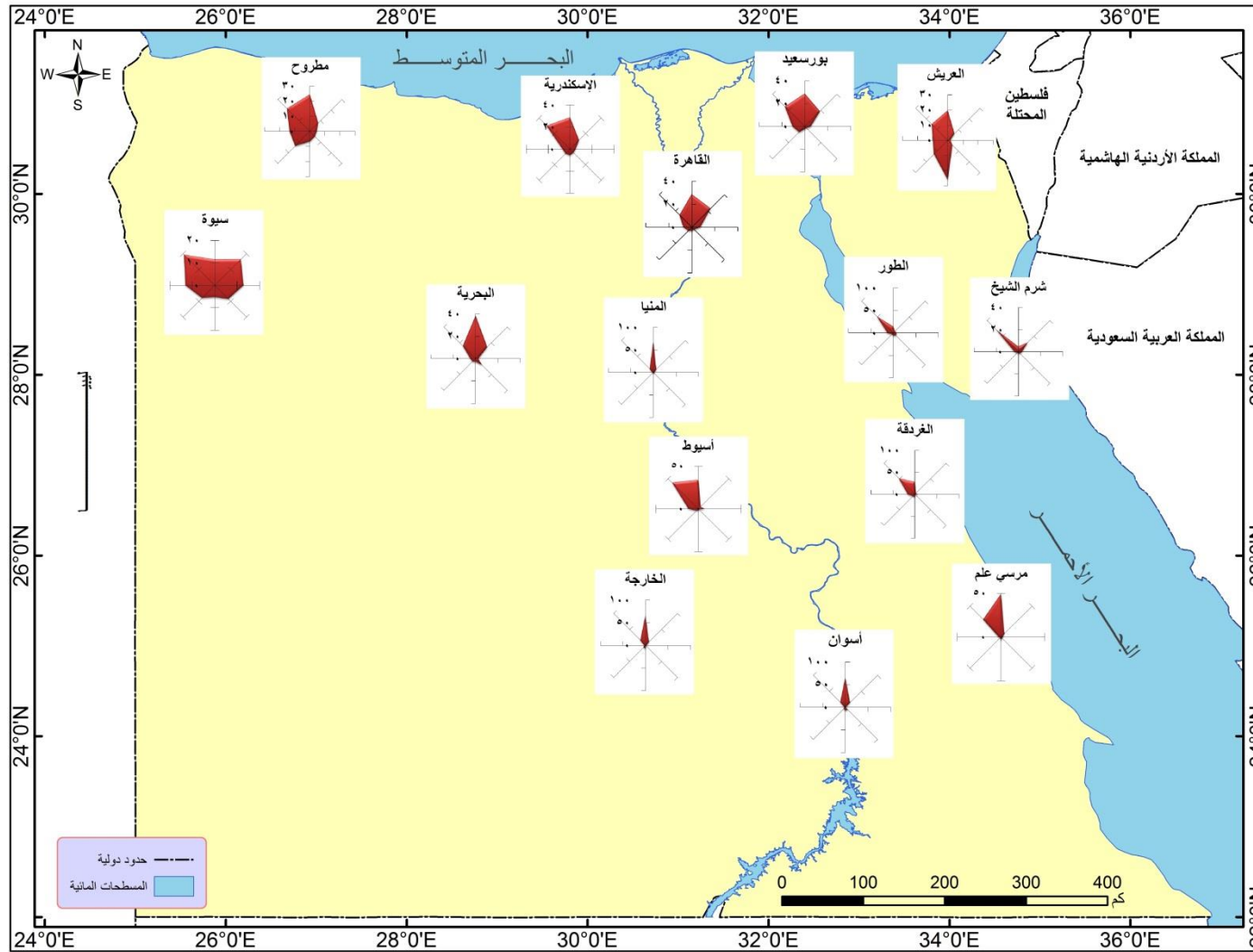
- تسود الرياح الشمالية الغربية على ساحل البحر الأحمر بنسبة ٣٩,٣ % ، حيث بلغت أقصى
زيادة لها في الغردقة ٥٠,١ % ، ثم الاتجاه الشمالي بنسبة ٣٨,١ % ، وأقصى زيادة لها في
مرسى علم ٤٩,٢ % ، وبلغت نسبة سكون الرياح على البحر الأحمر ٤,٤ % .

- سيادة اتجاه الرياح الشمالية الغربية والشمالية الشرقية على شبه جزيرة سيناء بنسبة بلغت
٤٠,٢ % و ١٣,١ % على الترتيب ، أما باقي الاتجاهات فدون ٩,٥ % ، وترتفع نسبة
سكون الرياح على شبه جزيرة سيناء لتسجل ٢٤,٤ % .

جدول (٦١) معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح على محطات الدراسة خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الخريف

المحطة	الاتجاه	شمال	شمال شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	السكون
مرسى مطروح	٢٥	٨,١	٥	٣,٩	٧	١٤	١٣	٢٢	٢
الإسكندرية	٢٩	١١	٣,٧	٥,٤	٦,٧	٦	٦	٣١	١,٢
بورسعيد	٢٩,١	١٨,٥	٥,٧	١,٤	٣,١	٥,٧	٩,٤	٢٥	٢,١
العريش	٢٠	٧	١,٩	٥	٢٥,٦	١٢,٩	٩,٧	١٥	٢,٩
معدل الساحل الشمالي	٢٥,٨	١١,٢	٤,١	٣,٩	١٠,٦	٩,٧	٩,٥	٢٣,٣	٢,١
سيوه	١١,٥	١٦,٤	١٢	٨,٩	٦	٧,٦	١٣	٢٠	٤,٦
البحرية	٣٧,٩	١٥	٢,٩	٩	١,٧	٤	٤,٥	١٧,٥	٧,٥
الخارجة	٦٦	١١,١	٢	٠,٩	٠,٧	١	٢	١٦	٠,٣
معدل الصحراء الغربية	٣٨,٥	١٤,٢	٥,٦	٦,٣	٢,٨	٤,٢	٦,٥	١٧,٨	٤,١
القاهرة	٢٩	٢٢	٧,٥	٣,١	٤	٤,٣	٧,٨	١٥,١	٧,٢
المنيا	٦٨,٤	١٠	٠,١	٠,٦	٢,٤	٠,٩	٢,٩	١٠,٩	٣,٨
أسيوط	٣٣,٧	٣,٧	٠,١	١	١,٩	٣,٧	١١	٤٣	١,٩
أسوان	٦٦	١٥,٦	٠,١	٠,٥	٠,٥	٠,٤	١,١	١٥	٠,٨
معدل الوادي	٤٩,٣	١٢,٨	٢	١,٣	٢,٢	٢,٣	٥,٧	٢١	٣,٤
الغردقة	٢٧	٤	٠,٧	١,١	٠,٣	١,١	١٣	٥٠,١	٢,٧
مرسى علم	٤٩,٢	٥,٤	٢	١,٤	٤	١	٢,٤	٢٨,٥	٦,١
معدل البحر الأحمر	٣٨,١	٤,٧	١,٤	١,٣	٢,٢	١,١	٧,٧	٣٩,٣	٤,٤
الطور	١٤	١٤	٠,٨	٠,٤	٠,٢	٠,٨	١٢,٨	٥٢	٥
شرم الشيخ	٤,٩	١٢,١	٣,٢	١,٩	١,٤	١,١	٣,٢	٢٨,٤	٤٣,٨
معدل سيناء	٩,٥	١٣,١	٢	١,٢	٠,٨	١	٨	٤٠,٢	٢٤,٤
معدل الاتجاه	٢٣,٦	٩,٧	٥	٤,٥	٦,٨	٦,٦	١٢,٥	٢٤,٧	٦,٦

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



شكل (٥٠) معدل النسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح في مصر خلال (١٩٩٠ - ٢٠١٢) في فصل الخريف

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦١) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS.

٢- سرعة الرياح السطحية :

تعد سرعة الرياح من الظروف الجوية المؤثرة على النقل الجوي ، حيث تؤثر في سرعة عملية الإقلاع ، وتحديد حجم حمولة الطائرة ، وعليه ترتبط ارتباطا وثيقا بمعدل الانحدار البارومتري أي تناقص الضغط أفقيا ، فكلما كان الانحدار البارومتري كبيرا كانت سرعة الرياح شديدة والعكس صحيح ، كما تتأثر سرعة الرياح بالاحتكاك فتزداد فوق السطوح المستوية المتجانسة مثل المسطحات المائية ، نتيجة لضعف الاحتكاك كما هو الحال في الجهات الساحلية الشمالية بينما تقل سرعة الرياح فوق السطوح غير المستوية ، نتيجة شدة الاحتكاك ، وكذلك تزداد سرعتها كلما ارتفعت عن طبقة الاحتكاك (يوسف فايد وآخرون : ١٩٩٤ ، ص ٥١) ، وسيتم تناول خصائصها بشئ من التفصيل على النحو التالي :

أ- المعدل السنوي لسرعة الرياح :

يتباين المعدل السنوي لسرعة الرياح على سطح مصر ، نظرا لاختلاف الظروف المكانية والمؤثرات المحلية والتي من أهمها البحر المتوسط ، لذلك تبلغ على الجهات الساحلية وشمال البحر الأحمر حوالي ١٩ كم / ساعة ، وتقل على أغلب الجهات الداخلية مثل قنا ، والأقصر حيث بلغت حوالي ٩ كم / ساعة لما لها من طبيعة محلية ومرد ذلك إلى عامل الارتفاع (يوسف فايد : ١٩٩٤ ، ص ٥١) ، واتضح من تحليل جدول (٦٢) وشكل (٥١) ما يلي :

- انخفاض معدل سرعة الرياح السنوي بالاتجاه ناحية الشرق حيث تسجل مرسى مطروح ١٦,٣ كم / ساعة والإسكندرية ٢٧,٢ كم / ساعة ، وبورسعيد ١٩,٦ كم / ساعة ، وأقصى انخفاض لها في العريش ٨,١ كم / ساعة ، ومرد ذلك إلى انخفاض عدد المنخفضات الجوية بالاتجاه شرقا .

- انخفاض معدل سرعة الرياح جنوب الدلتا والوادي حيث يبلغ أقصى زيادة في أسوان وأسيوط ١٥,٧ كم / ساعة و ١٤,٦ كم / ساعة على الترتيب ، نظرا لموقعهما الجغرافي ، وأقل معدل لهما في بهتيم والجيزة ٦,٩ كم / ساعة و ٧,٦ كم / ساعة على الترتيب ، بينما تسجل كل من القاهرة والأقصر ١٢,٩ كم / ساعة و ٨,٧ كم / ساعة على الترتيب ، نتيجة للكثافة العمرانية، بينما بلغ معدل سرعة الرياح على القناة في الإسماعيلية ١١,٧ كم / ساعة .

- بلغ معدل سرعة الرياح في الصحراء الغربية ٧ كم / ساعة ، و ٨,١ كم / ساعة ، و ١١,٥ كم / ساعة في سيوه والداخلية و الخارجة على الترتيب ، ويعزى ذلك إلى انخفاض الضغط الجوي بالاتجاه نحو الداخل .

ب- معدل سرعة الرياح في فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير) :

تبين من تحليل جدول (٦٢) وشكل (٥٢) ما يلي :

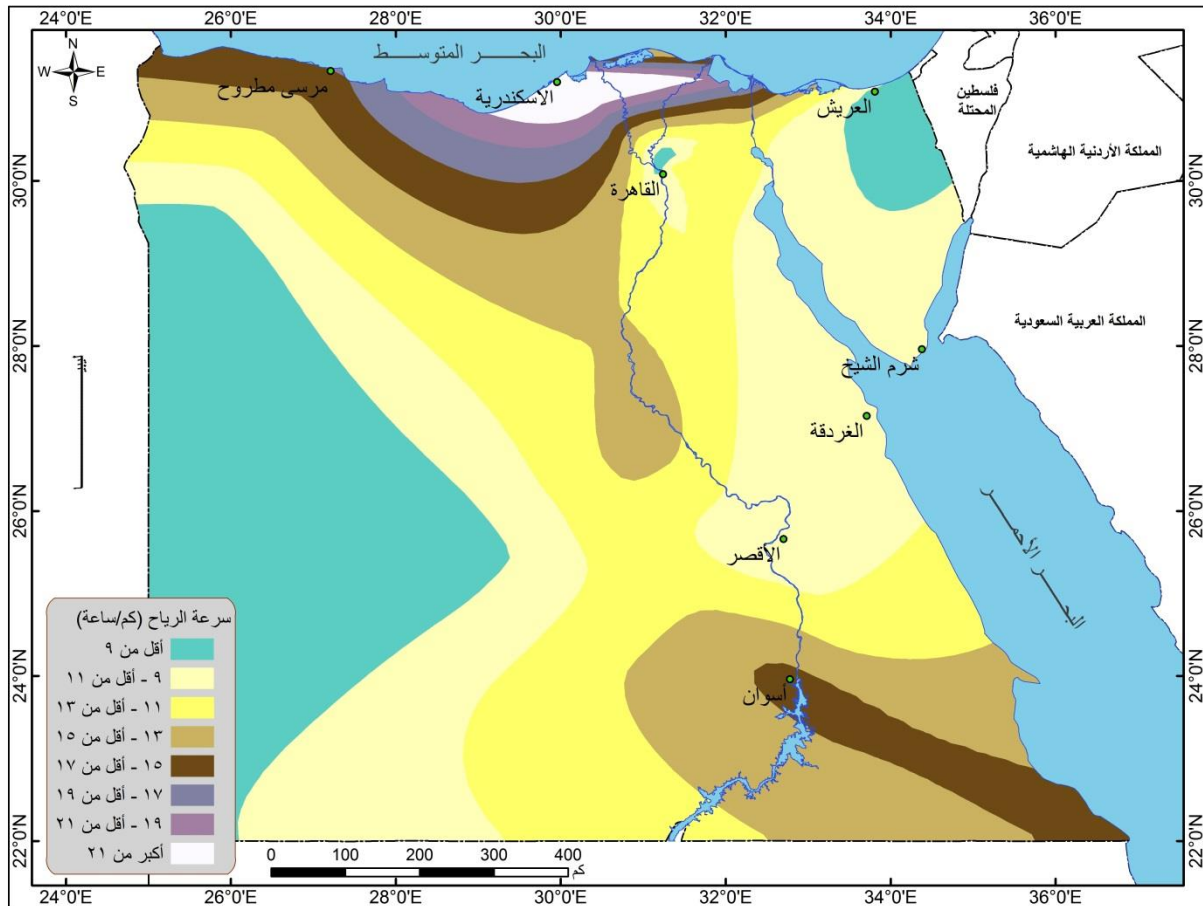
- زيادة سرعة الرياح خلال فصل الشتاء على الساحل الشمالي مقارنة بباقي أنحاء الجمهورية بانحراف عن المعدل السنوي -١,٥ كم / ساعة ، نتيجة لمرور المنخفضات الجوية فوق البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق والتي تعمل على جذب الرياح إلى تلك المناطق حيث بلغت أقصى زيادة لها في الإسكندرية ٢٣,٩ كم / ساعة ، ثم كل من مرسى مطروح وبورسعيد ١٧,٢ كم / ساعة ، وأقل سرعة لها في العريش ٩,٨ كم / ساعة .

- انخفاض سرعة الرياح على جنوب الدلتا وعلى طول وادي النيل ، ويعزى ذلك إلى البعد عن المؤثرات الساحلية ، وبلغت أقصى سرعة لها في أسوان ١٤,٣ كم / ساعة ، وأسيوط ١٣,١ كم / ساعة ، ومرد ذلك إلى موقعها الجغرافي على الهضبة الغربية ، وأقل سرعة لها في الجيزة ، وبهتيم ، والأقصر ٥,٩ كم / ساعة ، و ٧ كم / ساعة ، و ٧,٤ كم / ساعة على الترتيب . وتنخفض أيضا في الصحراء الغربية حيث تسجل في سيوه ، والداخلية ، والخارجة ٧,٢ كم / ساعة ، و ٨ كم / ساعة ، و ٩,٨ كم / ساعة على الترتيب ، نتيجة لعدم تعمق المنخفضات الساحلية .

جدول (٦٢) المعدل السنوي والفصلي لسرعة الرياح على محطات الدراسة كم / ساعة خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

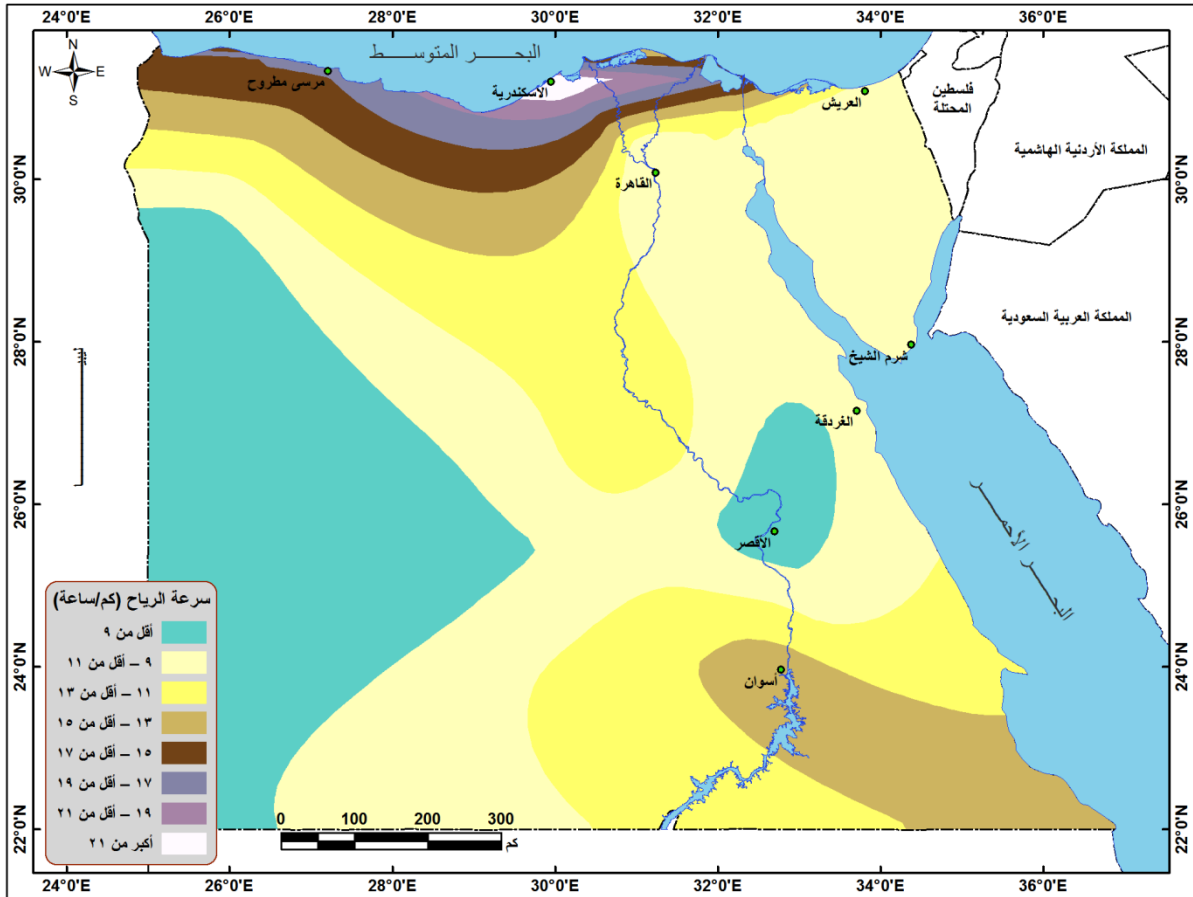
المعدل السنوي	الانحراف	معدل الخريف	الخريف			الانحراف	معدل الصيف	الصيف			الانحراف	معدل الربيع	الربيع			الانحراف	معدل الشتاء	الشتاء			الفصل المحطة
			سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر			يوليه	أغسطس	مارس			أبريل	مايو	ديسمبر			يناير	فبراير		
١٦,٣	٢-	١٤,٣	١٣,٩	١٥,٦	١٣,١	٠,٧	١٧	١٤,٨	١٧,٢	١٨,٩	٠,٩	١٧,٢	١٥,٩	١٧,٨	١٨	٠,٩	١٧,٢	١٨,٩	١٦,٥	١٦,١	مرسى مطروح
٢٧,٢	٢,٤-	٢٤,٨	٢٢,٤	٢٥,٤	٢٦,٧	٤,٥	٣١,٧	٣٠,٩	٣٢,٦	٣١,١	١,٧	٢٨,٩	٢٩,١	٢٩,٦	٢٧,٨	٣,٣-	٢٣,٩	٢٦,٣	٢٣,٧	٢١,٩	الإسكندرية
١٩,٦	٢,٦-	١٧	١٧,٢	١٧,٢	١٦,٩	٥,٢	٢٤,٨	٣٨,٩	١٧,٤	١٨,١	٠	١٩,٦	١٨,٧	٢٠,٤	١٩,٨	٢,٤-	١٧,٢	١٨,٧	١٧,٤	١٥,٩	بورسعيد
٨,١	١,٢-	٦,٩	٧,٢	٦,٣	٧	١,٤-	٦,٧	٦,٧	٦,٥	٦,٩	١,٥	٩,٦	٨	٩,٤	١١,٣	١,٧	٩,٨	١٠,٤	٩,٣	٩,٦	العريش
١١,٧	١,٣-	١٠,٤	٨,٩	٩,٦	١٢,٨	٠,٧	١٢,٤	١١,٩	١٣	١٢,٤	١,٤	١٣,١	١٣,٣	١٣,١	١٢,٨	١,١-	١٠,٦	١٢	١٠,٢	٩,٦	الإسماعيلية
٦,٩	١,٣-	٥,٦	٥,٦	٥,٧	٥,٦	٠,٢-	٦,٧	٥,٢	٧	٧,٤	١,٤	٨,٣	٨,٣	٨,٩	٧,٦	٠,١	٧	٧,٨	٦,٩	٦,٣	بهتيم
١٢,٩	١,١-	١١,٨	١٠,٨	١١,٨	١٢,٨	٠,٤	١٣,٣	١٢,٣	١٣	١٤,٤	١,٤	١٤,٣	١٤,٦	١٥	١٣,٣	٠,٤-	١٢,٥	١٢,٩	١٣,٢	١١,٣	القاهرة
٧,٦	٠,٢-	٧,٤	٧,٢	٧,٢	٧,٤	٠,٩	٨,٥	٧,٨	٨,٣	٩,٦	٠,٩	٨,٥	٨,٣	٩,١	٨,١	١,٧-	٥,٩	٦,٧	٥,٧	٥,٤	الجيزة
١٤,٦	٠,٧-	١٣,٩	١٢,٢	١٣,٥	١٥,٧	١	١٥,٦	١٥,٦	١٤,٣	١٧,٢	١,٥	١٦,١	١٥,٩	١٦,١	١٦,١	١,٥-	١٣,١	١٤,١	١٣,٣	١٢	أسيوط
٨,٧	٠,٧-	٨	٦,٩	٧,٨	٩,٣	١,١	٩,٨	٩,٦	٩,٨	١٠,٢	١,١	٩,٨	٩,٨	١٠,٢	٩,٣	١,٣-	٧,٤	٨	٧,٨	٦,٣	الأقصر
١٥,٧	٠,٣-	١٥,٤	١٤,٦	١٥,٤	١٦,١	٠,٨	١٦,٥	١٦,٣	١٦,١	١٦,٩	١	١٦,٧	١٥,٩	١٨,٧	١٥,٢	١,٤-	١٤,٣	١٤,٦	١٤,٦	١٣,٧	أسوان
٧	١,٦-	٥,٤	٥	٥,٧	٥,٤	٠,٣-	٦,٧	٥,٩	٦,٣	٧,٦	١,٩	٨,٩	٧,٦	٩,٤	٩,٤	٠,٢	٧,٢	٩,١	٦,٩	٥,٧	سيوه
٨,١	٠,١-	٨	٨	٧,٤	٨,٥	٠,١-	٨	٧,٢	٧,٤	٩,٣	٠,٤	٨,٥	٨,٣	٨,٧	٨,٣	٠,١-	٨	٧,٦	٩,٣	٦,٩	الداخلية
١١,٥	٠,٩	١٢,٤	١١,٣	١٢,٦	١٣,٣	٠	١١,٥	١٠,٩	١٠,٢	١٣,٣	١,١	١٢,٦	١٢,٨	١٣,٥	١١,٧	١,٧-	٩,٨	١١,٧	٨,٥	٨,٩	الخارجة

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



شكل (٥١) المعدل السنوي لسرعة الرياح في مصر خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٢) باستخدام برنامج ARC GIS ١٠



شكل (٥٢) معدل سرعة الرياح خلال فصل الشتاء في مصر خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداد اعتمادا على جدول (٦٢) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

ج- معدل سرعة الرياح في فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) :

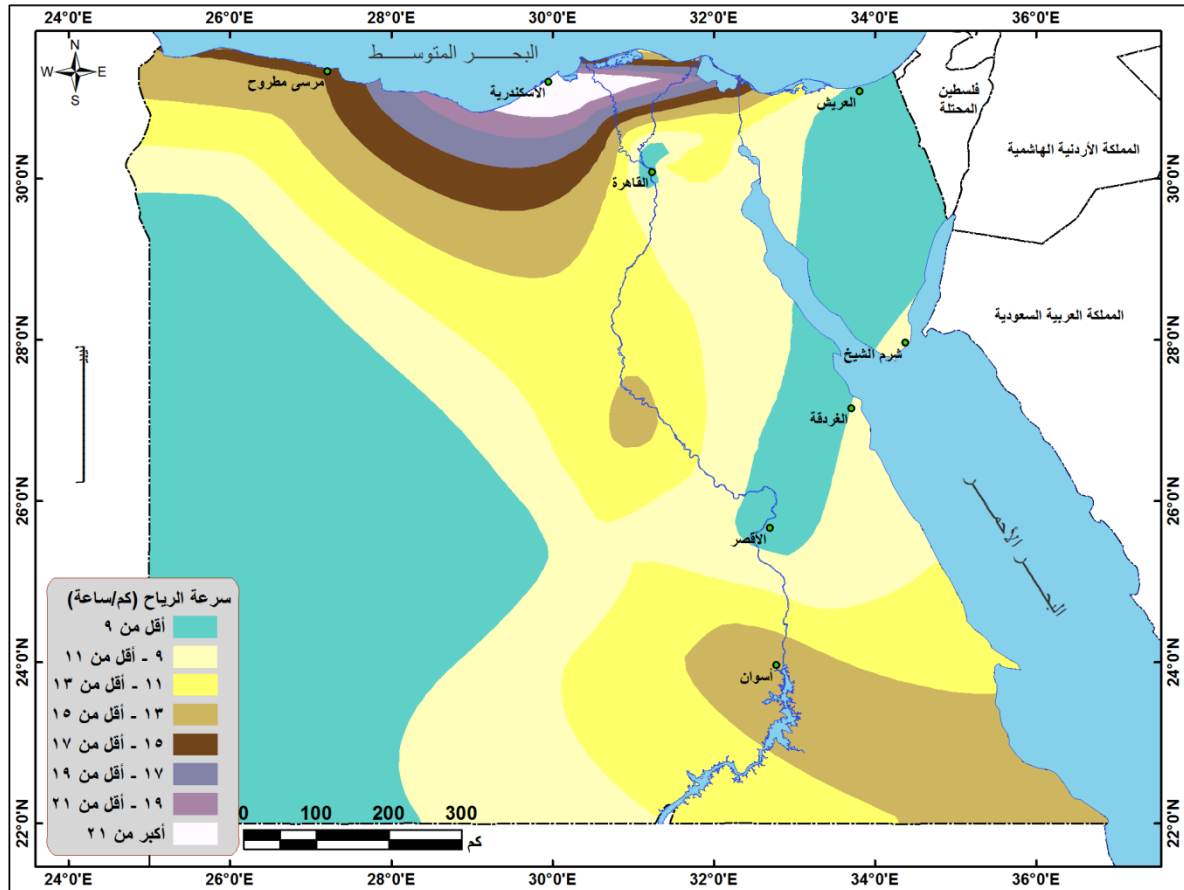
يعد فصل الربيع أكثر فصول السنة في سرعة الرياح ، حيث تتغير أحوال الضغط الجوي مقارنة بالشتاء ، نظرا لنشاط المنخفضات الجوية الصحراوية ، وتحدث زحزحة نطاقية في مسارات هذه المنخفضات بحوالي $3,8^{\circ}$ عرضية عن مواضعها إلى الشمال من دائرة عرض 30° شمالا خلال مارس إلى الجنوب خلال شهري أبريل ومايو (إيملي حلمي : ٢٠٠٨ ، ص ٩٥) ، وتتباين سرعة الرياح على محطات الدراسة فتيبين من تحليل جدول (٦٢) وشكل (٥٣) ما يلي :

- بلغ معدل سرعة الرياح على الساحل الشمالي بين $9,6$ كم / ساعة و $28,9$ كم / ساعة بمعامل انحراف عن المعدل السنوي $1,7$ كم / ساعة ، حيث سجل أقصاه في الإسكندرية $28,9$ كم / ساعة ، وأدناه في العريش $9,6$ كم / ساعة ، وعليه يقل معدل سرعة الرياح كلما اتجهنا شرقا ، ومرد ذلك إلى قلة حركة المنخفضات الجوية من الغرب إلى الشرق .
- انخفاض سرعة الرياح بالاتجاه جنوب الدلتا ، والوادي ، وفي الصحراء الغربية لتتراوح بين ($8,3$ كم / ساعة و $16,7$ كم / ساعة) بمعامل انحراف عن المعدل السنوي ($1,4$ كم / ساعة و $1,9$ كم / ساعة) لتسجل أقصى سرعة في أسوان $16,7$ كم / ساعة ، وتسجل أدنى سرعة في بهتيم $8,3$ كم / ساعة ، نظرا لقلة تأثير المنخفضات بالداخل .

د- معدل سرعة الرياح في فصل الصيف (يونيه ، يوليه ، أغسطس) :

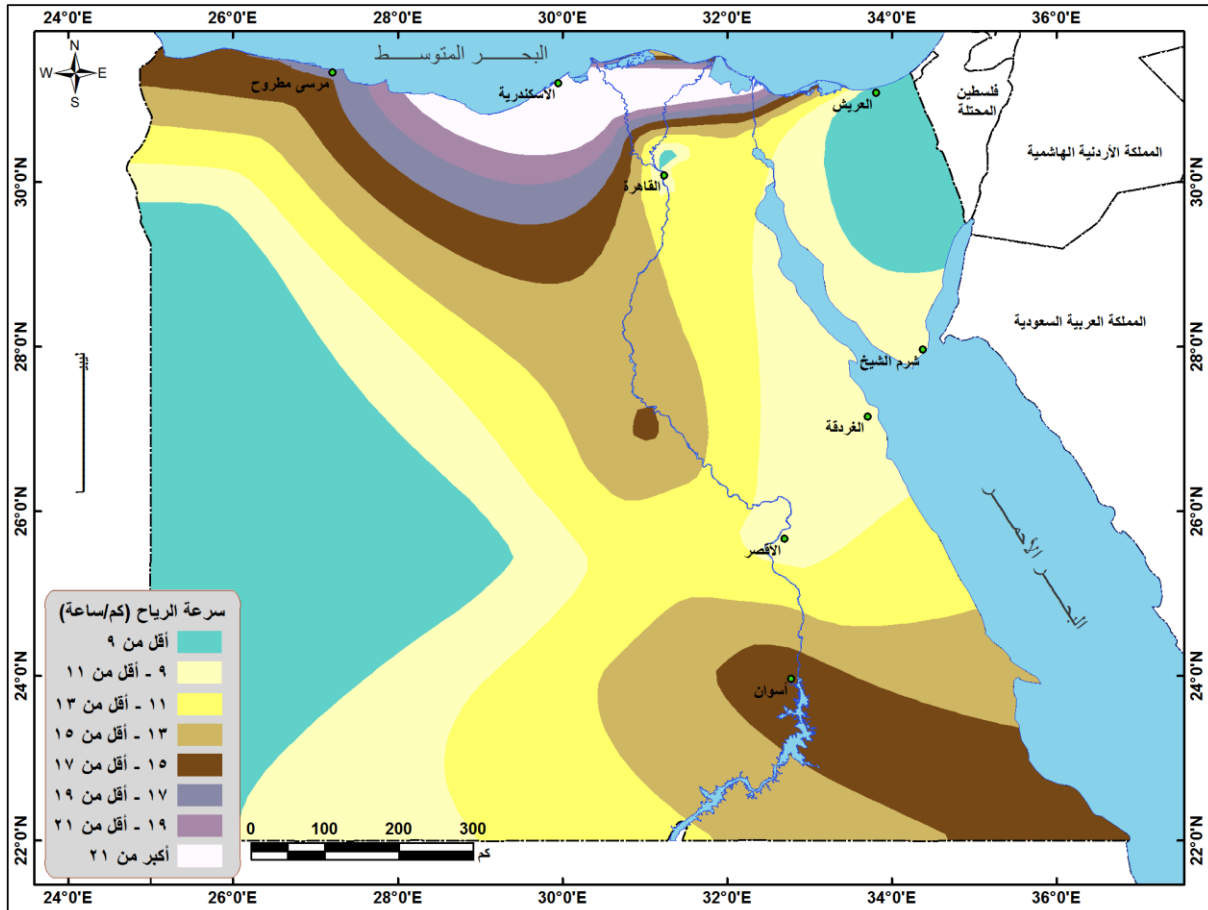
يتضح من تحليل جدول (٦٢) وشكل (٥٤) ما يلي :

- زيادة معدل سرعة الرياح على الساحل الشمالي ، فبلغ أقصى معدل له في الإسكندرية $31,7$ كم / ساعة ، وأقل معدل في العريش $6,7$ كم / ساعة ، ويعزى ذلك إلى دور نسيم البحر في زيادة سرعة الرياح بالأجزاء الساحلية ، بالإضافة إلى نشاط حركة الرياح التجارية الدائمة (هشام بدوي : ٢٠٠٧ ، ص ١٠٥) .
- انخفاض معدل سرعة الرياح على جنوب الدلتا ، ووادي النيل ، والصحراء الغربية، حيث سجل أقصى معدل للرياح في أسوان $16,5$ كم / ساعة ، وأدناه في بهتيم وسيوه $6,7$ كم / ساعة ، نتيجة لتعامد الشمس على مدار السرطان ، مما يؤدي إلى زحزحة نطاق الضغط المرتفع المداري فوق مصر شمالا و استقرار الأحوال الجوية وقلة سرعة الرياح .



شكل (٥٣) معدل سرعة الرياح خلال فصل الربيع في مصر خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداد اعتمادا على جدول (٦٢) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .



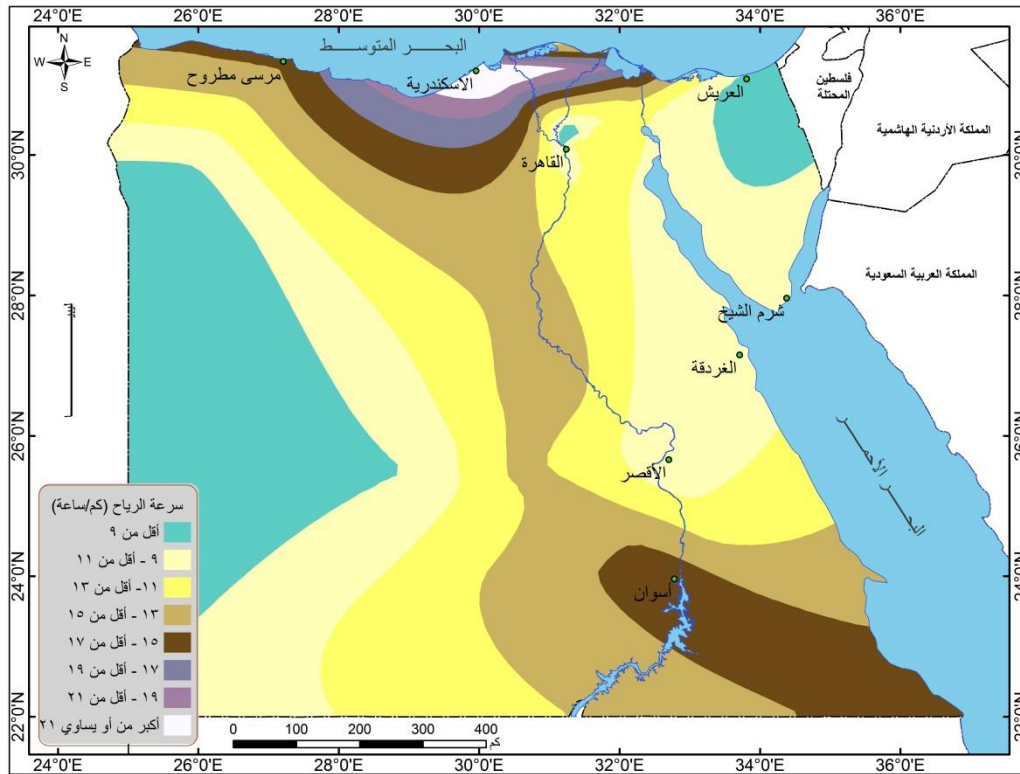
شكل (٥٤) معدل سرعة الرياح خلال فصل الصيف في مصر خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٢) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

هـ- معدل سرعة الرياح في فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) :

يعد فصل الخريف من أكثر فصول العام استقرارا في سرعة الرياح ، حيث سجل أقل المعدلات الفصلية ، واتضح من تحليل جدول (٦٢) وشكل (٥٥) مايلي :

- انخفاض معدل سرعة الرياح في فصل الخريف عن المعدل السنوي ، فبلغ أقصى انحراف له ٢,٦ في بورسعيد ، وأدنى انحراف ٠,٩ في الخارجة .
- تراوح معدل سرعة الرياح على الساحل الشمالي بين ٢٤,٨ كم / ساعة ، ٦,٩ كم / ساعة ، حيث بلغ أقصى معدل في الإسكندرية ٢٤,٨ كم / ساعة ، ثم بورسعيد ١٧ كم / ساعة ، ثم مرسى مطروح ١٤,٣ كم / ساعة ، وسجلت العريش أدنى قيمة ٦,٩ كم / ساعة ، بسبب ضعف المنخفضات باتجاه الشرق .
- انخفاض معدل سرعة الرياح على جنوب الدلتا وعلى طول وادي النيل ، فبلغ أقصى سرعة للرياح ١٥,٤ كم / ساعة و ١٣,٩ كم / ساعة و ١١,٨ كم / ساعة في كل من أسوان ، وأسيوط ، والقاهرة على الترتيب ، وأدنى سرعة له ٥,٦ كم / ساعة و ٧,٤ كم / ساعة و ٨ كم / ساعة في بهتيم والجيزة والأقصر على الترتيب ، نتيجة عدم تعمق المنخفضات للدخل واقتصارها على الأجزاء الشمالية .
- انخفاض سرعة الرياح في الصحراء الغربية لتسجل في الخارجة ١٢,٤ كم / ساعة ، و في الداخلة ٨ كم / ساعة ، وفي سيوه حوالي ٥,٤ كم / ساعة.



شكل (٥٥) معدل سرعة الرياح خلال فصل الخريف في مصر خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٢) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

٣- تأثير الرياح السطحية على النقل الجوي في مصر :

أ- تأثير اتجاه الرياح السطحية على النقل الجوي :

يعد اتجاه الرياح عامل مهم في تنظيم عمليات الإقلاع والهبوط حيث يرتبط ارتباطاً قوياً بهما، لأنه من الثابت أن الطائرة لابد لها من الصعود أو الهبوط في عكس اتجاه الرياح السائدة (فاروق عز الدين : ١٩٨١، ص ١٧) ، لذلك عند تصميم مطار جديد لابد من معرفة اتجاه الرياح ودراستها فترة لا تقل عن ١٥ عام الأمر الذي يؤمن سلامة الرحلة الجوية (Howard : ١٩٦٠ , p ٣٤٣) ، وتؤكد منظمة الإيكاو على المواصفات الفنية للمدرج ومن ضمنها أن يكون في الاتجاه الذي يصلح للإقلاع والهبوط بنسبة ٩٥ % من العام على أقل تقدير وعند تقييم مدى ملائمة الممرات الأرضية بالمطارات المصرية طبقاً لاتجاه الرياح السائدة وجد من تحليل جدول (٦٣) وشكل (٥٦) مايلي :

● تمثلت الممرات الصالحة للإقلاع والهبوط ٩ ممرات بنسبة ٣٠ % ، بينما بلغت الممرات

الغير صالحة ٢١ ممر بنسبة ٧٠ % من الإجمالي وهي كما يلي :

١- مطار العريش حيث اتجاه الممر في الاتجاه الجنوبي شرقي شمالي غربي ، بينما اتجاه الرياح السائدة هي الرياح الجنوبية ، إذا لابد من أن يكون اتجاه الممر عكس اتجاه الرياح ليصبح شمالي جنوبي .

٢- مطار الإسكندرية ويوجد به ممران أحدهما ذات اتجاه شمالي شرقي جنوبي غربي والآخر جنوبي شمالي واتجاه الرياح السائدة الشمالية الغربية ، لذلك يجب أن يكون اتجاه الممر جنوبي شرقي شمالي غربي .

٣- مطار ألماتي وجد به ممران أحدهما ملائم للإقلاع والهبوط والآخر غير صالح حيث يأخذ اتجاه شمالي شرقي وجنوبي غربي واتجاه الرياح السائدة هي الشمالية إذا يجب أن يكون اتجاه الممر جنوبي شمالي .

٤- مطار أبوسمبل به ممر واحد يأخذ الاتجاه الجنوبي شرقي شمالي غربي ، واتجاه الرياح السائد هي الرياح الشمالية ، وعليه يجب أن يكون اتجاه الممر جنوبي شمالي .

٥- مطار القاهرة يوجد به ثلاث ممرات تأخذ جميعاً الاتجاه شمالي شرقي جنوبي غربي واتجاه الرياح السائدة الشمالية ، وعليه يجب أن يكون اتجاه الممر من الجنوب إلى الشمال .

٦- مطارات الداخلة و مرسى علم ومبارك تأخذ الممرات الاتجاه الجنوبي شرقي ، شمالي غربي ، بينما اتجاه الرياح السائدة هي الشمالية إذا يجب أن يكون اتجاه الممر جنوبي شمالي .

- ٧- مطار الجورة يوجد به ممران أحدهما يأخذ الاتجاه الجنوبي شرقي شمالي غربي ، والآخر يأخذ الاتجاه شمالي شرقي جنوبي غربي واتجاه الرياح السائدة الجنوبي إذا يجب أن يكون اتجاه الممر في الاتجاه شمالي جنوبي .
- ٨- مطار الأقصر يأخذ الممر الاتجاه شمالي شرقي جنوبي غربي ، بينما يكون اتجاه الرياح السائدة هي الشمالية الغربية إذا يجب أن يكون اتجاه الممر الجنوبي شرقي شمالي غربي .
- ٩- مطار مرسى مطروح فيه ممران أحدهما صالح والآخر غير صالح حيث يأخذ الاتجاه الجنوبي غربي شمالي شرقي ، بينما يسود اتجاه الرياح الشمالية الغربية وعليه يجب أن يأخذ هذا الممر الاتجاه الجنوبي شرقي شمالي غربي.
- ١٠- وجد بمطار أكتوبر ممر واحد يأخذ الاتجاه شمالي جنوبي ، بينما يكون اتجاه الرياح السائدة هي الشمالية ، لذا يجب أن يأخذ الممر الاتجاه الجنوبي شمالي .
- ١١- مطار بورسعيد يأخذ الاتجاه شرقي غربي ، بينما اتجاه الرياح السائدة هي الشمالية لذلك يجب أن يأخذ الممر الاتجاه الجنوبي شمالي .
- ١٢- يأخذ ممر مطار سانت كاترين الاتجاه الجنوبي شمالي أما اتجاه الرياح السائدة هي الشمالية الغربية إذا لابد أن يأخذ الممر الاتجاه الجنوبي شرقي شمالي غربي .
- ١٣- مطاري شرم الشيخ وطابا تأخذ ممراتها الاتجاه شمالي شرقي جنوبي غربي ، واتجاه الرياح السائدة في المنطقة هي الرياح الشمالية الغربية ، لذلك يجب أن يكون اتجاه الممرات الجنوبي شرقي شمالي غربي.

جدول (٦٣) تقييم مدى ملائمة اتجاه الممرات لاتجاه الرياح السائدة في مطارات مصر .

المطار	اتجاه الممر الحقيقي		الرياح السائدة	التقييم	الاتجاه السليم للممر	
	بداية الاتجاه	نهاية الاتجاه			بداية الاتجاه	نهاية الاتجاه
العريش	جنوبي شرقي	شمالي غربي	الجنوبية	غير ملائم	شمالي	جنوبي
العلمين	جنوبي شرقي	شمالي غربي	شمالية غربية	ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
أسيوط	جنوبي شرقي	شمالي غربي	الشمالية الغربية	ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
الإسكندرية	شمالي شرقي	جنوبي غربي	الشمالية الغربية	غير ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
	جنوبي	شمالي	الشمالية الغربية	غير ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
ألماطة	شمالي شرقي	جنوبي غربي	الشمالية	غير ملائم	جنوبي	شمالي
	جنوبي	شمالي	الشمالية	ملائم	جنوبي	شمالي
برج العرب	جنوبي شرقي	شمالي غربي	الشمالية الغربية	ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
أبوسمبل	جنوبي شرقي	شمالي غربي	الشمالية	غير ملائم	جنوبي	شمالي
القاهرة	شمالي شرقي	جنوبي غربي	الشمالية	غير ملائم	جنوبي	شمالي
	شمالي شرقي	جنوبي غربي	الشمالية	غير ملائم	جنوبي	شمالي
	شمالي شرقي	جنوبي غربي	الشمالية	غير ملائم	جنوبي	شمالي
الداخلة	جنوبي شرقي	شمالي غربي	الشمالية	غير ملائم	جنوبي	شمالي
الغردقة	جنوبي شرقي	شمالي غربي	الشمالية الغربية	ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
الجونة	جنوبي شرقي	شمالي غربي	الشمالية الغربية	ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
الجورة	جنوبي شرقي	شمالي غربي	الجنوبية	غير ملائم	شمالي	جنوبي
	شمالي شرقي	جنوبي غربي	الجنوبية	غير ملائم	شمالي	جنوبي
الخارجة	جنوبي	شمالية	الشمالية	ملائم	جنوبي	شمالي
الأقصر	شمالي شرقي	جنوبي غربي	الشمالية الغربية	غير ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
مرسى علم	جنوبي شرقي	شمالي غربي	الشمالية	غير ملائم	جنوبي	شمالي
مبارك	جنوبي شرقي	شمالي غربي	الشمالية	غير ملائم	جنوبي	شمالي
مرسى مطروح	جنوبي غربي	شمالي شرقي	الشمالية الغربية	غير ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
	جنوبي شرقي	شمالي شرقي	الشمالية الغربية	ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
أكتوبر	شمالي	جنوبي	الشمالية	غير ملائم	جنوبي	شمالي
بورسعيد	شرقي	غربي	الشمالية الغربية	غير ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
سانت كاترين	جنوبي	شمالي	الشمالية الغربية	غير ملائم	جنوبي شرقي	شمالية غربية
شرم الشيخ	شمالي شرقي	جنوبي غربي	الشمالية الغربية	غير ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
	شمالي شرقي	جنوبي غربي	الشمالية الغربية	غير ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي
أسوان	جنوبي	شمالي	الشمالية	ملائم	جنوبي	شمالي
طابا	شمالي شرقي	جنوبي غربي	الشمالية الغربية	غير ملائم	جنوبي شرقي	شمالي غربي

المصدر : تم إعداده بالاعتماد على جدول (٥٧) ، ودليل الطيران المدني عام ٢٠١١.



شكل (٥٦) تقييم مدى ملائمة اتجاه الممرات طبقاً لاتجاه الرياح السائدة في مطارات مصر

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٦٣) باستخدام برنامج ١٠ ARC GIS .

ب- تأثير سرعة الرياح السطحية على النقل الجوي :

تعد سرعة الرياح من العوامل الهامة التي توضع في الاعتبار عند عملية الإقلاع والهبوط حيث يمد الطيار بسرعة الرياح على الممر قبل الإقلاع والهبوط لتحديد المسافة والسرعة على الممر وتحديد وقت الإقلاع والهبوط ، ولقد حددت منظمة الإيكاو أن هناك علاقة واضحة بين سرعة الرياح وطول الممر حيث كلما زادت سرعة الرياح ١٣ كم / ساعة زاد طول الممر ٦٠٠ م ، وبتحليل جدول (٦٤) يتضح ما يلي :

- زيادة طول الممرات الأرضية في جميع مطارات مصر ، فعند مقارنة أقصى سرعة للرياح على طول الممر وسرعة الرياح السائدة على المطار تبين مايلي :

❖ بلغ طول ممرى مطار مرسى مطروح ٢٨٠٠ م ، وأن أقصى سرعة مسموح بها للرياح على طول هذا الممر هي ٦٠ كم / ساعة في حين أن سرعة الرياح السائدة ١٦,٣ كم / ساعة بفارق عن السرعة القصوى ٤٣,٧ كم / ساعة .

❖ بلغ طول ممرى مطار الإسكندرية ٢٧٠١ م و ١٨٠١ م ، وأقصى سرعة للرياح عليهما ٥٨ كم / ساعة و ٣٩ كم / ساعة ، بينما سرعة الرياح السائدة في الإسكندرية ٢٧,٢ كم / ساعة بفارق ٣٠,٨ كم / ساعة و ١١,٨ كم / ساعة على الترتيب.

❖ بلغ طول ممر مطار بورسعيد ٢٣٤٩ م ، وأن أقصى سرعة للرياح عليه هي ٥٠,٨ كم / ساعة ، بينما سرعة الرياح السائدة ١٩,٦ كم / ساعة بفارق ٣١,٢ كم / ساعة .

❖ بلغ طول ممر مطار العريش ٢٩٠٠ م ، وأن أقصى سرعة للرياح على الممر ٦٢,٨ كم / ساعة وسرعة الرياح السائدة ٨,١ كم / ساعة بفارق عن السرعة القصوى ٥٤,٧ كم / ساعة .

❖ بلغ أطوال ممرات مطار القاهرة ٣٣٠١ م ، ٣٩٩٩ م ، ٤٠٠٠ م ، وأقصى سرعة للرياح هي ٧١,٥ كم / ساعة ، ٨٦,٦ كم / ساعة ، ٨٦,٦ كم / ساعة على الترتيب ، بينما سرعة الرياح السائدة ١٢,٩ كم / ساعة بفارق (٥٨,٦ كم / ساعة ، ٧٣,٧ كم / ساعة ، ٧٣,٧ كم / ساعة) على الترتيب.

❖ بلغ طول ممر مطار أسوان ٣٤٠٢ كم / ساعة ، والسرع القصوى المسموح بها للرياح ٧٣,٧ كم / ساعة ، بينما سرعة الرياح السائدة ١٥,٧ كم / ساعة بفارق ٥٨ كم / ساعة .

❖ بلغ طول ممر مطار أسيوط ٣٠١٩ م ، وأقصى سرعة مسموح بها للرياح ٦٥,٤ كم / ساعة ، بينما سرعة الرياح السائدة ١٤,٦ كم / ساعة بفارق ٥٠,٨ كم / ساعة .

❖ بلغ طول ممر مطار الأقصر ٣٠٠٠ م ، وأقصى سرعة مسموح بها للرياح ٦٥ كم / ساعة ، بينما سرعة الرياح السائدة ٨,١ كم / ساعة بفارق ٥٦,٣ كم / ساعة .

❖ بلغ طول ممر مطار الداخلة ٢٤٨٩ م ، وأقصى سرعة مسموح بها للرياح ٥٣,٩ كم / ساعة ، بينما سرعة الرياح السائدة ٨,١ كم / ساعة بفارق ٤٥,٨ كم / ساعة .

❖ بلغ طول ممر مطار الخارجة ٣٥٠٠ م ، وأقصى سرعة مسموح بها للرياح ٧٥,٨ كم / ساعة ، بينما سرعة الرياح السائدة ١١,٥ كم / ساعة بفارق عن السرعة القصوى ٦٤,٣ كم / ساعة .

- اتضح مما سبق أن سرعة الرياح لم تكن هي العامل الرئيس في تحديد طول الممرات ، حيث زيادة أطوال الممرات عن سرعة الرياح السائدة .

جدول (٦٤) أقصى سرعة مسموح بها على الممرات الأرضية للرياح في مصر

المطار	عدد الممرات	طول الممر بالمتر	أقصى سرعة مسموح بها للرياح على الممر	معدل سرعة الرياح السائدة كم / ساعة	الفرق بين السرعة القصوى والسائدة كم / ساعة
مرسى مطروح	٢	٢٨٠٠	٦٠	١٦,٣	٤٣,٧
		٢٨٠٠	٦٠	١٦,٣	٤٣,٧
الإسكندرية	٢	٢٧٠١	٥٨	٢٧,٢	٣٠,٨
		١٨٠١	٣٩	٢٧,٢	١١,٨
بورسعيد	١	٢٣٤٩	٥٠,٨	١٩,٦	٣١,٢
العريش	١	٢٩٠٠	٦٢,٨	٨,١	٥٤,٧
القاهرة	٣	٣٣٠١	٧١,٥	١٢,٩	٥٨,٦
		٣٩٩٩	٨٦,٦	١٢,٩	٧٣,٧
		٤٠٠٠	٨٦,٦	١٢,٩	٧٣,٧
أسوان	١	٣٤٠٢	٧٣,٧	١٥,٧	٥٨
أسيوط	١	٣٠١٩	٦٥,٤	١٤,٦	٥٠,٨
الأقصر	١	٣٠٠٠	٦٥	٨,٧	٥٦,٣
الداخلية	١	٢٤٨٩	٥٣,٩	٨,١	٤٥,٨
الخارجية	١	٣٥٠٠	٧٥,٨	١١,٥	٦٤,٣

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٢) ، ودليل الطيران المدني ٢٠١١ .

ثانيا : سرعة الرياح في طبقات الجو العليا :

تعد سرعة الرياح في طبقات الجو العليا من العوامل المهمة التي تؤثر على النقل الجوي ، حيث تتباين بالارتفاع في طبقات الغلاف الجوي ، ولكنها تتشابه من حيث الاتجاه بالصعود إلى أعلى ، وفيما يلي يتضح تأثير سرعة الرياح في طبقات الجو العليا على النقل الجوي .

١- المعدل السنوي والفصلي لسرعة الرياح في طبقات الجو العليا :

أ- المعدل السنوي لسرعة الرياح في طبقات الجو العليا :

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٦٥) وشكل (٥٧) ما يلي :

- بلغ معدل السرعة السنوية للرياح على مصر ٢١,٣ كم / ساعة في طبقة ضغط ١٠٠٠-٨٥٠ هكتوبسكال بزيادة عن سرعة الرياح السطحية ٨ كم / ساعة ، نتيجة لاختلاف الضغط الجوي .

- تباين معدل سرعة الرياح السنوية على الساحل الشمالي حيث تزداد سرعتها بالاتجاه شرقا ، لتسجل في العريش ٢٢,١ كم / ساعة وفي مرسى مطروح ١٨,٣ كم / ساعة ، وذلك لاختلاف الضغط في كل من العريش ومرسى مطروح حيث بلغ ٩٩٩ ، ١٠٠١ هكتوبسكال على الترتيب .

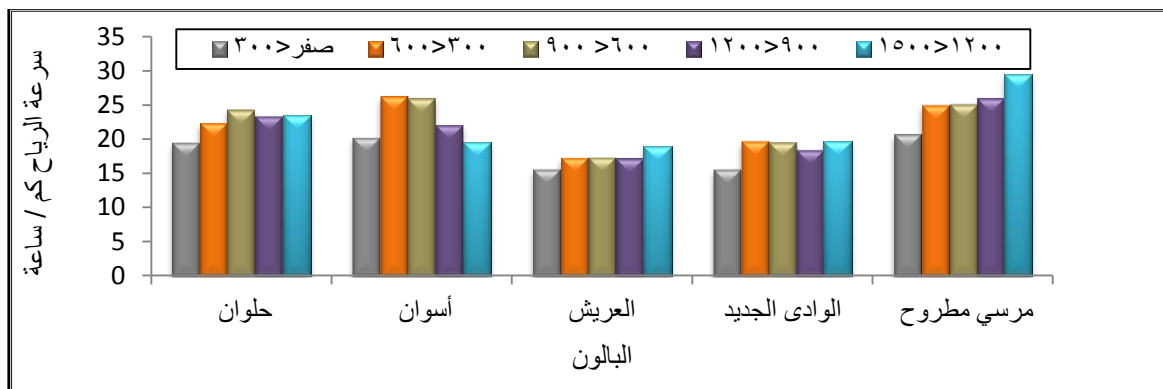
- تتماثل سرعة الرياح السنوية على باقي سطح مصر تقريبا ، لتمثل في حلوان ، والوادي الجديد ، وأسوان ٢٢,٥ كم / ساعة ، ٢٢,٢ كم / ساعة ، ٢١,٤ كم / ساعة على الترتيب ، ويعزى ذلك إلى تماثل الأحوال الجوية في طبقة الضغط الأولى في جنوب مصر ، وعدم تعمق المنخفضات للداخل .

- سجل أقل معدل لسرعة الرياح على ارتفاع (٦٠٠ - ٩٠٠ م) في كل من مرسى مطروح ، وأسوان ، والعريش ، وحلوان ، والوادي الجديد ١٥,٦ ، ١٧,٢ ، ١٧,٣ ، ١٧,٤ ، ١٩ كم / ساعة على الترتيب .

جدول (٦٥) المعدل السنوي لسرعة الرياح في طبقات الدراسة كم / ساعة (١٩٩٠ - ٢٠١٢)

المحطة الارتفاع		الارتفاع	مرسى مطروح	العريش	حلوان	أسوان	الوادي الجديد
طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠	صفر > ٣٠٠	١٩,٥	٢٢,٣	٢٤,٣	٢٣,٣	٢٣,٥	
	٣٠٠ < ٦٠٠	٢٠,٧	٢٤,٩	٢٥,١	٢٥,٩	٢٩,٥	
	٦٠٠ < ٩٠٠	١٥,٦	١٧,٣	١٧,٤	١٧,٢	١٩	
	٩٠٠ < ١٢٠٠	١٥,٦	١٩,٧	١٩,٦	١٨,٤	١٩,٧	
	١٢٠٠ < ١٥٠٠	٢٠,٢	٢٦,٢	٢٦	٢٢	١٩,٥	
	المعدل	١٨,٣	٢٢,١	٢٢,٥	٢١,٤	٢٢,٢	
	المعدل الكلي للطبقة	٢١,٣					
طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠	١٥٠٠ < ١٨٠٠	٢٣	٢٥,٦	٢٧,٩	٢٩,٥	٣٢,٦	
	١٨٠٠ < ٢١٠٠	٢٠	٢٢,٢	٢٣,٤	٢٥,٩	٢٨,٢	
	٢١٠٠ < ٢٤٠٠	٢٧,٧	٣١,٥	٣٤,٣	٣٦,٤	٣٦	
	٢٤٠٠ < ٢٧٠٠	٢١	٢٤,٣	٢٦	٢٧,٨	٣١,٣	
	٢٧٠٠ < ٣٠٠٠	١٨,٦	٢١,٦	٢٣,٨	٢٦,٦	٢٩	
	المعدل	٢٢,١	٢٥	٢٧,١	٢٩,٢	٣١,٤	
	المعدل الكلي للطبقة	٢٧					
طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠	٣٠٠٠ < ٣٣٠٠	٣٣,٧	٣٦,٢	٣٨,٤	٤١,٥	٤٣,٣	
	٣٣٠٠ < ٣٦٠٠	٣٠,٧	٣٢,٧	٣٤,٢	٣٥,٥	٣٨,٤	
	٣٦٠٠ < ٣٩٠٠	٣٠,٢	٣٣,٨	٣٥	٣٦,٨	٣٩,٤	
	٣٩٠٠ < ٤٢٠٠	٣٩,٧	٤٢,٨	٤٣,٣	٤٥,٧	٤٦,٨	
	٤٢٠٠ < ٤٥٠٠	٣٣,٤	٣٦	٣٧,٧	٤١	٤٣,٧	
	المعدل	٣٣,٥	٣٦,٣	٣٧,٧	٤٠,١	٤٢,٣	
	المعدل الكلي للطبقة	٣٨					
طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠	٤٥٠٠ < ٤٨٠٠	٤٤,٨	٤٨,٦	٤٩,٢	٥٥,٩	٥٢,٧	
	٤٨٠٠ < ٥١٠٠	٣٩,٤	٤١,٥	٤٣,٧	٤٥,٧	٤٨,٣	
	٥١٠٠ < ٥٤٠٠	٤١,٩	٤٣,٦	٤٧,٢	٥٣,٢	٤٩,٦	
	٥٤٠٠ < ٥٧٠٠	٥١	٥٣,٧	٦١,١	٥٧,٧	٥٧,٣	
	٥٧٠٠ < = ٦٠٠٠	٤٢,٩	٥١,٨	٥٠,٦	٦٠	٥٩,١	
	المعدل	٤٤	٤٧,٨	٥٠,٤	٥٤,٥	٥٣,٤	
	المعدل الكلي للطبقة	٥٠					

Source : "http : // weather . uwyo . edu / upperair / sounding.html "



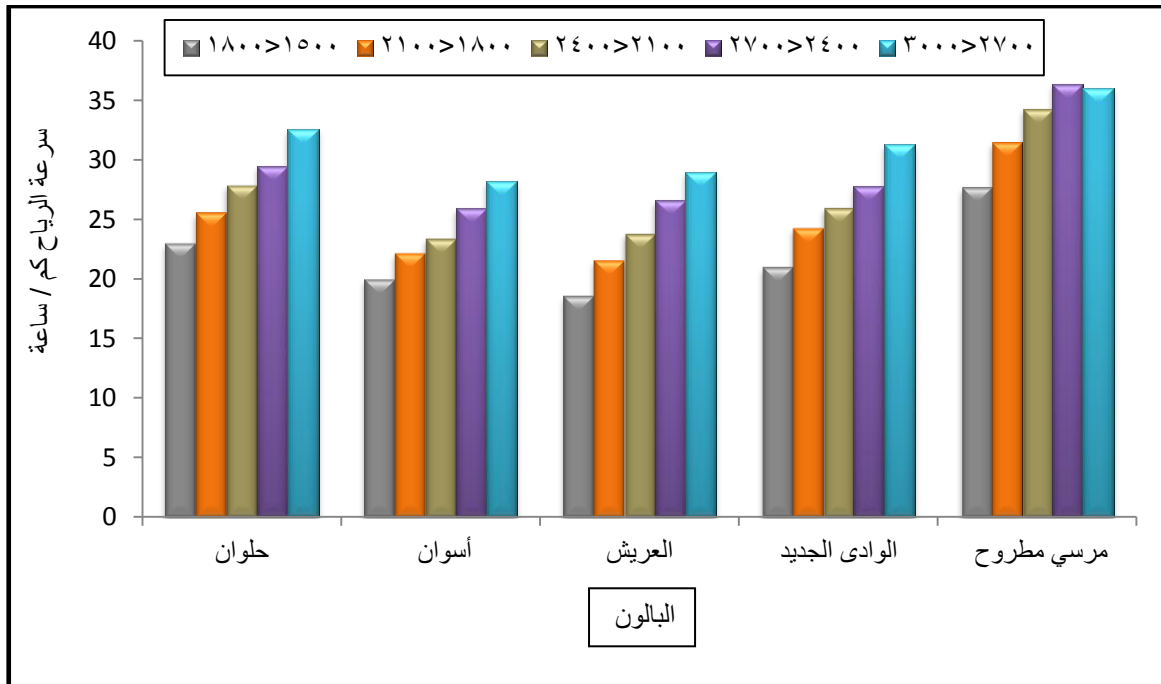
شكل (٥٧) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٥) .

❖ المعدل السنوي لسرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٦٥) وشكل (٥٨) الآتي :

- تباين معدل سرعة الرياح حيث تزداد من الجنوب إلى الشمال ، حيث بلغ أقصاه في الوادي الجديد ٣١,٤ كم / ساعة ، يليها أسوان لتسجل ٢٩,٢ كم / ساعة ، وحلوان ٢٧,١ كم / ساعة ، والعريش ٢٥ كم / ساعة ، ومرسى مطروح ٢٢,١ كم / ساعة ، نظرا لاختلاف الضغط الجوي فبلغ جنوبا ٨٣٦ وشمالا ٨٤١ هكتوبسكال.
- بلغ معدل سرعة الرياح ٢٧ كم / ساعة بفارق عن الطبقة السابقة ٦,٧ كم / ساعة ، ومرد ذلك لاتساع مساحة الغلاف الجوي .
- سجل أقصى سرعة للرياح على ارتفاع ٢١٠٠ - ٢٤٠٠ م حيث بلغت في كل من مرسى مطروح ، والعريش ، وحلوان ، والوادي الجديد ، و أسوان (٢٧,٧ كم / ساعة ، ٣١,٥ ، ٣٤,٣ ، ٣٦ ، ٣٦,٤ كم / ساعة) على الترتيب ، ومرد ذلك إلى بداية حركة التيارات الهوائية الهابطة على هذا الارتفاع (Rickard : ٢٠٠١ , p٣٥٧) .



شكل (٥٨) المعدل السنوي لسرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال

المصدر : تم إعداده اعتمادا على الجدول (٦٥) .

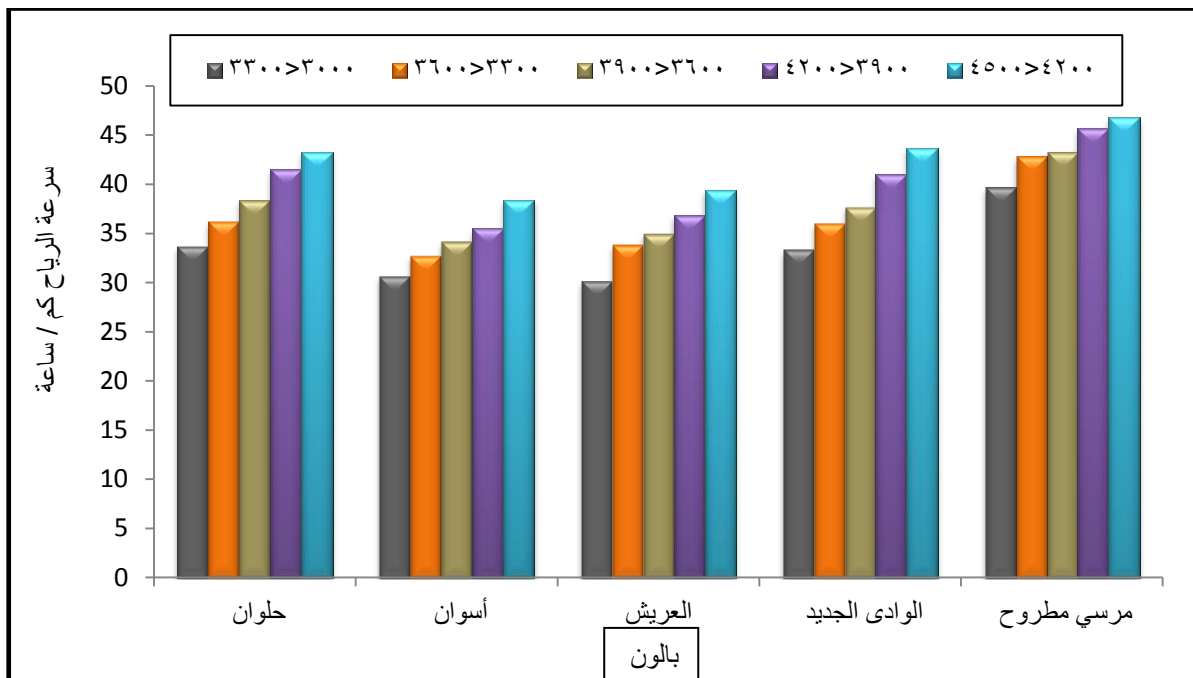
❖ المعدل السنوي لسرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٦٥) وشكل (٥٩) ما يلي :

- زيادة معدل سرعة الرياح بالاتجاه جنوبا حيث تسجل في كل من مرسى مطروح ، والعريش ، وحلوان ، وأسوان ، والوادي الجديد (٣٣,٥ كم / ساعة ، ٣٦,٣ كم / ساعة ، ٣٧,٧ كم / ساعة ، ٤٠,١ كم / ساعة ، ٤٢,٣ كم / ساعة) على الترتيب ، بسبب زيادة سرعة الأرض والأجسام الثابتة حول محور الأرض مع الاقتراب من خط الاستواء (Cagle : ٢٠٠٢ , p ٢٧٢) .

- بلغ معدل سرعة الرياح في هذه الطبقة ٣٨ كم / ساعة بفارق واضح عن الطبقة الأولى حيث بلغ ١٦,٧ كم / ساعة .

- سجل أقل معدل سرعة للرياح في مرسى مطروح ٣٠,٢ كم / ساعة على ارتفاع ٣٦٠٠ - ٣٩٠٠ م ، بينما بلغت أدناها في العريش ٣٢,٧ كم / ساعة ، ثم حلوان ٣٤,٢ كم / ساعة ، ثم أسوان ٣٥,٥ كم / ساعة على ارتفاع ٣٦٠٠ - ٣٩٠٠ م ، ، نتيجة للقرب من بداية الطبقة .



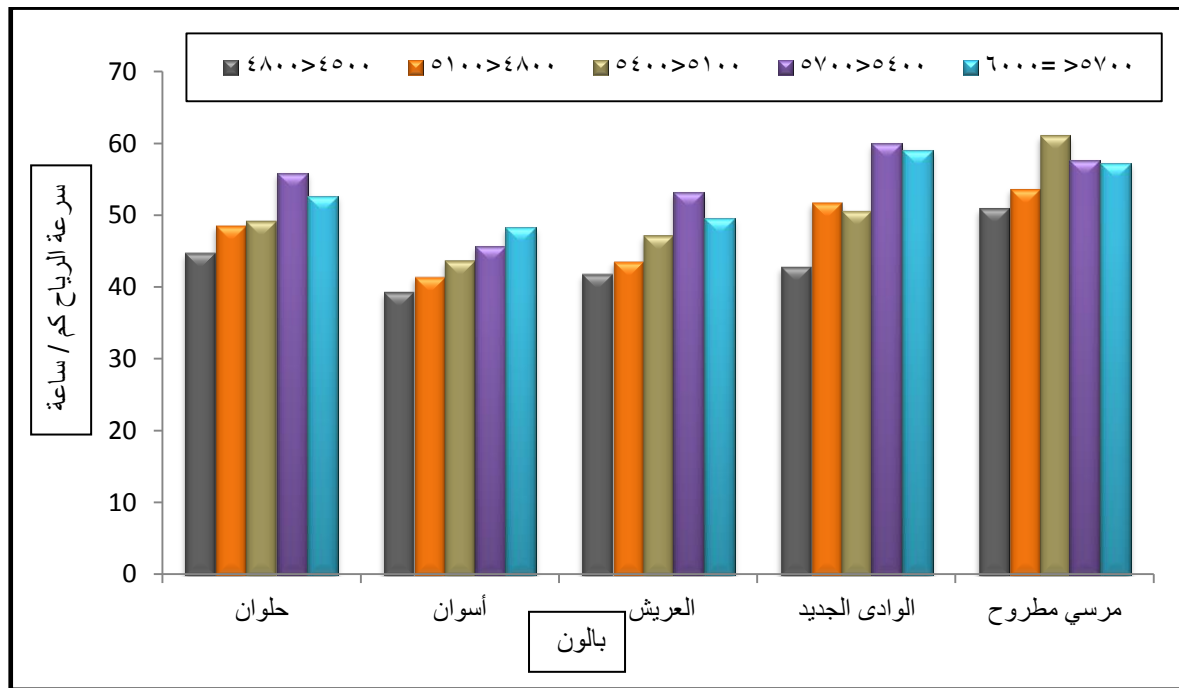
شكل (٥٩) المعدل السنوي لسرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٥) .

❖ المعدل السنوي لسرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال:

اتضح من تحليل جدول (٦٥) وشكل (٦٠) الآتي :

- زيادة معدل سرعة الرياح السنوية حيث بلغ ٥٠ كم / ساعة ، بفارق عن الطبقة السابقة ١٢ كم / ساعة ، ومرد ذلك إلى وجود التيار النفاث .
- تباين معدل سرعة الرياح في هذه الطبقة حيث سجلت أسوان ٥٤,٥ كم / ساعة ، ثم الوادي الجديد ٥٣,٤ كم / ساعة ، وحلوان ٥٠,٤ كم / ساعة ، والعريش ٤٧,٨ كم / ساعة ، ومرسى مطروح ٤٤ كم / ساعة ، نتيجة للبعد عن المؤثرات السطحية والتأثر بخطوط سير الكتل الهوائية العليا التي يزداد تأثيرها على شمال مصر .
- تسجل أقل معدل لسرعة الرياح على ارتفاع ٤٨٠٠ - ٥١٠٠ م ، لأنها تعد بداية الطبقة .
- بلغ أقصى معدل لسرعة الرياح في مرسى مطروح والعريش وحلوان على ارتفاع ٤٥٠٠ - ٥٧٠٠ م حيث بلغ ٥١ ، و ٥٣,٧ ، و ٦١,١ كم / ساعة على الترتيب ، ويعزى ذلك إلى قرب المنطقة من المؤثرات الساحلية .



شكل (٦٠) المعدل السنوي لسرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال

المصدر : تم إعداده اعتمادا على الجدول (٦٥) .

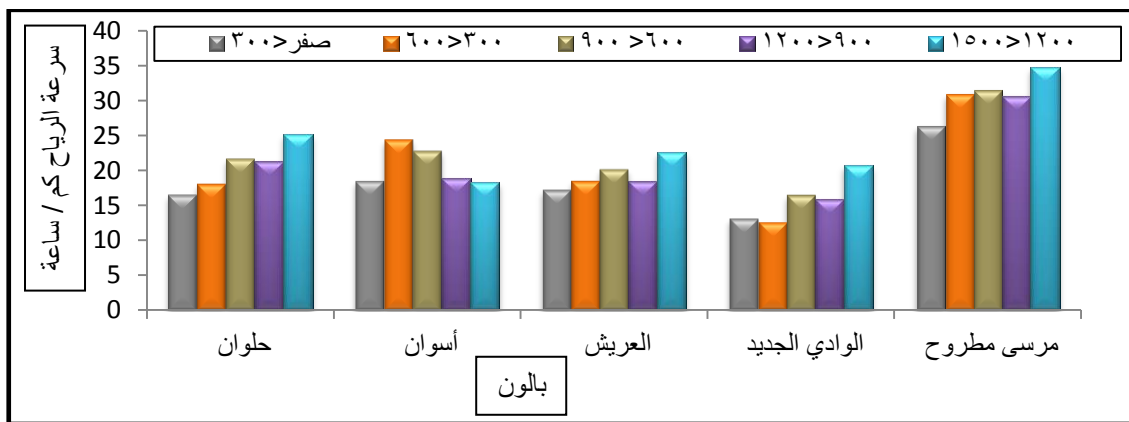
ب- المعدلات الفصلية لسرعة الرياح في طبقات الجو العليا :

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

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال :

يتضح من تحليل جدول (٦٦) وشكل (٦١) ما يلي :

- تماثل المعدل الكلي لسرعة الرياح مع المعدل السنوي حيث بلغ ٢١,٤ كم / ساعة.
- زيادة معدل سرعة الرياح على الساحل الشمالي حيث بلغ ٣٠,٨ كم / ساعة في مرسى مطروح ، ويقل بالاتجاه شرقا ليسجل في العريش ١٩,٤ كم / ساعة ، نظرا لضعف المنخفضات بالاتجاه ناحية الشرق مع زيادة الضغط الجوي .
- انخفاض معدل سرعة الرياح على الوادي الجديد ليسجل ١٥,٨ كم / ساعة بفارق عن المعدل السنوي ٦,٤ كم / ساعة ، بينما بلغ في كل من حلوان وأسوان ٢٠,٦ كم / ساعة ، ويعزى ذلك إلى عدم تعمق الكتل الهوائية الباردة المصاحبة للمنخفضات الساحلية .
- سجل أقل معدل لسرعة الرياح على ارتفاع من صفر إلى أقل من ٣٠٠ م (١٣,١ ، ١٦,٥ ، ١٧,٢ ، ٢٦,٣ كم / ساعة) في كل من الوادي الجديد ، وحلوان ، والعريش ، ومرسى مطروح على الترتيب ، نتيجة إلى القرب من الطبقة السطحية .
- سجل أقصى معدل لسرعة الرياح على ارتفاع ١٢٠٠ إلى أقل من ١٥٠٠ م ، حيث بلغ (٢٠,٧ ، ٢٢,٦ ، ٢٥,٢ ، ٣٤,٨ كم / ساعة) في كل من الوادي الجديد ، والعريش ، وحلوان ، ومرسى مطروح على الترتيب ، نتيجة انخفاض كثافة الهواء مما يؤدي إلى زيادة سرعته بالارتفاع إلى أعلى .



شكل (٦١) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٦)

جدول (٦٦) معدل سرعة الرياح في طبقات الدراسة خلال فصل الشتاء كم / ساعة
(١٩٩٠ - ٢٠١٢)

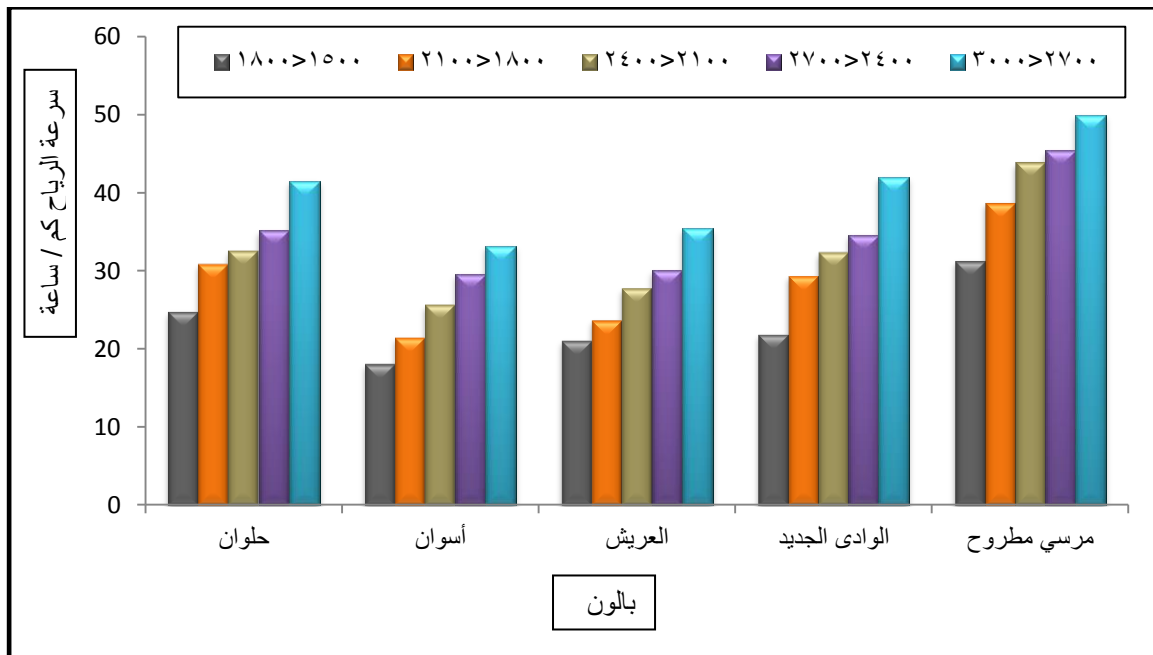
المحطة الطبقة	الارتفاع	مرسى مطروح	العريش	حلوان	أسوان	الوادي الجديد
طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠	صفر > ٣٠٠	٢٦,٣	١٧,٢	١٦,٥	١٨,٥	١٣,١
	٣٠٠ < ٦٠٠	٣٠,٩	١٨,٥	١٨,١	٢٤,٤	١٢,٦
	٦٠٠ < ٩٠٠	٣١,٥	٢٠,٢	٢١,٧	٢٢,٨	١٦,٥
	٩٠٠ < ١٢٠٠	٣٠,٧	١٨,٥	٢١,٣	١٨,٩	١٥,٩
	١٢٠٠ < ١٥٠٠	٣٤,٨	٢٢,٦	٢٥,٢	١٨,٣	٢٠,٧
	المعدل	٣٠,٨	١٩,٤	٢٠,٦	٢٠,٦	١٥,٨
	المعدل الكلي للطبقة	٢١,٤				
طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠	١٥٠٠ < ١٨٠٠	٣١,٣	٢١,١	٢٤,٨	١٨,١	٢١,٩
	١٨٠٠ < ٢١٠٠	٣٨,٧	٢٣,٧	٣٠,٩	٢١,٥	٢٩,٤
	٢١٠٠ < ٢٤٠٠	٤٣,٩	٢٧,٨	٣٢,٦	٢٥,٧	٣٢,٤
	٢٤٠٠ < ٢٧٠٠	٤٥,٤	٣٠	٣٥,٢	٢٩,٦	٣٤,٦
	٢٧٠٠ < ٣٠٠٠	٥٠	٣٥,٤	٤١,٥	٣٣,٢	٤٢
	المعدل	٤١,٩	٢٧,٦	٣٣	٢٥,٦	٣٢,١
	المعدل الكلي للطبقة	٣٢				
طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠	٣٠٠٠ < ٣٣٠٠	٤٨,٧	٣٣,٢	٣٩,٦	٣٧,٨	٤٤,١
	٣٣٠٠ < ٣٦٠٠	٥٥,٤	٣٨,٧	٤٦,٧	٤٢,٦	٥٢,٤
	٣٦٠٠ < ٣٩٠٠	٥٢,٢	٤٢,٦	٤٩,١	٤٥,٦	٥٣,٥
	٣٩٠٠ < ٤٢٠٠	٥٧	٤٤,٣	٥١,٥	٥٠,٦	٥٦,١
	٤٢٠٠ < ٤٥٠٠	٦٢,٢	٤٩,٣	٥٤,٣	٥٦,٣	٦٤,٣
	المعدل	٥٥,١	٤١,٦	٤٨,٢	٤٦,٦	٥٤,١
	المعدل الكلي للطبقة	٤٩,١				
طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠	٤٥٠٠ < ٤٨٠٠	٦٧,٤	٥٣,٣	٥٧,٦	٥٦,٧	٦٠,٤
	٤٨٠٠ < ٥١٠٠	٧٠,٧	٥٥,٩	٦٦,١	٦٧,٨	٨٤,٦
	٥١٠٠ < ٥٤٠٠	٧٣,٩	٦٠	٦٥,٤	٧٠,٢	٨٣
	٥٤٠٠ < ٥٧٠٠	٨٢,٦	٦٩,٥	٧٦,٥	٧٩,٣	١٠١,٥
	٥٧٠٠ < = ٦٠٠٠	٧٤,٨	٦١,٥	٧٠	٧٩,٨	٩٣,٢
	المعدل	٧٣,٩	٦٠	٦٧,١	٧٠,٨	٨٤,٥
	المعدل الكلي للطبقة	٧١,٣				

Source "http : // weather . uwyo . edu / upperair / sounding.html "

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال :

يتضح من جدول (٦٦) وشكل (٦٢) أن :

- زيادة معدل سرعة الرياح ليصل إلى ٣٢ كم / ساعة ، بفارق عن الطبقة السابقة ١٠,٦ كم / ساعة ، وبفارق عن المعدل السنوي للطبقة ٥ كم / ساعة .
- زيادة معدل سرعة الرياح في مرسى مطروح ليسجل ٤١,٩ كم / ساعة ، وذلك لتأثيرها بالمنخفضات الساحلية الغربية ويقل تأثيرها كلما اتجهنا شرقا لتسجل العريش ٢٧,٦ كم / ساعة ، وسجل أدنى معدل في أسوان ٢٥,٦ كم / ساعة .
- سجل أقصى معدل لسرعة الرياح في نهاية الطبقة على ارتفاع ٢٧٠٠ إلى أقل من ٣٠٠٠ م في كل من مرسى مطروح ، والوادي الجديد ، وحلوان ، والعريش ، وأسوان (٥٠ ، ٤٢ ، ٤١,٥ ، ٣٣ ، ٢٧,٦ كم / ساعة) ، ويعزى ذلك إلى انخفاض كثافة الهواء .



شكل (٦٢) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال

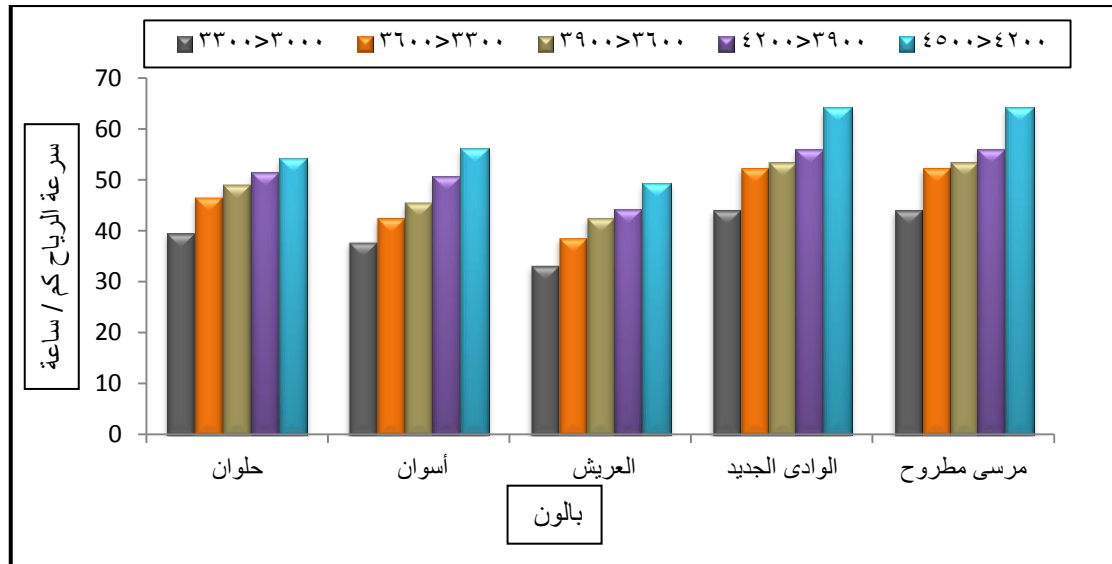
في فصل الشتاء

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٦) .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٦٦) وشكل (٦٣) ما يلي :

- زيادة معدل سرعة الرياح فبلغ ٤٩,١ كم / ساعة بفارق عن الطبقة السابقة ١٧,١ كم / ساعة ، وبفارق عن المعدل السنوي ١١,١ كم / ساعة ، نظرا لارتفاع الطبقة بين ٣٠٠٠ : ٤٥٠٠ م وانخفاض كثافة الهواء الجوي ، والقرب من التيار النفاث القطبي .
- بلغ معدل سرعة الرياح ٥٥,١ كم / ساعة في مرسى مطروح ، ويقل بالاتجاه شرقا ليسجل في العريش ٤١,٦ كم / ساعة ، ومرد ذلك إلى تأثيره بالتيارات القطبية الهوائية وعدم تعمقها شرقا ، وسجل في كل من أسوان ، و حلوان ، والوادي الجديد ٤٦,٦ ، ٤٨,٢ ، ٥٤,١ كم / ساعة على التوالي .
- بلغ أقصى زيادة لمعدل سرعة الرياح في نهاية الطبقة ٤٢٠٠ إلى أقل من ٤٥٠٠ م في كل من الوادي الجديد ، ومرسى مطروح ، وأسوان ، وحلوان ، والعريش ٦٤,٣ ، ٦٢,٢ ، ٥٦,٣ ، ٥٤,٣ ، ٤٩,٣ كم / ساعة على الترتيب .
- تسجل بداية الطبقة أقل معدل لسرعة الرياح ٣٠٠٠ إلى أقل من ٣٣٠٠ م ، ومرد ذلك إلى عامل الارتفاع .



شكل (٦٣) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال

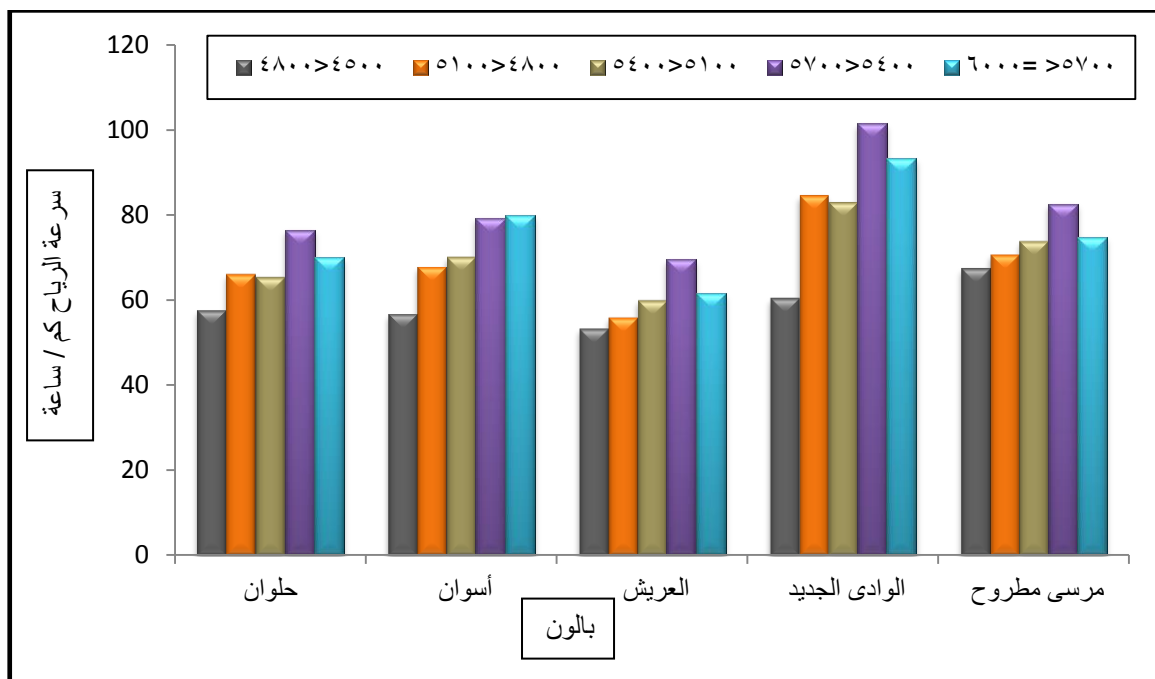
في فصل الشتاء

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٦) .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال :

يتضح من تحليل جدول (٦٦) وشكل (٦٤) مايلي :

- زيادة معدل سرعة الرياح حيث بلغ ٧١,٣ كم / ساعة ، بفارق عن الطبقة السابقة ٢٢,٢ كم / ساعة ، وبفارق ٢١,٣ كم / ساعة عن المعدل السنوي ، ويرجع ذلك إلى استقرار التيار النفاث القطبي في هذه الطبقة خلال فصل الشتاء .
- تباين معدل سرعة الرياح حيث بلغ أقصاه في الوادي الجديد ٨٤,٥ كم / ساعة ، نتيجة إلى قلة كثافة الهواء الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة ، ثم مرسى مطروح ، وأسوان ، وحلوان ، والعريش ٧٣,٩ ، ٧٠,٨ ، ٦٧,١ ، ٦٠ كم / ساعة على التوالي .
- بلغ أقصى معدل لسرعة الرياح على ارتفاع (٥٤٠٠ إلى أقل من ٥٧٠٠ م) ، حيث سجل ١٠١,٥ كم / ساعة في الوادي الجديد ، و ٨٢,٦ كم / ساعة في مرسى مطروح ، و ٧٦,٥ كم / ساعة في حلوان ، و ٦٩,٥ كم / ساعة في العريش .



شكل (٦٤) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الشتاء

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٦) .

٢- فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) :

تزيد سرعة الرياح في فصل الربيع ، نتيجة إلى تأثرها بالمنخفضات الخماسينية ، وتتباين سرعة الرياح بالارتفاع لأعلى وتنخفض سرعتها بالاتجاه جنوبا والبعد عن الصحراء الغربية ، نظرا لبعدها عن المؤثرات الساحلية والمنخفضات الخماسينية كما يلي .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال :

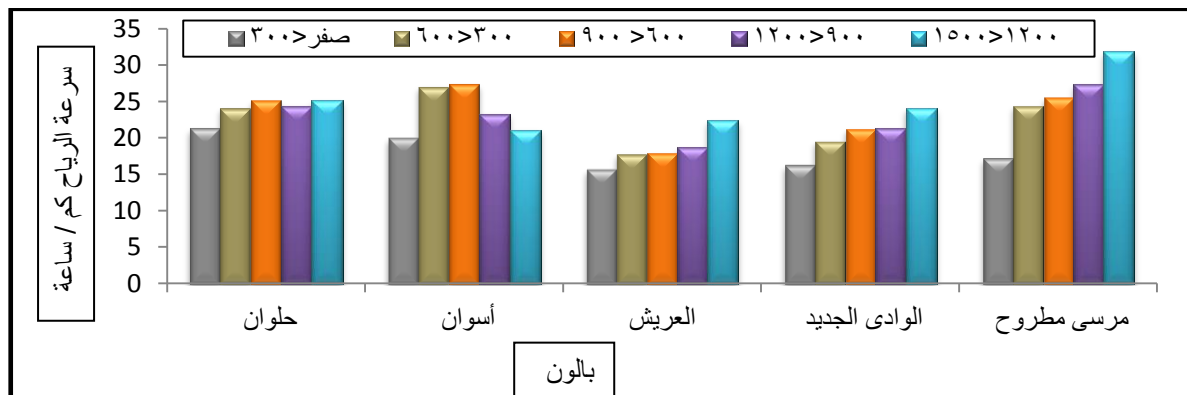
اتضح من تحليل جدول (٦٧) وشكل (٦٥) مايلي :

- بلغ معدل سرعة الرياح ٢٢,٤ كم / ساعة ، وهي لم تختلف كثيرا عن فصل الشتاء والمعدل السنوي بزيادة حوالي ١ كم / ساعة ، نتيجة إلى احتفاظ الأرض ببرودتها الناتجة عن فصل الشتاء مما يؤدي إلى برودة الهواء السطحي وزيادة كثافته .
- زيادة معدل سرعة الرياح على غرب الساحل الشمالي ليسجل ٢٥,٣ كم / ساعة في مرسى مطروح ، ثم حلوان ٢٤ كم / ساعة ، و أسوان ٢٣,٨ كم / ساعة ، والوادي الجديد ٢٠,٥ كم / ساعة ، وتأتي في المؤخرة العريش ١٨,٥ كم / ساعة ، ومرد ذلك إلى سيطرة تأثير المنخفضات الخماسينية على غرب مصر .
- بلغ أقصى زيادة لمعدل سرعة الرياح على ارتفاع ١٢٠٠ إلى أقل من ١٥٠٠ م ، حيث بلغ في كل من مرسى مطروح ، وحلوان ، والوادي الجديد ، والعريش ، وأسوان ٣١,٩ ، ٢٥,٢ ، ٢٤,١ ، ٢٢,٤ ، ٢١,١ كم / ساعة على الترتيب .
- بلغ أقل معدل لسرعة الرياح في بداية الطبقة بين صفر وأقل من ٣٠٠ م ، حيث سجل في كل من العريش ، والوادي الجديد ، ومرسى مطروح ، وأسوان ، وحلوان ١٥,٧ ، ١٦,٣ ، ١٧,٢ ، ٢٠ ، ٢١,٣ كم / ساعة على التوالي ، ويرجع ذلك إلى زيادة كثافة الهواء .

جدول (٦٧) معدل سرعة الرياح في طبقات الدراسة خلال فصل الربيع كم / ساعة
(١٩٩٠ - ٢٠١٢)

المحطة	الارتفاع	مرسى مطروح	العريش	حلوان	أسوان	الوادي الجديد
طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠	صفر > ٣٠٠	١٧,٢	١٥,٧	٢١,٣	٢٠	١٦,٣
	٣٠٠ < ٦٠٠	٢٤,٤	١٧,٨	٢٤,١	٢٧	١٩,٦
	٦٠٠ < ٩٠٠	٢٥,٦	١٨	٢٥,٢	٢٧,٤	٢١,٣
	٩٠٠ < ١٢٠٠	٢٧,٤	١٨,٧	٢٤,٤	٢٣,٣	٢١,٣
	١٢٠٠ < ١٥٠٠	٣١,٩	٢٢,٤	٢٥,٢	٢١,١	٢٤,١
	المعدل	٢٥,٣	١٨,٥	٢٤	٢٣,٨	٢٠,٥
المعدل الكلي للطبقة						٢٢,٤
طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠	١٥٠٠ < ١٨٠٠	٣٠,٢	٢٢	٢٣,٧	٢٠,٦	٢٤,٣
	١٨٠٠ < ٢١٠٠	٣٣	٢٨,٣	٢٨	٢١,١	٢٥,٧
	٢١٠٠ < ٢٤٠٠	٣٤,٦	٢٩,٦	٣١,١	٢٣,٣	٢٦,١
	٢٤٠٠ < ٢٧٠٠	٣٨,٧	٣١,٩	٣٣,٣	٢٦,٥	٣١,٧
	٢٧٠٠ < ٣٠٠٠	٣٩,٣	٣٤,٨	٣٦,٩	٢٧	٣٥,٢
	المعدل	٣٥,٢	٢٩,٣	٣٠,٦	٢٣,٧	٢٨,٦
المعدل الكلي للطبقة						٢٩,٥
طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠	٣٠٠٠ < ٣٣٠٠	٤٥,٧	٣٦,٩	٣٨,٩	٣١,٣	٣٧,٨
	٣٣٠٠ < ٣٦٠٠	٤٤,٨	٤٠,٢	٤٢,٤	٣٣,٣	٣٨,٥
	٣٦٠٠ < ٣٩٠٠	٥١,٧	٤٣,٢	٤٤,٨	٣٥,٤	٤٠,٩
	٣٩٠٠ < ٤٢٠٠	٥٠,٩	٤٤,١	٤٨	٣٦,٥	٤٧,٤
	٤٢٠٠ < ٤٥٠٠	٥٠,٧	٤٥,٦	٥١,٥	٤١,١	٤٨,٣
	المعدل	٤٨,٨	٤٢	٤٥,١	٣٥,٥	٤٢,٦
المعدل الكلي للطبقة						٤٢,٨
طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠	٤٥٠٠ < ٤٨٠٠	٥٦,٥	٥١,٣	٥٣,٧	٤٣,٣	٥٠,٤
	٤٨٠٠ < ٥١٠٠	٦٨,٣	٥٣,٣	٥٧,٦	٤٣,٧	٥٩,١
	٥١٠٠ < ٥٤٠٠	٧٤,١	٥٧	٦٠	٥٠,٦	٥٦,٩
	٥٤٠٠ < ٥٧٠٠	٧١,١	٦٧,٤	٧٠,٦	٥٠,٦	٦٩,٨
	٥٧٠٠ < ٦٠٠٠	٧١,١	٥٨,٣	٦٢,٤	٥٦,٩	٦٩,١
	المعدل	٦٨,٢	٥٧,٥	٦٠,٩	٤٩	٦١,١
المعدل الكلي للطبقة						٥٩,٣

Source : "http : // weather . uwyo . edu / upperair / sounding.html "



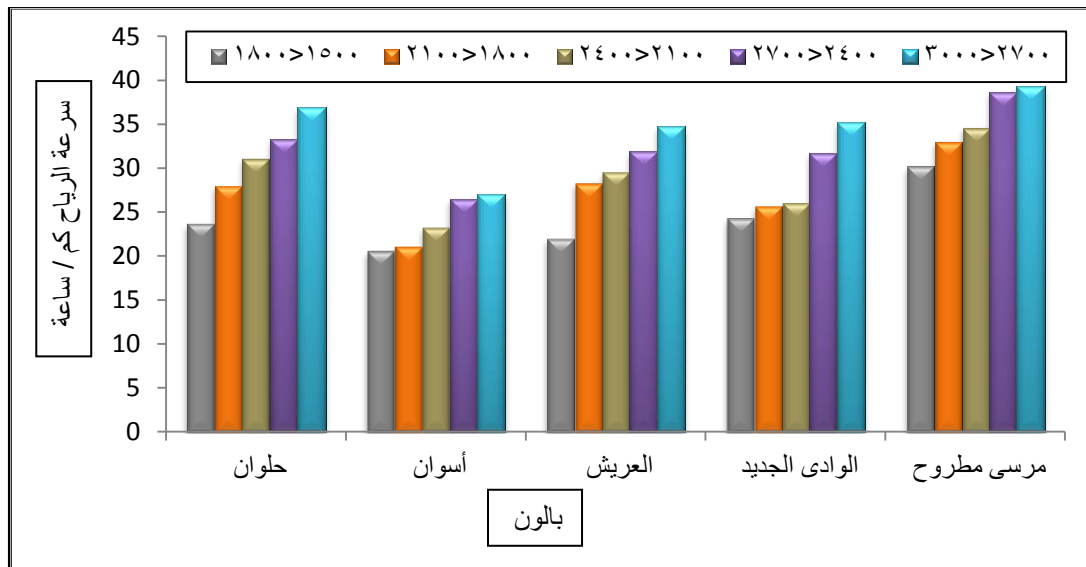
شكل (٦٥) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الربيع

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٧) .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٦٧) وشكل (٦٦) ما يلي :

- انخفاض معدل سرعة الرياح مقارنة بفصل الشتاء حيث سجل ٢٩,٥ كم / ساعة ، بينما بلغ في فصل الشتاء ٣٢ كم / ساعة بفارق ٢,٥ كم / ساعة ، ويعزى ذلك إلى زحزحة التيار النفاث القطبي باتجاه الشمال ، ووجود المنخفضات الخماسينية التي يصاحبها درجات الحرارة المرتفعة ، والتي تساعد على تسخين الهواء وانخفاض كثافته وزيادة سرعته .
- بلغ أعلى معدل للرياح في مرسى مطروح ٣٥,٢ كم / ساعة ، وأدنى معدل في أسوان ٢٣,٧ كم / ساعة ، نظرا لتأثير الساحل والدلتا بالمنخفضات الخماسينية وقلة تعمقها نحو الداخل .
- بلغ أقصى معدل لسرعة الرياح على ارتفاع ٢٧٠٠ إلى أقل من ٣٠٠٠ م حيث سجل (٣٩,٣ ، ٣٦,٩ كم / ساعة) في كل مرسى مطروح وحلوان ، وبلغ أقل معدل على ارتفاع ١٥٠٠ إلى أقل من ١٨٠٠ م ، حيث سجل في أسوان ٢٠,٦ كم / ساعة ، نظرا لقلة كثافة الهواء بالارتفاع إلى أعلى .



شكل (٦٦) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال

في فصل الربيع

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٧) .

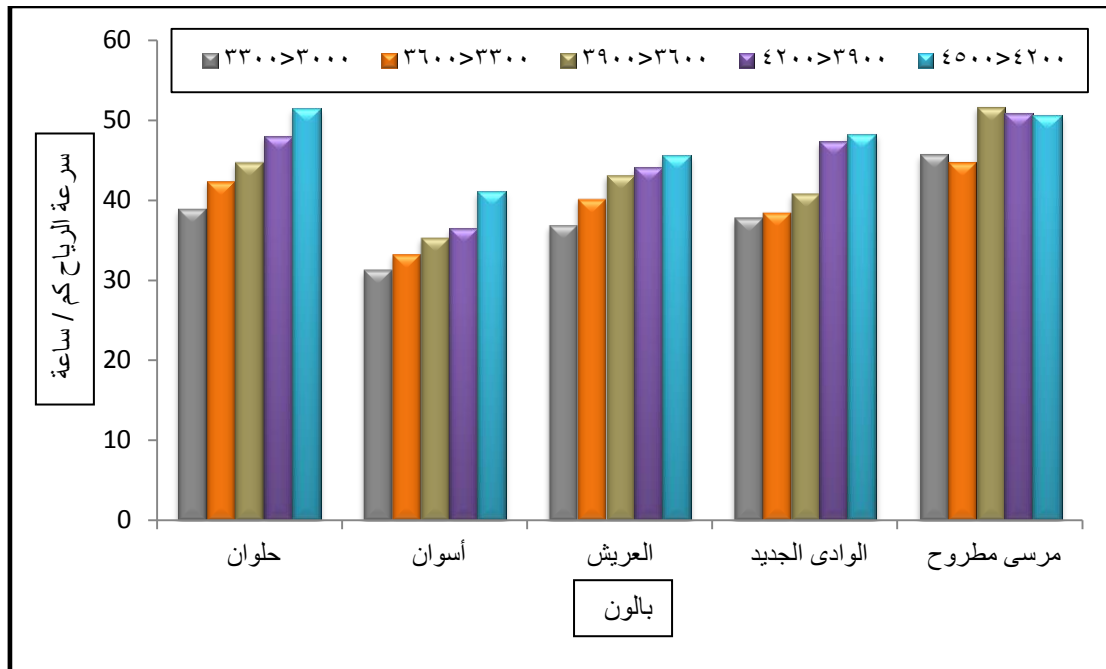
❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٦٧) وشكل (٦٧) ما يلي :

- بلغ معدل سرعة الرياح للطبقة ٤٢,٨ كم / ساعة بزيادة عن المعدل السنوي ٤,٨ كم / ساعة، وانخفض عن المعدل الشتوي بسرعة ٦,٣ كم / ساعة ، نتيجة إلى قلة عدد المنخفضات الخماسينية مقارنة بالمنخفضات الآتية من الغرب والتي تزيد من سرعة الرياح في فصل الشتاء .

- سجلت مرسى مطروح أعلى معدل لسرعة الرياح فبلغ ٤٨,٨ كم / ساعة ، يليها حلوان ٤٥,١ كم / ساعة ، و الوادي الجديد ٤٢,٦ كم / ساعة ، والعريش ٤٢ كم / ساعة ، ثم أسوان ٣٥,٥ كم / ساعة .

- يعد الارتفاع ٤٢٠٠ إلى أقل ٤٥٠٠ م أكثر معدل سرعة في الرياح حيث سجل في كل من حلوان ، ومرسى مطروح ، والوادي الجديد ، والعريش ، وأسوان (٥١,٥ ، ٥٠,٧ ، ٤٨,٣ ، ٤٥,٦ ، ٤١,١ كم / ساعة) على الترتيب ، وبلغ أقل معدل لها على ارتفاع ٣٠٠٠ إلى أقل من ٣٣٠٠ م حيث سجل ٣١,٣ كم / ساعة في أسوان .



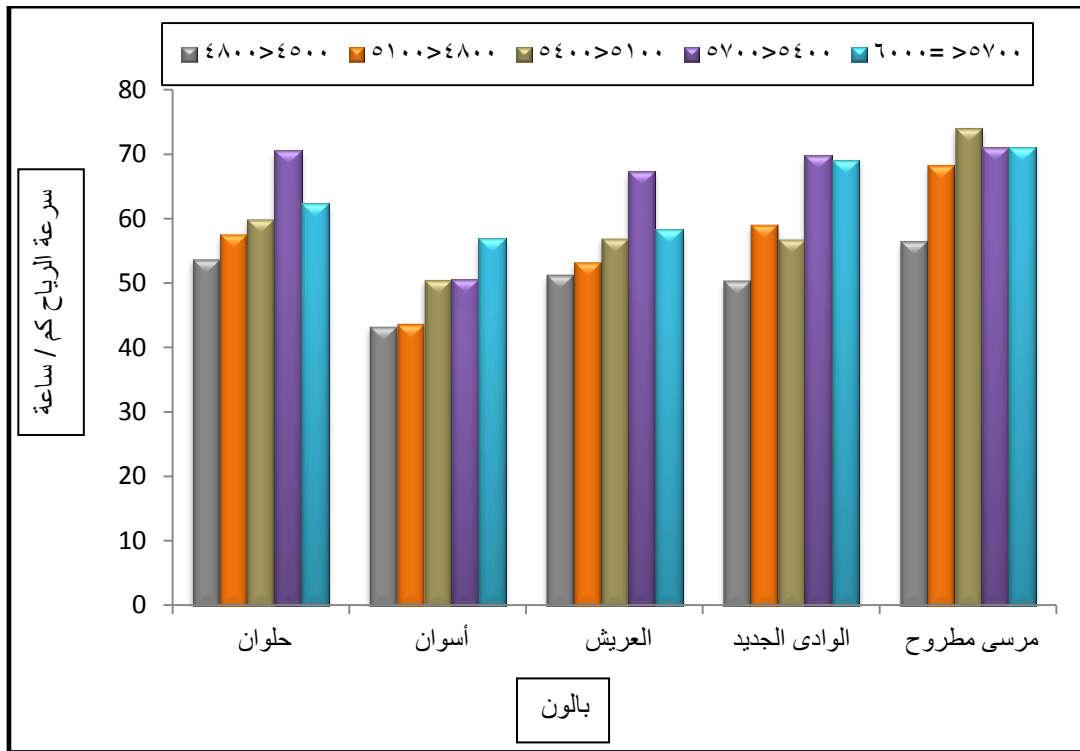
شكل (٦٧) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الربيع

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٧) .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال :

تبين من تحليل جدول (٦٧) وشكل (٦٨) ما يلي :

- يزداد معدل سرعة الرياح عن المعدل السنوي بفارق زيادة ٩,٣ كم / ساعة ، حيث سجل ٥٩,٣ كم / ساعة ، ويعزى ذلك إلى تأثيرها بالكتل المدارية القارية التي تساعد على وجود حالة من عدم الاستقرار .
- بلغ أقصى معدل لسرعة الرياح ٦٨,٢ كم / ساعة في مرسى مطروح و أدناه في أسوان ٤٩ كم / ساعة ، ويعزى ذلك إلى اختلاف الموقع الجغرافي .
- بلغ أقصى معدل لسرعة الرياح على ارتفاع ٥١٠٠ إلى أقل من ٥٤٠٠ م بسرعة ٧٤,١ كم / ساعة في مرسى مطروح ، ويأتي بعدها ارتفاع ٥٤٠٠ إلى أقل من ٥٧٠٠ م حيث سجل في كل من حلوان والوادي الجديد والعريش ٧٠,٦ ، و ٦٩,٨ ، و ٦٧,٤ كم / ساعة على الترتيب .



شكل (٦٨) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال

في فصل الربيع

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٧) .

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

يعد فصل الصيف من أكثر الفصول استقرارا من حيث حركة الرياح ، نظرا إلى قلة حركة المنخفضات ، والكتل الهوائية ، واستقرارها بالقرب من المنطقة القطبية شمالا ، وانحصار المنخفض السوداني جنوبا ، مما يحرم مصر من الكتل الهوائية ، لذلك يقل المعدل العام لسرعة الرياح في فصل الصيف مقارنة بباقي فصول العام وهي كما يلي .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال :

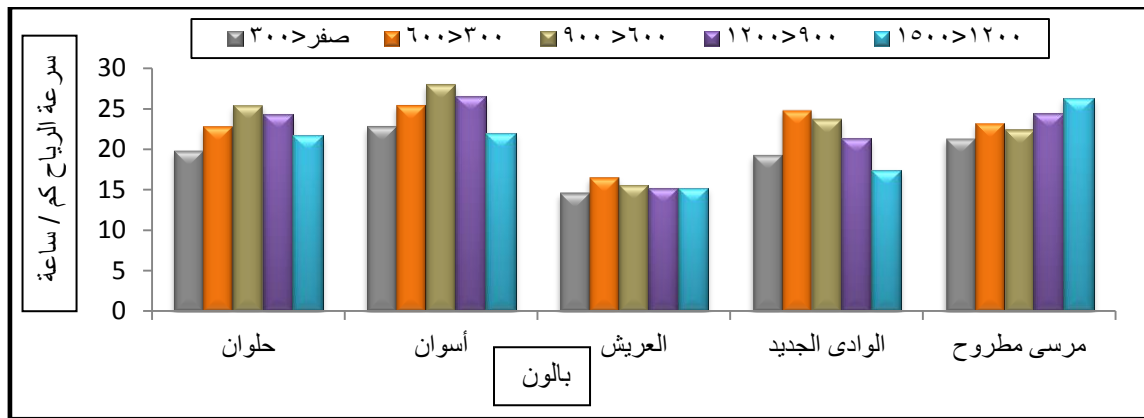
اتضح من جدول (٦٨) وشكل (٦٩) أن :

- بلغ معدل سرعة الرياح ٢١,٦ كم / ساعة ، بزيادة قليلة عن المعدل السنوي قدرها ٣ كم / ساعة ، نتيجة إلى استقرار الأحوال الجوية ، وعدم مرور المنخفضات والكتل الهوائية .
- زيادة معدل سرعة الرياح في أسوان ليسجل ٢٤,٩ كم/ ساعة ، ويعزى ذلك إلى سيطرة المنخفض الموسمي السوداني على جنوب مصر ، مما يعمل على نشاط الرياح الحارة (ياسر السيد : ٢٠١٠ ، ٢٨٣) ، ويليه مرسى مطروح ٢٣,٥ كم / ساعة ، وحلوان ٢٢,٨ كم/ساعة ، والوادي الجديد ٢١,٣ كم / ساعة ، والعريش ١٥,٤ كم / ساعة .
- بلغ أقصى معدل لسرعة الرياح في أسوان ٢٨ كم / ساعة على ارتفاع ٦٠٠ إلى أقل من ٩٠٠ م ، ويعزى ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة جنوبا ، ويليه حلوان بسرعة ٢٥,٤ كم / ساعة ، ثم الوادي الجديد والعريش بسرعة ٢٣,٧ كم / ساعة و ١٥,٦ كم / ساعة على الترتيب على ارتفاع ٣٠٠ إلى أقل من ٦٠٠ م .
- بلغ أقل معدل لسرعة الرياح في العريش ١٤,٦ كم / ساعة على ارتفاع صفر إلى أقل من ٣٠٠ م .

جدول (٦٨) معدل سرعة الرياح في طبقات الدراسة خلال فصل الصيف كم/ ساعة (١٩٩٠-٢٠١٢)

المحطة	الارتفاع	مرسى مطروح	العريش	حلوان	أسوان	الوادي الجديد
طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠	صفر > ٣٠٠	٢١,٣	١٤,٦	١٩,٨	٢٢,٨	١٩,٣
	٣٠٠ < ٦٠٠	٢٣,٢	١٦,٥	٢٢,٨	٢٥,٤	٢٤,٨
	٦٠٠ < ٩٠٠	٢٢,٤	١٥,٦	٢٥,٤	٢٨	٢٣,٧
	٩٠٠ < ١٢٠٠	٢٤,٤	١٥,٢	٢٤,٣	٢٦,٥	٢١,٣
	١٢٠٠ < ١٥٠٠	٢٦,٣	١٥,٢	٢١,٧	٢٢	١٧,٤
	المعدل	٢٣,٥	١٥,٤	٢٢,٨	٢٤,٩	٢١,٣
المعدل الكلي للطبقة						٢١,٦
طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠	١٥٠٠ < ١٨٠٠	٢٥,٩	١٥	٢١,٥	٢٢,٤	١٨,١
	١٨٠٠ < ٢١٠٠	٢٨,٥	١٦,١	٢٠,٩	٢٥,٩	١٩,١
	٢١٠٠ < ٢٤٠٠	٢٨,٩	١٩,٨	٢٢,٢	٢٣,٩	١٨,٧
	٢٤٠٠ < ٢٧٠٠	٢٩,٤	٢١,٧	٢٢,٨	٢٥	١٨,٥
	٢٧٠٠ < ٣٠٠٠	٢٧,٨	٢١,٣	٢٤,١	٢٨	٢٠,٢
	المعدل	٢٨,١	١٨,٨	٢٢,٣	٢٥	١٨,٩
المعدل الكلي للطبقة						٢٢,٦
طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠	٣٠٠٠ < ٣٣٠٠	٣٢,٢	٢٤,٤	٢٦,٧	٢٨,٥	٢٢,٨
	٣٣٠٠ < ٣٦٠٠	٣١,٩	٢٧,٤	٢٦,٥	٢٨	٢٣,٥
	٣٦٠٠ < ٣٩٠٠	٣١,٥	٢٣,٥	٢٧,٤	٢٨,٩	٢٣,٩
	٣٩٠٠ < ٤٢٠٠	٣٠,٦	٢٧	٣٠,٦	٢٦,٩	٢٨
	٤٢٠٠ < ٤٥٠٠	٣٥,٤	٢٨	٣١,٥	٢٧,٦	٢٩,٦
	المعدل	٣٢,٣	٢٦,١	٢٨,٥	٢٨	٢٥,٦
المعدل الكلي للطبقة						٢٨,١
طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠	٤٥٠٠ < ٤٨٠٠	٣٧,٢	٢٨	٣٠,٩	٢٧,٢	٢٨,٢
	٤٨٠٠ < ٥١٠٠	٣٦,١	٢٨,٥	٣٣,٧	٢٦,٩	٢٩,٨
	٥١٠٠ < ٥٤٠٠	٥٤,٣	٣١,١	٣١,٥	٢٥,٤	٢٦,١
	٥٤٠٠ < ٥٧٠٠	٣٧,٦	٣١,٩	٣٢,٤	٢١,٩	٢٦,٣
	٥٧٠٠ < ٦٠٠٠	٤٠,٢	٣٣,٣	٣٤,١	٢٣,٣	٢٧,٦
	المعدل	٤١,١	٣٠,٦	٣٢,٥	٢٤,٩	٢٧,٦
المعدل الكلي للطبقة						٣١,٣

Source : "http : // weather . uwyo . edu / upperair / sounding.html "



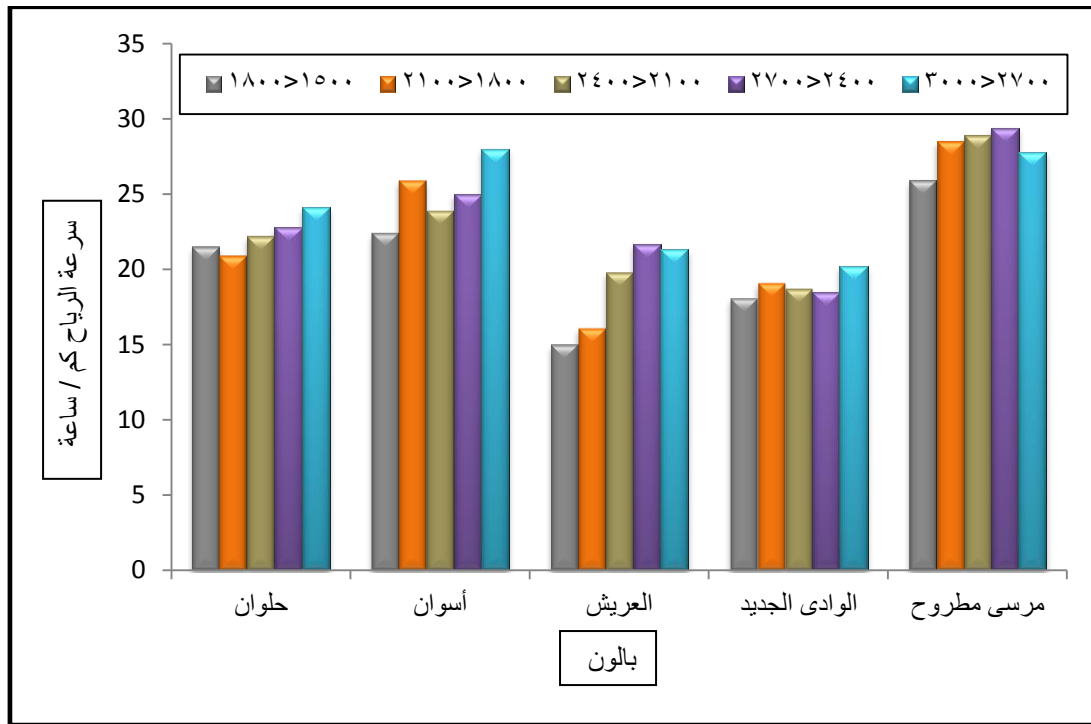
شكل (٦٩) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الصيف

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٨) .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٦٨) وشكل (٧٠) ما يلي :

- انخفاض معدل سرعة الرياح حيث بلغ ٢٢,٦ كم / ساعة ، بفارق ٤,٤ كم / ساعة عن المعدل السنوي ، ومرد ذلك إلى استقرار الأحوال الجوية وانحصار التيار النفاث شمالا .
- سجلت مرسى مطروح أقصى معدل ٢٨,١ كم / ساعة ، يليها أسوان ٢٥ كم / ساعة ، ثم حلوان ٢٢,٣ كم / ساعة ، والوادي الجديد ١٨,٩ كم / ساعة ، ويعزى ذلك إلى تأثيرها بمنخفض السودان الموسمي ، وأخيرا العريش بمعدل ١٨,٨ كم / ساعة .



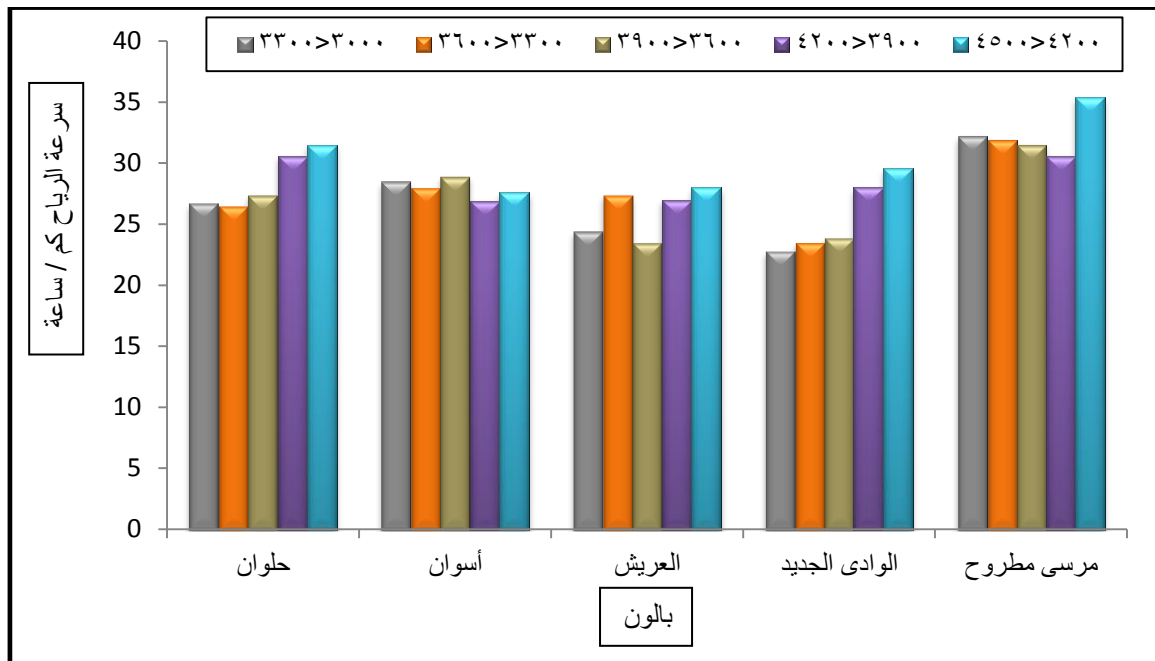
شكل (٧٠) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٨) .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف :

تبيين من جدول (٦٨) وشكل (٧١) ما يلي :

- انخفاض معدل سرعة الرياح لتسجل ٢٨,١ كم / ساعة أى أقل من المعدل السنوي بحوالي ٩,٩ كم / ساعة ، ومرد ذلك إلى عدم مرور المنخفضات الجوية ، وتراجع التيار النفاث باتجاه الشمال .
- بلغ أقصى معدل لسرعة الرياح في مرسى مطروح ٣٢,٣ كم / ساعة ويليهما حلوان ٢٨,٥ كم / ساعة ، وأسوان ٢٨ كم / ساعة ، والعريش ٢٦,١ كم / ساعة ، ويعزى ذلك إلى انخفاض تأثير الكتل الهوائية الحارة بالاتجاه شرقا وجنوبا .
- سجل أقصى معدل لسرعة الرياح على ارتفاع ٤٢٠٠ إلى أقل من ٤٥٠٠ م في كل من مرسى مطروح ، وحلوان ، والوادي الجديد بسرعة ٣٥,٤ ، ٣١,٥ ، ٢٩,٦ كم / ساعة على الترتيب ، يليهم أسوان على ارتفاع ٣٦٠٠ إلى أقل من ٣٩٠٠ م بسرعة ٢٨,٩ كم / ساعة ، والعريش على ارتفاع ٤٢٠٠ إلى أقل من ٤٥٠٠ م بسرعة ٢٨ كم / ساعة .



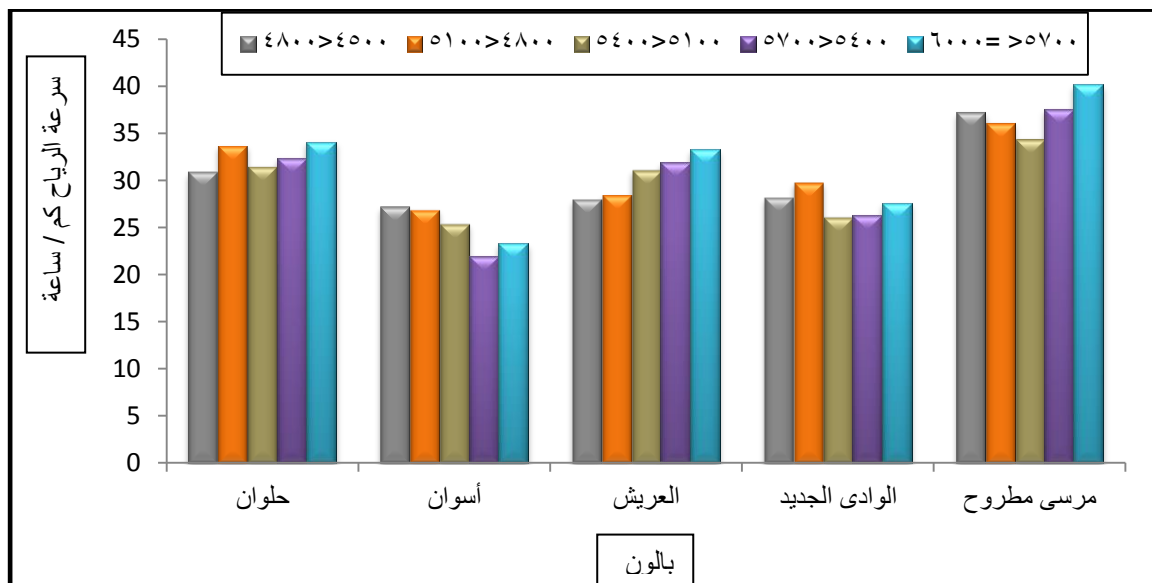
شكل (٧١) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٨) .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف :

اتضح من جدول (٦٨) وشكل (٧٢) ما يلي :

- انخفاض معدل سرعة الرياح مقارنة بالمعدل السنوي ، حيث بلغت ٣١,٣ كم / ساعة ، بفارق عن المعدل السنوي ١٨,٧ كم / ساعة ، نتيجة لمرور الجبهات المدارية الحارة التي تعمل على استقرار الرياح .
- بلغ معدل سرعة الرياح في كل من مرسى مطروح ، وحلوان ، والعريش ، والوادي الجديد ، وأسوان (٤١,١ ، ٣٢,٥ ، ٣٠,٦ ، ٢٧,٦ ، ٢٤,٩ كم / ساعة) على التوالي ، ومرد ذلك إلى ضعف الكتل الهوائية المدارية بالاتجاه شرقا وجنوبا .
- بلغ أقصى معدل لسرعة الرياح في مرسى مطروح ٥٤,٣ كم / ساعة على ارتفاع ٥١٠٠ إلى أقل من ٥٤٠٠ م ، ويليهما حلوان والعريش بسرعة ٣٤,١ و ٣٣,٣ كم / ساعة على الترتيب ، على ارتفاع ٥٧٠٠ إلى أقل من أو يساوى ٦٠٠٠ م ، وذلك نتيجة إلى بعد تركز التيار النفاث الشبه المداري عند طبقة ٢٠٠ هكتوبسكال .



شكل (٧٢) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الصيف

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٨) .

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

تبدأ عودة حركة المنخفضات الجوية على شمال حوض البحر المتوسط وشمال السودان مرة أخرى خلال هذا الفصل ، مما يؤدي إلى زيادة سرعة الرياح مقارنة بفصل الشتاء ولكن تظل منخفضة مقارنة بالمعدل السنوي كما هو موضح فيما يلي .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال :

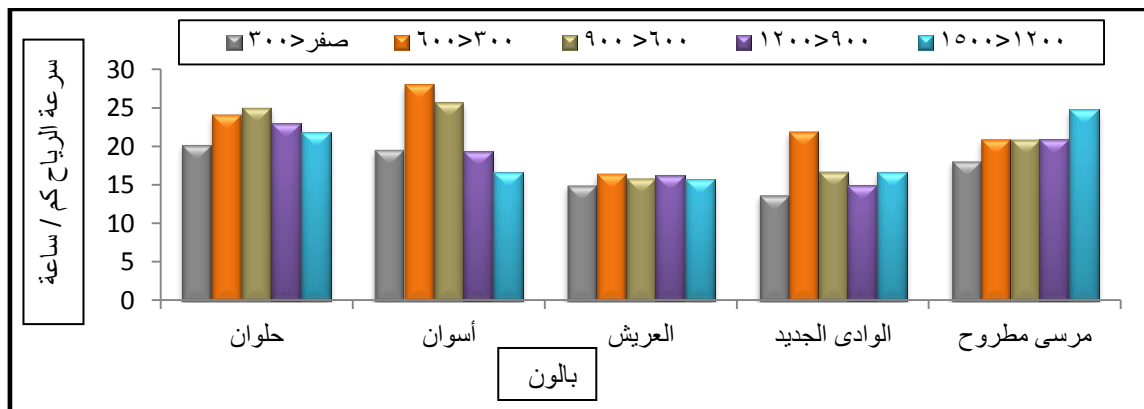
تبيين من تحليل جدول (٦٩) وشكل (٧٣) ما يلي :

- بلغ معدل سرعة الرياح ١٩,٧ كم / ساعة حيث يقل عن المعدل السنوي بفارق ١,٦ كم / ساعة ، ومرد ذلك لتأثرها بحالة الاستقرار الناتجة عن فصل الصيف .
- بلغ معدل سرعة الرياح في كل من حلوان ، وأسوان ، ومرسى مطروح ، والوادي الجديد ، والعريش ٢٢,٨ ، ٢١,٩ ، ٢١,١ ، ١٦,٨ ، ١٥,٩ كم / ساعة على الترتيب .
- سجل أقصى معدل لسرعة الرياح في أسوان على ارتفاع ٣٠٠ إلى أقل من ٦٠٠ م ، نظرا إلى تأثرها بالمنخفض السوداني الموسمي ، يليها مرسى مطروح على ارتفاع ١٢٠٠ إلى أقل ١٥٠٠ م بمعدل ٢٤,٨ كم / ساعة ، ثم حلوان ، والوادي الجديد ، والعريش بسرعة ٢٤,١ ، ٢١,٩ ، ١٦,٥ على الترتيب ، على ارتفاع ٣٠٠ إلى أقل من ٦٠٠ م .
- سجل أقل معدل لسرعة الرياح في الوادي الجديد ، والعريش ، ومرسى مطروح حيث بلغ ١٣,٧ ، ١٥ ، ١٨,١ كم / ساعة على الترتيب ، على ارتفاع صفر إلى أقل من ٣٠٠ م ، ثم أسوان ١٩,٤ كم / ساعة على ارتفاع ٩٠٠ إلى أقل من ١٢٠٠ م ، ثم حلوان ٢٠,٢ كم / ساعة على ارتفاع صفر إلى أقل من ٣٠٠ م ، نتيجة زيادة كثافة الهواء التي تقلل من سرعة الرياح .

جدول (٦٩) معدل سرعة الرياح في طبقات الدراسة خلال فصل الخريف كم / ساعة
(١٩٩٠ - ٢٠١٢)

المحطة الطبقة	الارتفاع	مرسى مطروح	العريش	حلوان	أسوان	الوادي الجديد
طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠	صفر > ٣٠٠	١٨,١	١٥	٢٠,٢	١٩,٦	١٣,٧
	٣٠٠ < ٦٠٠	٢٠,٩	١٦,٥	٢٤,١	٢٨	٢١,٩
	٦٠٠ < ٩٠٠	٢٠,٩	١٥,٩	٢٥	٢٥,٧	١٦,٧
	٩٠٠ < ١٢٠٠	٢٠,٩	١٦,٣	٢٣	١٩,٤	١٥
	١٢٠٠ < ١٥٠٠	٢٤,٨	١٥,٧	٢١,٩	١٦,٧	١٦,٧
	المعدل	٢١,١	١٥,٩	٢٢,٨	٢١,٩	١٦,٨
١٩,٧						المعدل الكلي للطبقة
طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠	١٥٠٠ < ١٨٠٠	٢٣,٣	١٦,٣	٢١,٩	١٨,٧	١٩,٦
	١٨٠٠ < ٢١٠٠	٢٥,٦	١٨,١	٢٢,٤	٢٠,٤	٢٣
	٢١٠٠ < ٢٤٠٠	٢٩,٦	١٨,١	٢٥,٦	٢٠,٧	٢٦,٧
	٢٤٠٠ < ٢٧٠٠	٣١,٩	٢٢,٦	٢٦,٥	٢٢,٤	٢٦,٣
	٢٧٠٠ < ٣٠٠٠	٢٧	٢٤,٤	٢٨	٢٤,٦	٢٧,٦
	المعدل	٢٧,٥	١٩,٩	٢٤,٩	٢١,٤	٢٤,٦
٢٣,٧						المعدل الكلي للطبقة
طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠	٣٠٠٠ < ٣٣٠٠	٣٢	٢٦,٣	٢٩,٤	٢٥,٢	٢٨,٩
	٣٣٠٠ < ٣٦٠٠	٣٨,٩	٢٨,٩	٢٩,١	٢٧	٢٩,٦
	٣٦٠٠ < ٣٩٠٠	٣٧,٨	٣٠,٦	٣٢,٢	٢٦,٩	٣٢,٦
	٣٩٠٠ < ٤٢٠٠	٤٤,١	٣١,٩	٣٥,٩	٢٧,٨	٣٢,٤
	٤٢٠٠ < ٤٥٠٠	٣٨,٩	٣٤,٦	٣٥,٩	٢٨,٧	٣٢,٤
	المعدل	٣٨,٣	٣٠,٥	٣٢,٥	٢٧,١	٣١,٢
٣١,٩						المعدل الكلي للطبقة
طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠	٤٥٠٠ < ٤٨٠٠	٤٣	٣٥	٣٧	٣٠,٢	٣٢,٦
	٤٨٠٠ < ٥١٠٠	٣٩,٨	٣٦,٧	٣٦,٩	٢٧,٦	٣٣,٥
	٥١٠٠ < ٥٤٠٠	٤١,٩	٤٠,٧	٣٩,٨	٢٨,٧	٣٦,٣
	٥٤٠٠ < ٥٧٠٠	٣٩,٦	٤٤,١	٤٤,١	٣٠,٩	٤٢,٤
	٥٧٠٠ < ٦٠٠٠	٤٣	٤٥,٢	٤٤,٤	٣٣,٣	٤٦,٥
	المعدل	٤١,٥	٤٠,٣	٤٠,٤	٣٠,١	٣٨,٣
٣٨,١						المعدل الكلي للطبقة

Source : "http : // weather . uwyo . edu / upperair / sounding.html "

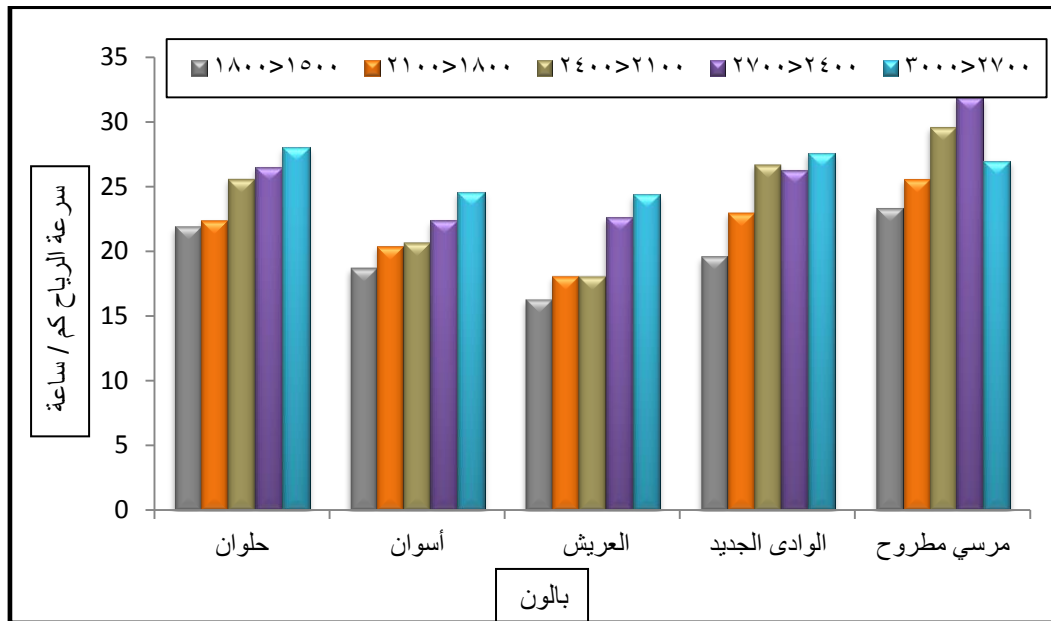


شكل (٧٣) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال في فصل الخريف
المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٩) .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٦٩) وشكل (٧٤) ما يلي :

- انخفاض سرعة الرياح عن المعدل السنوي لتسجل ٢٣,٧ كم / ساعة بفارق ٤,٣ كم / ساعة، نتيجة لتأثرها بالكتل الهوائية المدارية البحرية التي لا تلعب دورا واضحا في مناخ مصر .
- بلغ معدل سرعة الرياح في كل من مرسى مطروح ، وحلوان ، والوادي الجديد ، وأسوان ، والعريش ٢٧,٥ ، ٢٤,٩ ، ٢٤,٦ ، ٢١,٤ ، ١٩,٩ كم / ساعة على التوالي.
- سجل أقصى معدل لسرعة الرياح في مرسى مطروح ٣١,٩ كم / ساعة على ارتفاع ٢٤٠٠ إلى أقل من ٢٧٠٠ م ، ويليه حلوان ، والوادي الجديد ، وأسوان ، والعريش بمعدل ٢٨ ، ٢٧,٦ ، ٢٤,٦ ، ٢٤,٤ كم / ساعة على الترتيب ، على ارتفاع ٢٧٠٠ إلى أقل من ٣٠٠٠ م .



شكل (٧٤) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال

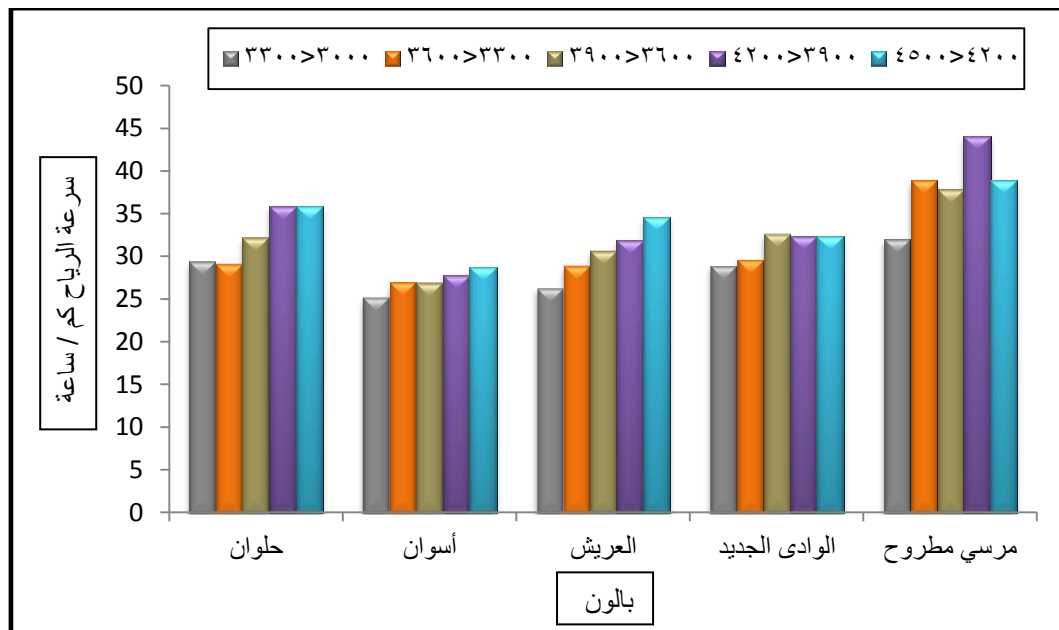
في فصل الخريف

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٩) .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال في فصل الخريف :

تبين من تحليل جدول (٦٩) وشكل (٧٥) ما يلي :

- انخفاض معدل سرعة الرياح عن المعدل السنوي ليسجل ٣١,٩ كم / ساعة بفارق واضح بلغ ٦,١ كم / ساعة .
- بلغ معدل سرعة الرياح في كل من مرسى مطروح ، وحلوان ، والوادي الجديد ، والعريش ، وأسوان (٣٨,٣ ، ٣٢,٥ ، ٣١,٢ ، ٣٠,٥ ، ٢٧,١ كم / ساعة) على الترتيب .
- بلغ أقصى زيادة لمعدل سرعة الرياح في مرسى مطروح ٤٤,١ كم / ساعة على ارتفاع ٣٩٠٠ إلى أقل من ٤٢٠٠ كم / ساعة ، وتليها حلوان والعريش بمعدل ٣٥,٩ ، ٣٤,٦ كم / ساعة ، على الترتيب على ارتفاع ٤٢٠٠ إلى أقل من ٤٥٠٠ م ، ثم الوادي الجديد بسرعة ٣٢,٦ كم / ساعة على ارتفاع ٣٣٠ إلى أقل من ٣٩٠٠ م ، ثم أسوان بمعدل ٢٨,٧ كم / ساعة على ارتفاع ٢٤٠٠ إلى أقل من ٤٥٠٠ م .



شكل (٧٥) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال

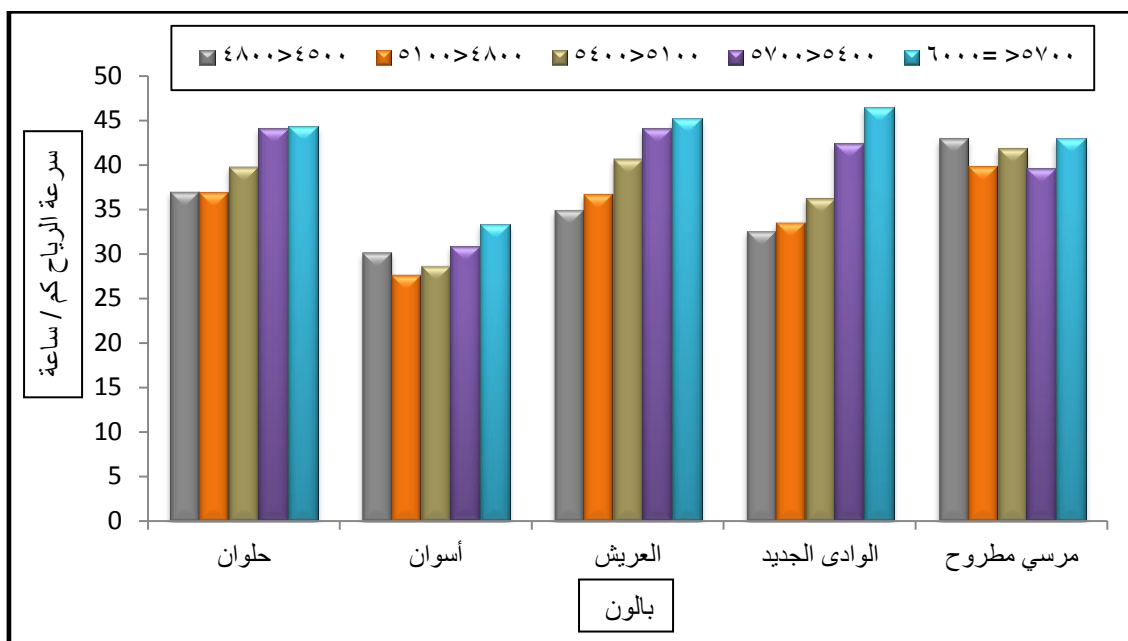
في فصل الخريف

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٩) .

❖ معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال :

اتضح من تحليل جدول (٦٩) وشكل (٧٦) ما يلي :

- بلغ معدل سرعة الرياح ٣٨,١ كم / ساعة ، بفارق واضح عن المعدل السنوي بلغ ١٩,٩ كم / ساعة ، نظرا إلى تأثيره باستقرار فصل الصيف .
- سجل معدل سرعة الرياح في كل من مرسى مطروح ، وحلوان ، والعريش ، والوادي الجديد ، وأسوان ٤١,٥ ، ٤٠,٤ ، ٤٠,٣ ، ٣٨,٣ ، ٣٠,١ كم / ساعة على الترتيب .
- بلغ أقصى زيادة لمعدل سرعة الرياح في الوادي الجديد ، والعريش ، وحلوان ، ومرسى مطروح ، وأسوان بمعدل ٤٦,٥ ، ٤٥,٢ ، ٤٤,٤ ، ٤٣ ، ٣٣,٣ كم / ساعة على الترتيب على ارتفاع ٥٧٠٠ إلى أقل من ٦٠٠٠ م ، ويرجع ذلك إلى عامل الارتفاع .



شكل (٧٦) معدل سرعة الرياح في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال في فصل الخريف

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٦٩) .

٢- تأثير سرعة الرياح في طبقات الجو العليا على النقل الجوي :

تعد سرعة الرياح من العوامل الهامة والضرورية التي تؤثر على النقل الجوي ، خصوصا في طبقات الجو العليا ، حيث تشتت تيارات الرياح نظرا لانعدام العوائق الأرضية ، ولكن مع ازدياد الرحلات الجوية طويلة المدى ، وارتفاع أسعار الوقود ، بات تأثير سرعة الرياح في طبقات الجو العليا أمرا حيويا ومهما في التعامل معه ، خاصة أن شركات الطيران باتت تتقن كمية استهلاك الوقود قدر الإمكان ، ويهتم القائمين على سلامة الرحلات الجوية برصد سرعة الرياح في طبقات الجو العليا بشكل مستمر طوال الرحلة لتفادي أخطارها ، ويوجد داخل الطائرة أجهزة ذات اتصال بالأقمار الصناعية تساعد الطيار على معرفة سرعة الرياح في طبقات الغلاف الجوي المختلفة .

تبين أن اتجاه الرياح في طبقات الجو العليا لم يكن مؤثرا بالنسبة للطيار مثلما تؤثر سرعة الرياح لأن الطائرة مجهزة لمقاومة اتجاه الرياح ، بينما سرعة الرياح تؤثر إما بصورة إيجابية أو سلبية ، حيث يكمن دورها الإيجابي في تقليل وقت الرحلة ، و كمية الوقود المستخدم ، أما عن أثرها السلبي فقد تعمل على تأخير وقت وصول الرحلة الجوية ، وبالتالي زيادة استهلاك الوقود ، و قد تسبب هبوط اضطراري للطائرة في أقرب مطار إذا زادت سرعة الرياح عن الحد المسموح به (١٢٢ p , ٢٠٠٢ : Geson) .

وحدد (٤٧ p , ٢٠٠٤ : Jany) أن هناك أنواع لسرعة الرياح التي تؤثر على حركة الأجسام في طبقات الغلاف الجوي كما هو موضح سلفا . وبناءا على هذه الأنواع من السرعات ، حددت منظمة الإيكاو سرعة الطائرة ، فوجد أنه كلما زادت سرعة الرياح الخلفية عن ٢٥ كم / ساعة ، فيؤدي ذلك إلى زيادة سرعة الطائرة بفارق زيادة سرعة الرياح، وإذا زادت سرعة الرياح المقابلة عن ٢٥ كم / ساعة فإنها تقلل من سرعة الطائرة بفارق زيادة سرعة الرياح ، وإذا زادت سرعة الرياح الجانبية عن ٣٢,٥ كم / ساعة فيجب على الطيار عمل هبوط اضطراري في أقرب مطار لأنها تعمل على فقدان توازن الطائرة . وعند متابعة الرحلات التي تأثرت بسرعة الرياح في طبقات الجو العليا منذ عام ٢٠٠٨ حتى عام ٢٠١٢ وجد أن :

أ- الرحلات التي وصلت قبل موعدها بسبب سرعة الرياح الخلفية :

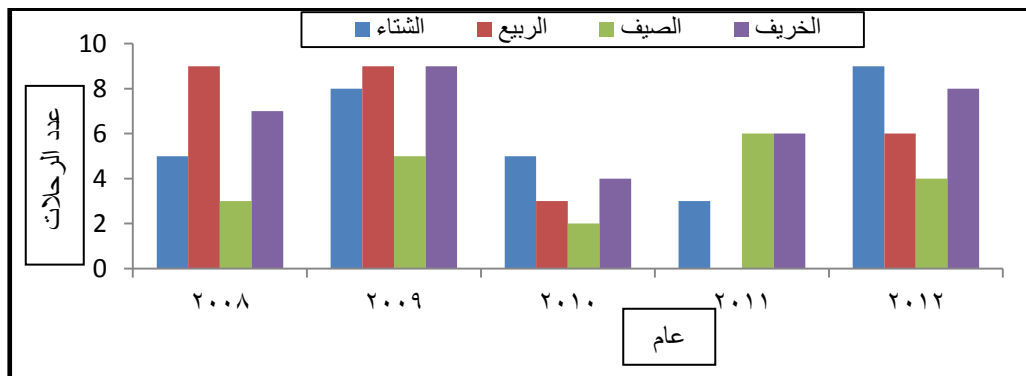
اتضح من دراسة جدول (٧٠) وشكل (٧٧) مايلي :

- بلغ إجمالي عدد الرحلات التي وصلت قبل موعدها المحدد ١١١ رحلة منها ٣١ رحلة عام ٢٠٠٩ ، ٢٧ رحلة عام ٢٠١٢ ، و ٢٤ رحلة عام ٢٠٠٨ ، و ٢١ رحلة عام ٢٠١١ ، ١٤ رحلة عام ٢٠١٠ .
- يحتل فصل الخريف المرتبة الأولى في عدد الرحلات التي وصلت قبل موعدها وباللغة حوالي ٣٤ رحلة ، نظرا لبداية نشاط الرياح بعد فصل الصيف ، يليه فصل الشتاء بعدد ٣٠ رحلة ثم فصل الربيع بعدد ٢٧ رحلة ، وأخيرا فصل الصيف بعدد ٢٠ رحلة ، ويعزى ذلك إلى انخفاض سرعة الرياح خلال فصل الصيف .
- في يوم ١٢ يناير ٢٠١١ بلغ متوسط سرعة الرياح في طبقات الجو العليا ٥٣,٥ كم / ساعة وكانت من نوع الرياح الخلفية مما أدى إلى وصول أربع رحلات قبل موعدها المحدد إلى مطار القاهرة ، بالإضافة إلى توفير الوقود المستهلك .

جدول (٧٠) عدد الرحلات التي وصلت قبل موعدها نتيجة الرياح الخلفية
(٢٠١٢ - ٢٠٠٨)

السنة	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	الإجمالي
٢٠٠٨	٥	٩	٣	٧	٢٤
٢٠٠٩	٨	٩	٥	٩	٣١
٢٠١٠	٥	٣	٢	٤	١٤
٢٠١١	٣	صفر	٦	٦	٢١
٢٠١٢	٩	٦	٤	٨	٢٧
الاجمالي	٣٠	٢٧	٢٠	٣٤	١١١

المصدر : تم إعداده اعتمادا على وزارة الطيران المدني ، قسم أزمات النقل الجوي ، بيانات غير منشورة للفترة (٢٠١٢ - ٢٠٠٨) .



شكل (٧٧) عدد الرحلات التي وصلت قبل موعدها نتيجة الرياح الخلفية
(٢٠١٢ - ٢٠٠٨)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٧٠) .

ب- الرحلات التي وصلت بعد موعدها المحدد نتيجة سرعة الرياح المقابلة :

اتضح من دراسة جدول (٧١) وشكل (٧٨) ما يلي :

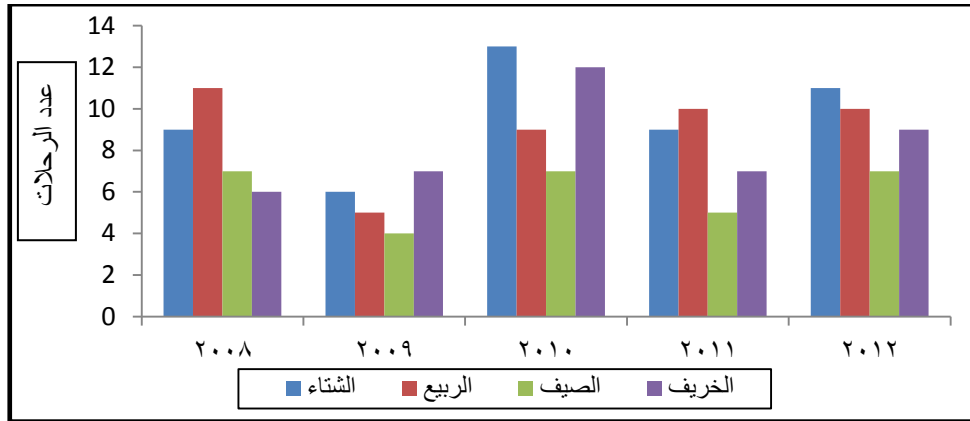
- بلغ اجمالي عدد الرحلات ١٦٤ رحلة منها ٤١ رحلة في عام ٢٠١٠ ، و ٣٧ رحلة في عام ٢٠١٢ ، و ٣٣ رحلة في عام ٢٠٠٨ ، و ٣١ رحلة في عام ٢٠١١ ، و ٢٢ رحلة في عام ٢٠٠٩ .
- احتل فصل الشتاء المرتبة الأولى في عدد الرحلات التي وصلت بعد موعدها المحدد بعدد ٤٨ رحلة ، ويعزى ذلك إلى عدم استقرار الأحوال الجوية ومرور المنخفضات الجوية خلاله ، يليه فصل الربيع بعدد ٤٥ رحلة ، ثم فصل الخريف بعدد ٤١ رحلة ، وأخيرا فصل الصيف بعدد ٣٠ رحلة .
- وصلت خمس رحلات بعد موعدها المحدد بحوالي ساعة في مطار القاهرة ، وذلك في يوم ١٨ أبريل ٢٠١٢ ، حيث بلغت سرعة الرياح ٥٠,٦ كم / ساعة ، وأدى ذلك إلى زيادة استهلاك الوقود ، بينما في يوم ١٢ يناير ٢٠١٠ اضطرت الطائرة المتجهة من مطار أسوان إلى مطار العريش للهبوط في مطار الغردقة ، ومرد ذلك إلى الرياح المقابلة وكانت سرعتها ٧٣ كم / ساعة مما قلل من سرعة الطائرة ٤٨ كم / الساعة ، ونتج عن ذلك زيادة وقت الرحلة وما تبعه من زيادة الوقود المستخدم ، مما اضطرها للهبوط في مطار الغردقة للتزويد بالوقود ، واستكمال الرحلة مرة أخرى إلى مطار العريش . *

جدول (٧١) عدد الرحلات التي وصلت بعد موعدها نتيجة سرعة الرياح المقابلة خلال الفترة (٢٠١٢ - ٢٠٠٨)

السنة	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	الإجمالي
٢٠٠٨	٩	١١	٧	٦	٢٣
٢٠٠٩	٦	٥	٤	٧	٢٢
٢٠١٠	١٣	٩	٧	١٢	٤١
٢٠١١	٩	١٠	٥	٧	٣١
٢٠١٢	١١	١٠	٧	٩	٣٧
الاجمالي	٤٨	٤٥	٣٠	٤١	١٦٤

المصدر : تم إعداده اعتمادا على وزارة الطيران المدني ، قسم أزمات النقل الجوي ، بيانات غير منشورة للفترة (٢٠١٢ - ٢٠٠٨) .

* مقابلة شخصية ، مركز الأزمات ، يوم ١٠ فبراير ٢٠١٣ .



شكل (٧٨) عدد الرحلات التي وصلت بعد موعدها نتيجة سرعة الرياح المقابلة خلال الفترة (٢٠١٢ - ٢٠٠٨)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٧١) .

ج- الرحلات التي هبطت اضطراريا نتيجة سرعة الرياح الجانبية :

اتضح من دراسة جدول (٧٢) مايلي :

- بلغ إجمالي عدد الرحلات ٥٥ رحلة منها ١٥ رحلة في عام ٢٠١٢ ، ويليها عام ٢٠٠٨ بعدد ١٣ رحلة ، ثم عام ٢٠٠٩ بعدد ١٢ رحلة ، وأخيرا عام ٢٠١١ و ٢٠١٠ بعدد ٨ رحلات .
- احتل فصلي الشتاء والخريف المرتبة الأولى بعدد ١٥ رحلة ، يليهما فصل الربيع بعدد ١٤ رحلة ، وأخيرا فصل الصيف بعدد ١٢ رحلة .

جدول (٧٢) عدد الرحلات التي هبطت اضطراريا بسبب الرياح الجانبية خلال الفترة

(٢٠١٢ - ٢٠٠٨)

السنة	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	الإجمالي
٢٠٠٨	٣	٣	٤	٣	١٣
٢٠٠٩	٢	٥	١	٤	١٢
٢٠١٠	٣	١	٢	٢	٨
٢٠١١	٢	٢	٣	١	٨
٢٠١٢	٥	٣	٢	٥	١٥
الإجمالي	١٥	١٤	١٢	١٥	٥٥

المصدر : تم إعداده اعتمادا على وزارة الطيران المدني ، قسم أزمات النقل الجوي ، بيانات غير منشورة للفترة (٢٠١٢ - ٢٠٠٨) .

الخلاصة :

- اتضح من خلال دراسة خصائص الرياح السطحية من حيث الاتجاه والسرعة وخصائص سرعة الرياح في طبقات الجو العليا سواء السنوية أو الفصلية مايلي :
- سيادة اتجاه الرياح الشمالية الغربية على مصر بصفة عامة ، حيث بلغت نسبتها ٢٥,٢ % من إجمالي اتجاه الرياح السائدة ، بينما احتل اتجاه الرياح الشمالية المرتبة الثانية بنسبة ٢٤,٤ % في مصر ، ووصلت أدناها في الرياح الجنوبية الشرقية بنسبة ٤,٥ % من إجمالي الرياح السائدة في مصر.
 - يعد الساحل الشمالي الأكثر في سرعة الرياح طوال العام ، نتيجة لموقعه الجغرافي والتأثر بالمنخفضات والكتل الهوائية بشكل مستمر .
 - تمثلت الممرات الصالحة للإقلاع والهبوط في ٩ ممرات بنسبة ٣٠ % ، وتمثلت في كل من مطارات الخارجة ، وأسوان ، وممر واحد في مرسى مطروح ، والجونة ، والغردقة ، وبرج العرب ، وأسيوط ، والعلمين ، وممر واحد في ألماتة . بينما بلغت الممرات الغير صالحة للإقلاع والهبوط حوالي ٢١ ممر بنسبة ٧٠ % من الإجمالي ، وتمثلت في مطارات أبوسمبل ، والإسكندرية ، و العريش ، و القاهرة ، والداخلية ، والجورة ، و الأقصر ، ومرسي علم ، ومبارك ، وأكتوبر ، و بورسعيد ، وسانت كاترين ، و شرم الشيخ ، وطابا ، وممر واحد في مرسى مطروح ، وألماتة .
 - غياب التخطيط عند تحديد وجهة ممرات المطارات المصرية حيث أصبحت غير ملائمة لمواصفات منظمة الإيكاو ، ونتج عن ذلك هبوب الرياح بشكل متعامد على الممرات الأرضية مما يشكل خطورة على سلامة عملية الإقلاع والهبوط.
 - زيادة طول الممرات الأرضية للمطارات وتفق سرعة الرياح السائدة .
 - زيادة سرعة الرياح في طبقات الجو العليا بالارتفاع لأعلى بشكل عام ، وفي فصل الشتاء بشكل خاص .
 - تعد سرعة الرياح الخلفية من العوامل الإيجابية لحركة الطيران ، أما سرعة الرياح المقابلة تعد من العوامل التي تقلل من سرعة الطائرة ، بينما سرعة الرياح الجانبية تشكل خطرا على سلامة الرحلة الجوية .

الفصل الخامس

تأثير بعض ظواهر الطقس الفجائية الحرجة على النقل الجوي في مصر

مقدمة .

أولاً : تأثير العواصف الرملية والترابية على النقل الجوي في مصر .

- ١- التوزيع السنوي والفصلي لعدد العواصف الرملية والترابية .
- ٢- أثر العواصف الرملية والترابية على النقل الجوي .

ثانياً : تأثير الضباب والشابورة على النقل الجوي في مصر .

- ١- المعدل السنوي والفصلي للضباب والشابورة .
- ٢- أثر الضباب والشابورة على النقل الجوي .

ثالثاً : تأثير العواصف الرعدية على النقل الجوي في مصر .

- ١- التوزيع السنوي والفصلي للعواصف الرعدية
- ٢- تأثير العواصف الرعدية على النقل الجوي " دراسة حالة ٧ يناير ٢٠١٥ " .

رابعاً : تأثير السحب على النقل الجوي في مصر .

- ١- معدل السحب في مصر منذ ١٩٩٠ م حتى ٢٠١٢ .
- ٢- تأثير السحب على النقل الجوي " دراسة حالة يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣ " .

الخلاصة .

مقدمة :

تعد ظواهر الطقس الفجائية من الظواهر الحرجة التي تؤثر على الأنشطة البشرية بعامة وعلى النقل الجوي بخاصة ، وتتمثل في كافة الظواهر التي تحدث في الطبقة المضطربة (التروبوسفير) ، وتكون دائما مصاحبة للمنخفضات الجوية وهي المسؤولة عن معظم الاضطرابات التي تمر على مصر والتغيرات الفجائية التي تحدث لسرعة الرياح ، وتكوين العواصف الرعدية و الرملية والترابية والضباب والشابورة ، والسحب ، وتؤثر على النقل الجوي من حيث خفض مستوى الرؤية الأفقية ، وصعوبة عمليات الإقلاع والهبوط ، مما يؤدي إلى تأجيل الرحلات الجوية أو استخدام المطارات البديلة في الهبوط لحين تحسن الأحوال الجوية ، وكل هذه الآثار يترتب عليها زيادة الأعباء الإقتصادية ، فسيتناول هذا الفصل بعض ظواهر الطقس الفجائية وتأثيرها على النقل الجوي .

أولا : تأثير العواصف الرملية والترابية على النقل الجوي في مصر :

تعد من أخطر الظواهر الجوية التي تؤثر على النقل الجوي في مصر ، حيث تعمل على خفض مستوى الرؤية الأفقية فتجبر الطيار على الإقلاع أو الهبوط في 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.

١- التوزيع السنوي والفصلي لعدد العواصف الرملية والترابية خلال الفترة

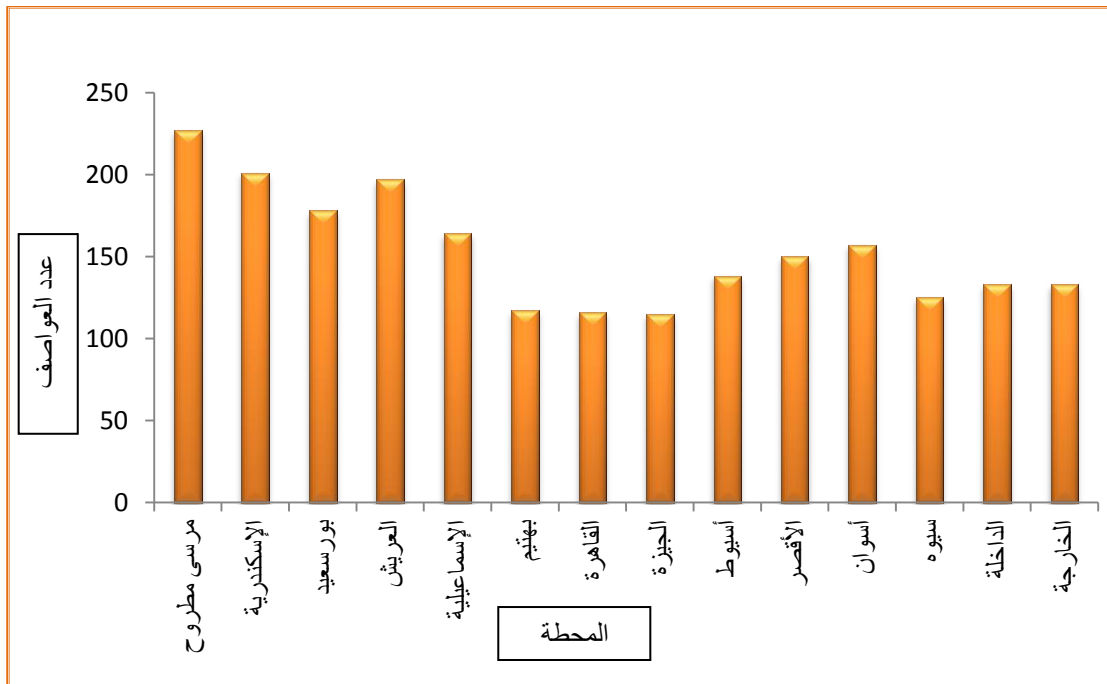
(١٩٩٠ - ٢٠١٢) :

أ- التوزيع السنوي لعدد العواصف الرملية والترابية :

تكثر العواصف الرملية والترابية في مصر وشمال إفريقيا 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 (٧٣) وشكل (٧٩) ما يلي:

- يعد الساحل الشمالي من أكثر المناطق عرضة للعواصف الرملية والترابية ، حيث بلغ أقصى عدد للعواصف في مرسى مطروح ٢٢٧ عاصفة ، ويليه الإسكندرية ٢٠١ عاصفة ، ثم العريش ١٩٧ عاصفة وتأتي في 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 التي 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 ، ويليه 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 (٧٩) المجموع السنوي لعدد العواصف الترابية والرملية على مصر

(١٩٩٠ - ٢٠١٢)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٧٣) .

جدول (٧٣) المعدل السنوي والفصلي لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الخريف (١٩٩٠-٢٠١٢)

المجموع السنوي	%	الإجمالي	الخريف			%	الإجمالي	الصيف			%	الإجمالي	الربيع			%	الإجمالي	الشتاء			الفصل المحطة
			نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر			يوليه	أغسطس	يونيه			مارس	أبريل	مايو			ديسمبر	يناير	فبراير	
٢٢٧	١٧	٣٩	٧	١١	٢١	٥	١١	٠	٠	١١	٤٣	٩٨	٢١	٣١	٤٦	٣٥	٧٩	٢٧	٢١	٣١	مرسى مطروح
٢٠١	١٧	٣٥	٦	١٠	١٩	٤	٩	٠	٠	٩	٤٤	٨٩	٢٢	٢٩	٣٨	٣٤	٦٨	٣١	٢٣	١٤	الإسكندرية
١٧٨	٢٩	٥١	٩	١٨	٢٤	٠	٠	٠	٠	٠	٤٣	٧٦	١٨	٢٦	٣٢	٢٩	٥١	١٨	٢٤	٩	بورسعيد
١٩٧	٢٩	٥٧	٧	١٩	٣١	١	١	٠	٠	١	٤٠	٧٩	١٩	٢٦	٣٤	٣٠	٦٠	٢٣	٢٦	١١	العريش
١٦٤	٣٠	٤٩	١١	١٤	٢٤	١	١	٠	٠	١	٣٩	٦٤	١٠	٢٥	٢٩	٣٠	٥٠	١٩	٢١	١٠	الإسماعيلية
١١٧	٢٨	٣٣	٥	٩	١٩	٠	٠	٠	٠	٠	٣٧	٤٣	٦	١٥	٢٢	٣٥	٤١	٢١	١٢	٨	بهنيم
١١٦	٢٨	٣٣	٥	٩	١٩	٠	٠	٠	٠	٠	٣٧	٤٣	٦	١٥	٢٢	٣٤	٤٠	٢١	١١	٨	القاهرة
١١٥	٢٨	٣٢	٤	٩	١٩	٠	٠	٠	٠	٠	٣٧	٤٣	٦	١٥	٢٢	٣٥	٤٠	٢١	١١	٨	الجيزة
١٣٨	٢٥	٣٤	٧	١١	١٦	٢	٣	٠	٠	٣	٣٦	٤٩	٩	١٣	٢٧	٣٨	٥٢	٢٥	١٥	١٢	أسيوط
١٥٠	٢٥	٣٧	٨	١١	١٨	٢	٣	٠	٠	٣	٣٤	٥١	٥	١٦	٣٠	٣٩	٥٩	٢٧	١٨	١٤	الأقصر
١٥٧	٢٥	٣٩	٧	١١	٢١	١	٢	٠	٠	٣	٣٥	٥٥	٧	١٥	٣٣	٣٩	٦١	٣٠	٢٠	١١	أسوان
١٢٥	٢٥	٣١	٣	١١	١٧	١	١	٠	٠	١	٣٨	٤٨	٦	١١	٣١	٣٦	٤٥	٢٢	١٤	٩	سيوه
١٣٣	٢٥	٣٣	٥	٧	٢١	١	١	٠	٠	١	٤٣	٥٠	٥	١٦	٢٩	٣٧	٤٩	٢٧	٩	١٣	الداخلية
١٣٣	٢٥	٣٣	٥	٧	٢١	١	١	٠	٠	١	٤٤	٥٠	٥	١٦	٢٩	٣٧	٤٩	٢٧	٩	١٣	الخارجية

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

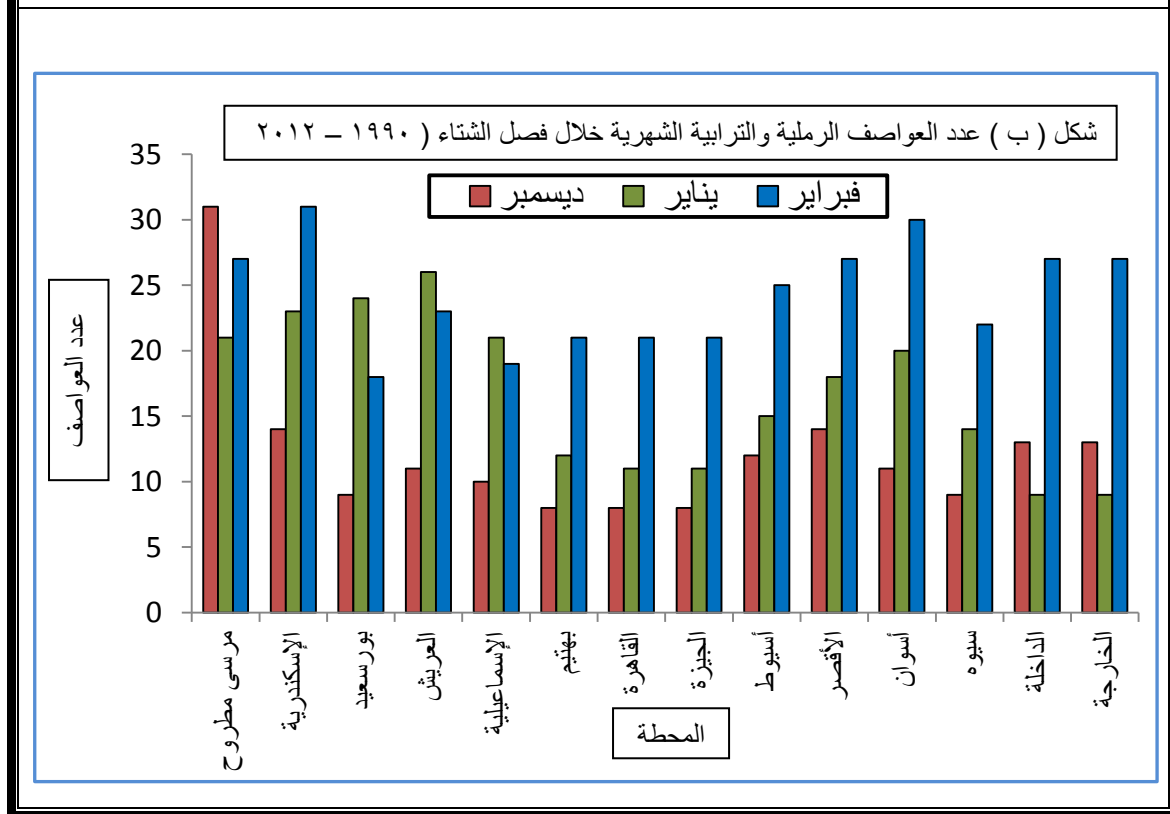
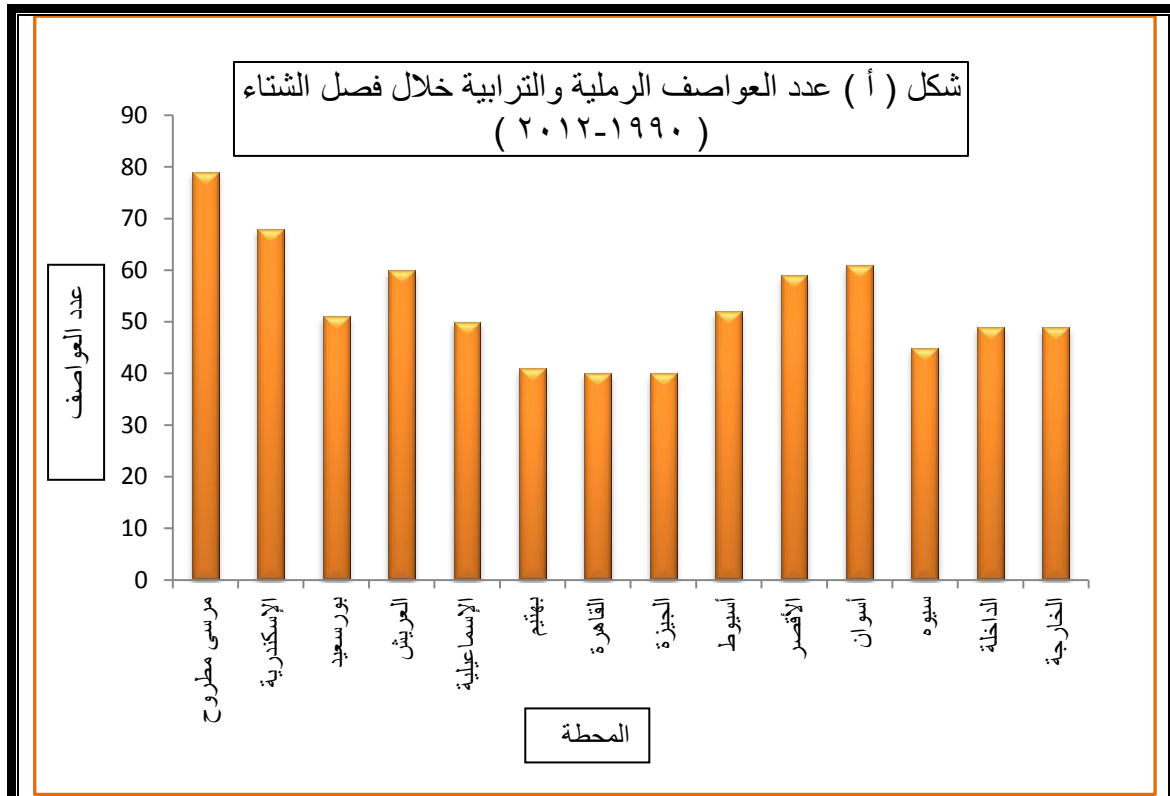
ب- التوزيع الفصلي لعدد العواصف الرملية والترابية :

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 (٧٣) وشكل (٨٠- 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 بعدد ٦١ ، 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 (٨٠-أ،ب) المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الشتاء (١٩٩٠-٢٠١٢)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٧٣) .

٢- فصل الربيع (مارس ، إبريل ، مايو) :

يحتل فصل الربيع المرتبة الأولى في 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 ٢٥° - ٣٠° شمالا (إيملي حمادة: ٢٠٠٨ ، ص ١٠٤) ، اتضح من تحليل جدول (٧٣) وشكل (٨١ - أ ، ب) مايلي:

- بلغ أقصى زيادة في الساحل الشمالي في عدد العواصف الرملية والترابية حيث سجلت مرسى مطروح ٩٨ عاصفة ، وأقل عدد في 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 (٧٣) وشكل (٨٢ - أ ، ب) مايلي :

- بلغ أقصى تكرار للعواصف الرملية والترابية في مرسى مطروح بعدد ١١ عاصفة ، ويليه 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 .

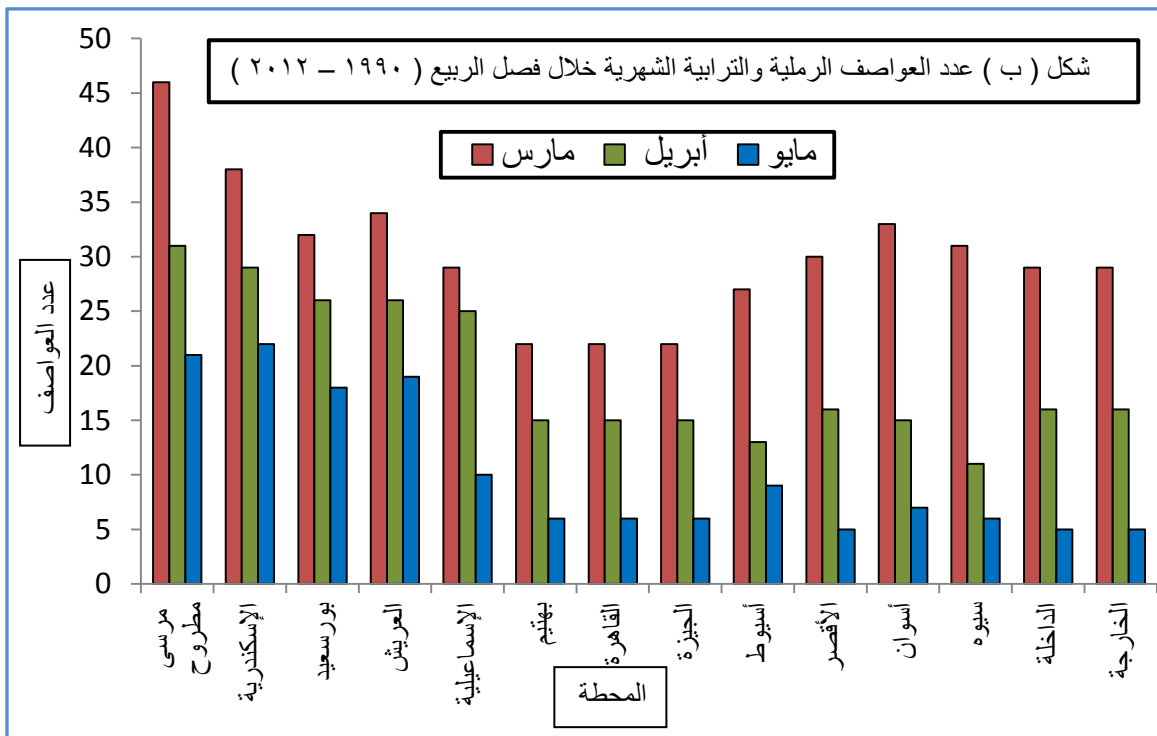
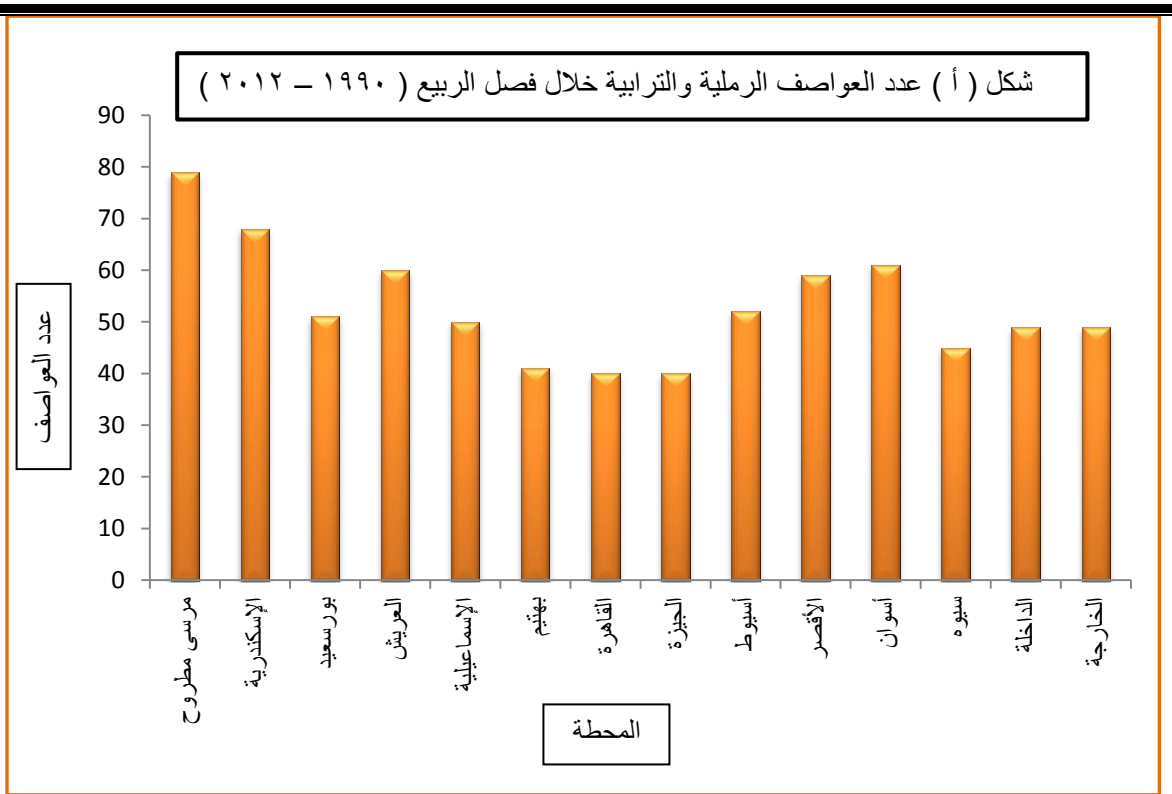
٤- فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) :

يأتي فصل الخريف في المرتبة الثالثة بعد الربيع والشتاء في تكرار عدد العواصف الرملية والترابية ، نظرا لأنه الأكثر استقرارا بعد الصيف ، وتحليل جدول (٧٣) وشكل (٨٣ - أ ، ب) يتضح مايلي :

- زيادة تكرار العواصف الرملية والترابية على الساحل الشمالي حيث تبلغ ٥٧ عاصفة في العريش و ٥١ عاصفة في بورسعيد و ٤٩ عاصفة في 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 بالاتجاه غربا ، لتسجل ٣٥ عاصفة في الإسكندرية ، و ٣٩ عاصفة في مرسى مطروح ، بسبب ضعف التيار غربا .

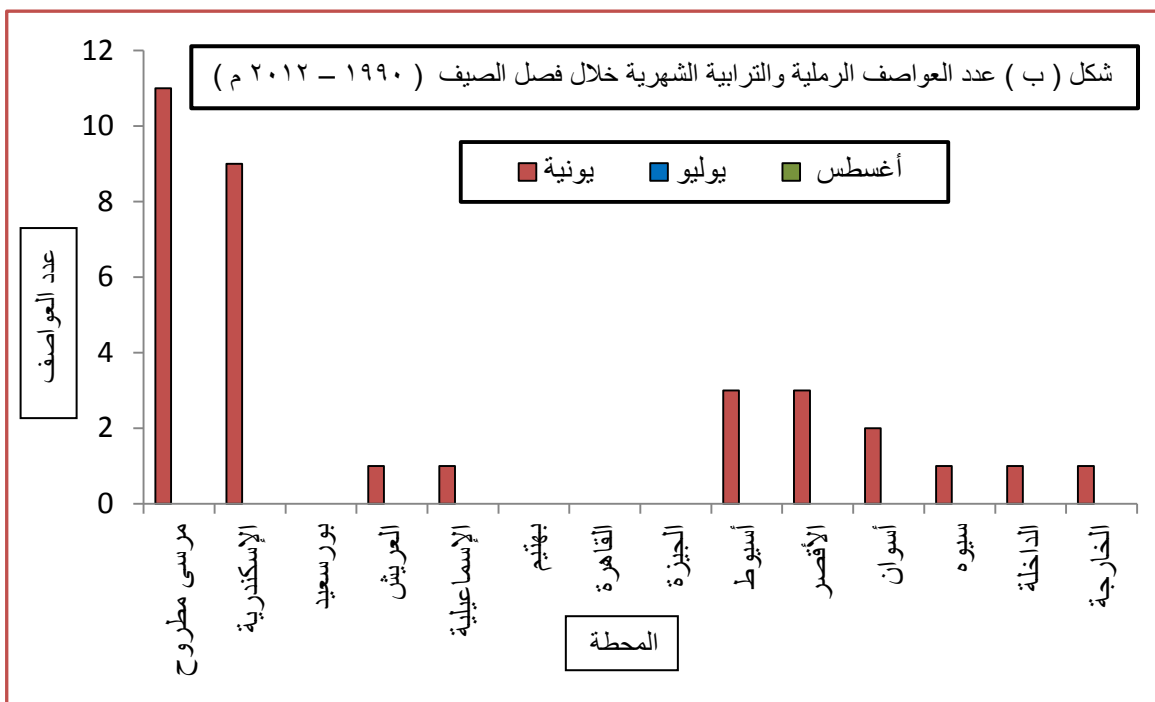
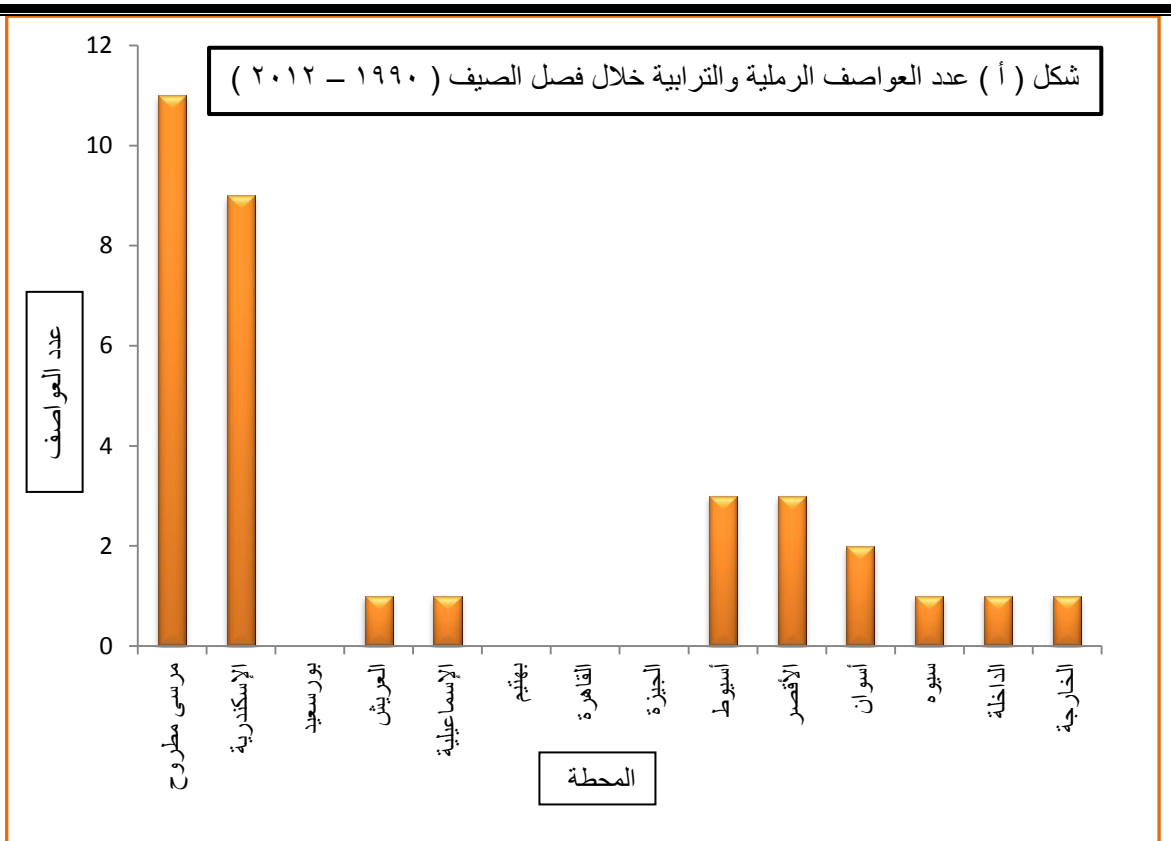
- يقل عدد العواصف بالاتجاه جنوبا ، نظرا لعدم تعمق المنخفضات الشمالية ، لتسجل في كل من القاهرة وبهتيم والداخلية والخارجة ٣٣ عاصفة ، وتزداد نوعا ما في محطتي الأقصر وأسوان لتصل ٣٧ و ٣٩ عاصفة على الترتيب ، نتيجة القرب من المنخفض السوداني الذي يساعد على زيادة سرعة الرياح وإثارة الرمال والأتربة .

- يعد شهر سبتمبر أكثر شهور فصل الخريف تكرار للعواصف الرملية والترابية ، وتبلغ أقصى زيادة في العريش ٣١ عاصفة ، ويعزى ذلك إلى انهيار توزيعات الضغط الجوي شبه الثابتة 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 (عبدالرحمن العقادي : ٢٠٠٣ ، ص ٩) .



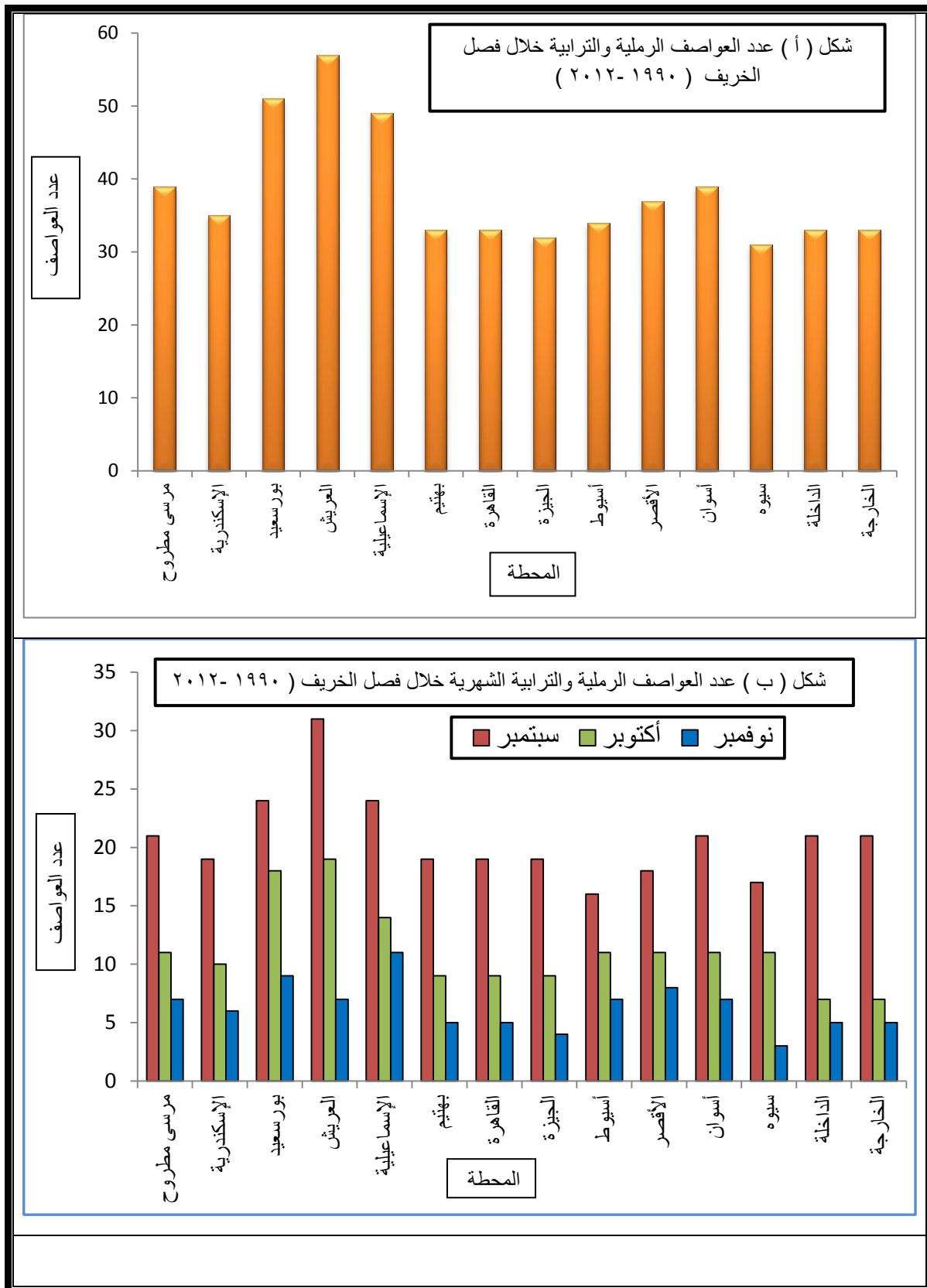
شكل (٨١ - أ ، ب) المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الربيع (١٩٩٠ - ٢٠١٢)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٧٣)



شكل (٨٢ - أ ، ب) المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الصيف (١٩٩٠ - ٢٠١٢)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٧٣) .



شكل (٨٣ - أ ، ب) المجموع الفصلي والشهري لعدد العواصف الرملية والترابية خلال فصل الخريف (١٩٩٠ - ٢٠١٢)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٧٣) .

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 (٧٤) وشكل (٨٤) وشكل (٨٥) مايلي :

- بلغ إجمالي الخسائر المادية بسبب تحويل الرحلات الجوية الناتجة عن العواصف الرملية والترابية منذ عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠١٢ حوالي ١٥٩٧٦٥٠٠ جنيه ، بإجمالي عدد عواصف ٢٦٨ عاصفة و ٣٥٨٥ 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 و ٢٠٠٠ 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 وصلت ٥٧١٠٠٠ جنيه ، وبلغ عدد العواصف في هذا العام ١٠ عواصف ، كما بلغ عدد الرحلات المحولة ١٣٨ رحلة مقارنة بعام ١٩٩٠ ، حيث بلغت ١٠ عواصف وعدد الرحلات المحولة ١٤٧ رحلة ، ويعود ذلك إلى الاهتمام بأثر العواصف الرملية ومحاوله 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 % .

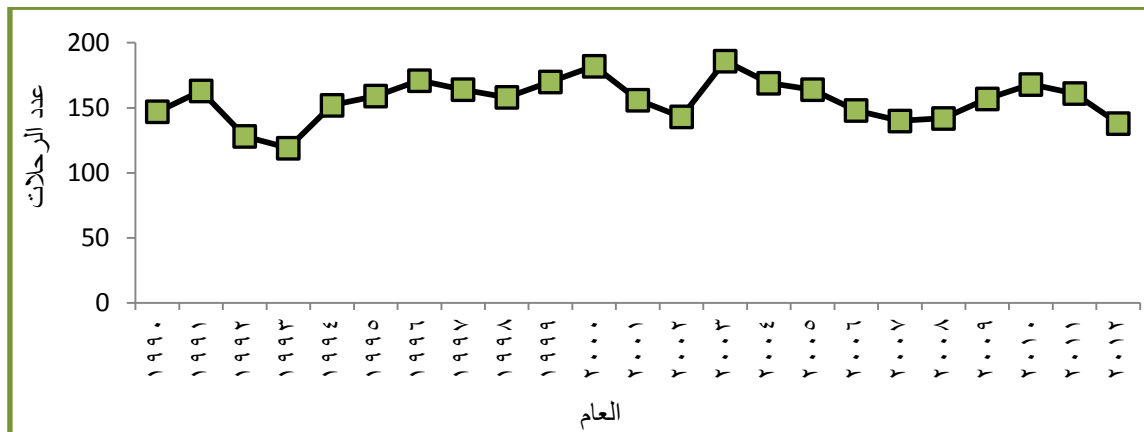
* مقابلة شخصية مع مدير مركز الأزمات بالشركة المصرية للمطارات ، يوم ٦ / أغسطس / ٢٠١٣ .

- جدول (٧٤) عدد الرحلات الجوية المحولة نتيجة للعواصف الرملية والترابية على

مصر وخسائرها الإقتصادية منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢

السنة	إجمالي العواصف	عدد الرحلات المحولة	الخسائر المادية بالجنيه
١٩٩٠	١٠	١٤٧	٦٦٠٥٠٠
١٩٩١	١٢	١٦٣	٧٣٣٥٠٠
١٩٩٢	٩	١٢٨	٥٧٦٠٠٠
١٩٩٣	٩	١١٩	٥٣٥٥٠٠
١٩٩٤	١١	١٥٢	٦٨٤٠٠٠
١٩٩٥	١٢	١٥٩	٧١٥٥٠٠
١٩٩٦	١٣	١٧١	٧٦٩٥٠٠
١٩٩٧	١٣	١٦٤	٧٣٨٠٠٠
١٩٩٨	١٢	١٥٨	٧١١٠٠٠
١٩٩٩	١٣	١٧٠	٧٦٥٠٠٠
٢٠٠٠	١٤	١٨٢	٧٩٤٠٠٠
٢٠٠١	١٢	١٥٦	٧٠٢٠٠٠
٢٠٠٢	١٠	١٤٣	٦٣٣٥٠٠
٢٠٠٣	١٤	١٨٦	٨٣٧٠٠٠
٢٠٠٤	١٣	١٦٩	٧٦٠٥٠٠
٢٠٠٥	١٣	١٦٤	٧٣٨٠٠٠
٢٠٠٦	١١	١٤٨	٦١٦٠٠٠
٢٠٠٧	١٠	١٤٠	٦٣٠٠٠٠
٢٠٠٨	١٠	١٤٢	٦٣٩٠٠٠
٢٠٠٩	١٢	١٥٧	٧٠٦٥٠٠
٢٠١٠	١٣	١٦٨	٧٥٦٠٠٠
٢٠١١	١٢	١٦١	٧٠٤٥٠٠
٢٠١٢	١٠	١٣٨	٥٧١٠٠٠
الإجمالي	٢٦٨	٣٥٨٥	١٥٩٧٦٥٠٠
المتوسط	١١,٧	١٥٥,٩	٦٩٤٦٣٠,٤

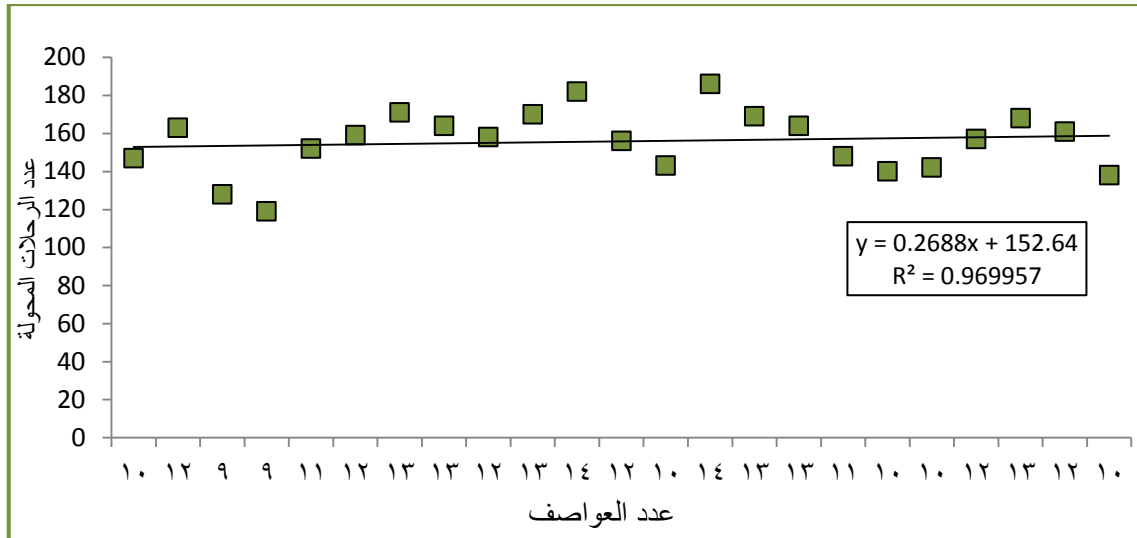
المصدر : وزارة الطيران المدني ، الشركة القابضة للمطارات ، الإدارة العامة للأزمات ، الإدارة العامة للإيرادات ، بيانات غير منشورة .



شكل (٨٤) عدد الرحلات الجوية المحولة نتيجة للعواصف الرملية والترابية على مصر

منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٧٤)



شكل (٨٥) العلاقة بين عدد العواصف وعدد الرحلات المحولة (١٩٩٠ - ٢٠١٢)

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٧٤) .

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

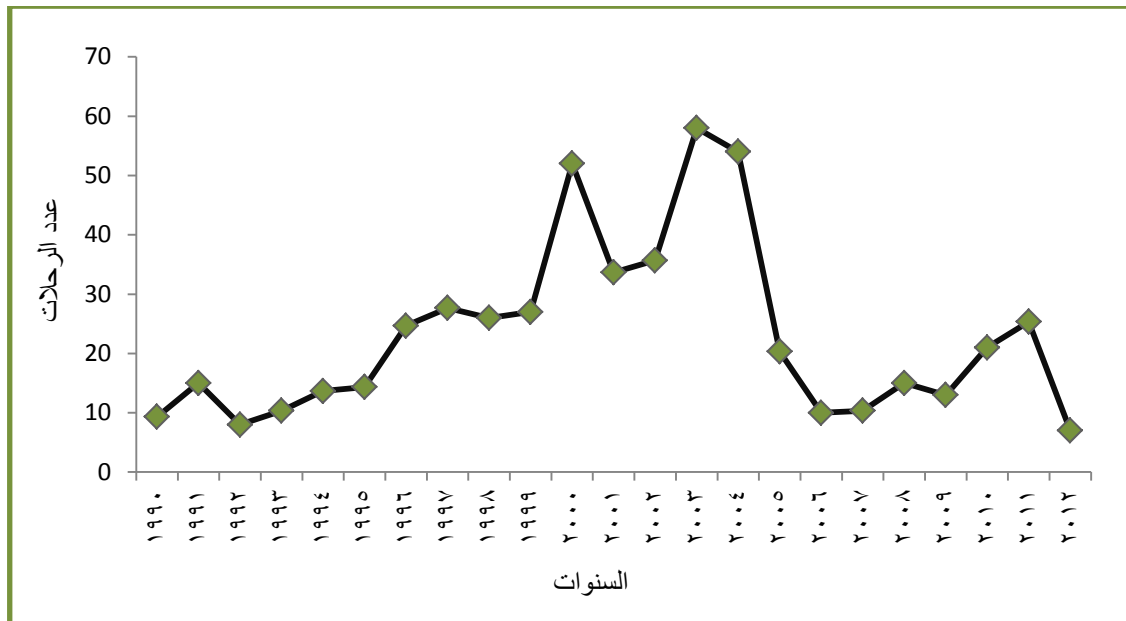
تعمل العواصف الرملية والترابية القوية التي يقل معها مستوى الرؤية الأفقية دون ١٠٠٠ م على إغلاق المطار وتحويل رحلاته ، وخاصة في وقت ذروة العاصفة لحين تحسن مستوى الرؤية الأفقية وهذا يمثل عبئاً إضافياً على شركات الطيران فوجد من تحليل جدول (٧٥) وشكلي (٨٦ ، ٨٧) الآتي :

- بلغ إجمالي عدد الرحلات التي تم تأجيلها بسبب العواصف الرملية والترابية منذ عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠١٢ حوالي ٥٣٧ رحلة بمتوسط ٢٣,٣ رحلة سنوياً بإجمالي عدد العواصف ٢٦٨ عاصفة بخسائر بلغت ٨٠٥,٠٠٠ جنيه بمتوسط ٣٥٠٠٠ جنيه سنوياً .
- 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 ١٤ عاصفة بخسائر مالية بلغت ٨٧ ألف جنيه ، نظراً 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 (٧٥) عدد الرحلات الجوية المؤجلة وخسائرها الإقتصادية نتيجة للعواصف الرملية والترابية على مصر منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢

السنة	عدد العواصف	عدد الرحلات المؤجلة	الخسائر المادية بالجنيه
١٩٩٠	١٠	٩	١٤٠٠٠
١٩٩١	١٢	١٥	٢٢٥٠٠
١٩٩٢	٩	٨	١٢٠٠٠
١٩٩٣	٩	١٠	١٥٥٠٠
١٩٩٤	١١	١٤	٢٠٥٠٠
١٩٩٥	١٢	١٤	٢١٥٠٠
١٩٩٦	١٣	٢٥	٣٧٠٠٠
١٩٩٧	١٣	٢٨	٤١٥٠٠
١٩٩٨	١٢	٢٦	٣٩٠٠٠
١٩٩٩	١٣	٢٧	٤٠٥٠٠
٢٠٠٠	١٤	٥٢	٧٨٠٠٠
٢٠٠١	١٢	٣٤	٥٠٥٠٠
٢٠٠٢	١٠	٣٦	٥٣٥٠٠
٢٠٠٣	١٤	٥٨	٨٧٠٠٠
٢٠٠٤	١٣	٥٤	٨١٠٠٠
٢٠٠٥	١٣	٢٠	٣٠٥٠٠
٢٠٠٦	١١	١٠	١٥٠٠٠
٢٠٠٧	١٠	١٠	١٥٥٠٠
٢٠٠٨	١٠	١٥	٢٢٥٠٠
٢٠٠٩	١٢	١٣	١٩٥٠٠
٢٠١٠	١٣	٢١	٣١٥٠٠
٢٠١١	١٢	٢٥	٣٨٠٠٠
٢٠١٢	١٠	٧	١٣٥٠٠
الإجمالي	٢٦٨	٥٣٧	٨٠٥٠٠٠
المتوسط	١١,٧	٢٣,٣	٣٥٠٠٠

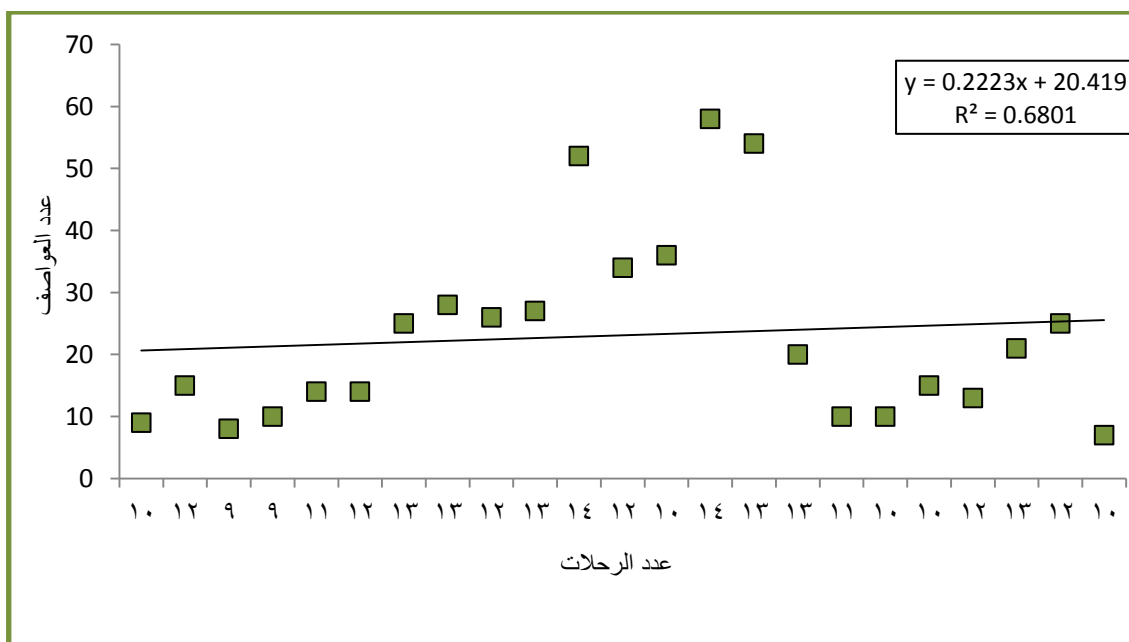
المصدر : وزارة الطيران المدني ، الإدارة العامة للأزمات ، الإدارة العامة للإيرادات ، بيانات غير منشورة .



شكل (٨٦) عدد الرحلات الجوية المؤجلة نتيجة للعواصف الرملية والترابية على مصر

منذ ١٩٩٠ - ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٧٥) .



شكل (٨٧) العلاقة بين عدد العواصف الرملية والترابية وعدد الرحلات المؤجلة

(٢٠١٢ - ١٩٩٠)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٧٥) .

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

العاصفة الرملية يوم ٢٥ مارس ٢٠١٣ :

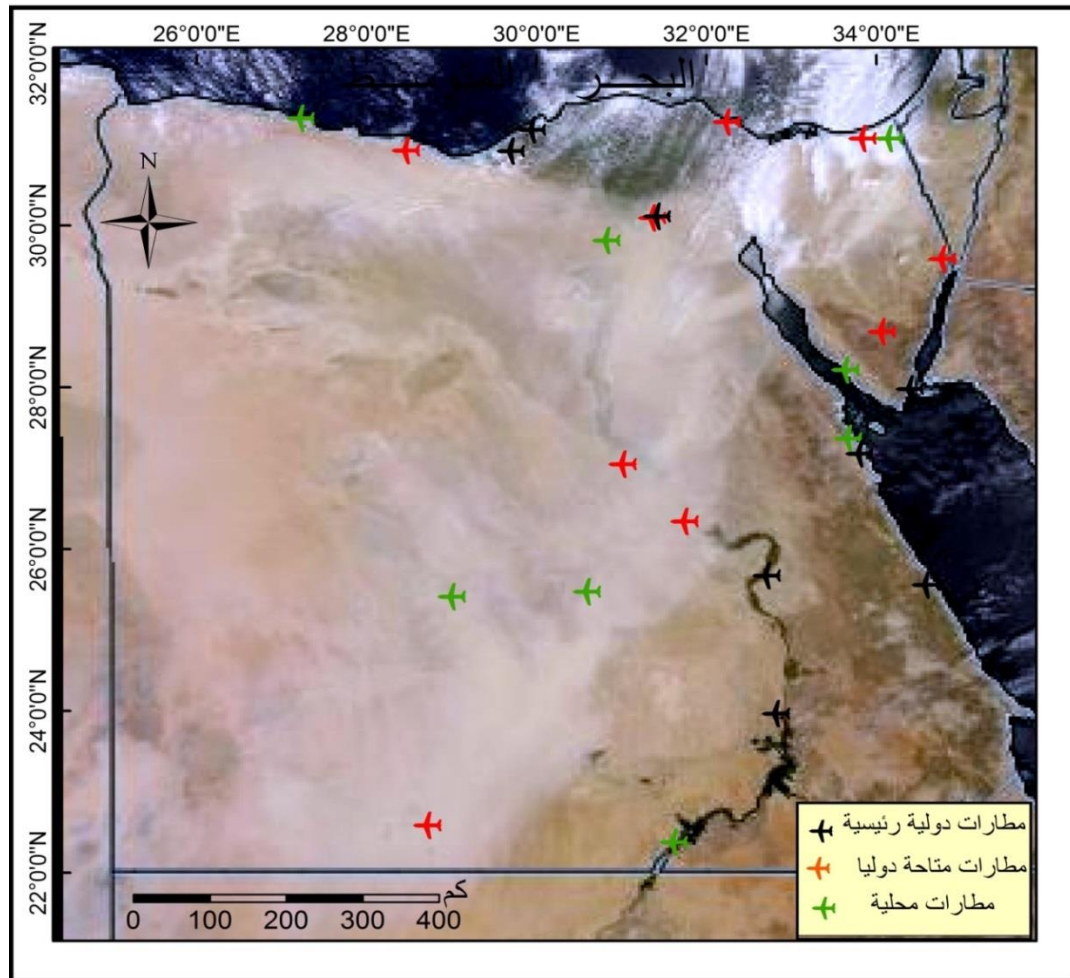
اتضح من مرئية (٢) وجدول (٧٦) ما يلي :

- 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 أدى 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 ، والماسة ، وأسيوط ، والعلمين ، ومبارك ، وبورسعيد ، ومرسى مطروح ، والداخلية ، 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 بسبب 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 ، يليه 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 (٧٦) 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
ألماسة	صفر	صفر	صفر
أسيوط	١	٧٠٣٠٠	١
العلمين	١	٥١٠٠٠	صفر
مبارك	١	٩٠١٥٠	صفر
بورسعيد	صفر	صفر	صفر
مرسى مطروح	صفر	صفر	١
الداخلية	صفر	صفر	١
الخارجية	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 (٢) مرئية فضائية موديس Modis لعاصفة رملية وترابية يوم ٢٥ مارس ٢٠١٣

المصدر : المستشعر موديس Modis يوم ٢٥ مارس .

ثانيا : تأثير الضباب والشابورة على النقل الجوي في مصر :

تشكل الظواهر المائية (الضباب والشابورة) أهمية كبيرة بالنسبة للنقل الجوي ، لأنهما يؤثران على مستوى الرؤية الأفقية التي تحدد موعد الإقلاع والهبوط للطائرات ، ووجد أن خطر الضباب الأكبر عندما يتحول فيها الطيار من الاعتماد على الأجهزة وقراءات العدادات الموجودة أمامه إلى الرؤية المجردة بالعين في مرحلة الهبوط تحديداً ، وهي تحتاج إلى قدرات خاصة بسبب تعرض الطيار لاحتمالات الخداع البصري (فاروق عز الدين : ٢٠٠٥ ، ص ٦٥٨) ، ووجد أن الطائرات لا تستطيع الإقلاع أو الهبوط إذا قل مستوى الرؤية الأفقية دون ١٠٠٠ م ، وذلك حتى يتمكن الطيار على وجه الدقة من معرفة مدى الرؤية على الممر المستخدم في الإقلاع والهبوط (محمد العاملي : ١٩٦٥ ، ص ٦٢) ، وفيما يلي معدل الضباب والشابورة السنوي والفصلي وتأثيرهما على النقل الجوي .

١- المعدل السنوي والفصلي للضباب والشابورة على مصر :

أ- المعدل السنوي للضباب والشابورة :

يعد الضباب والشابورة من الظواهر المألوفة في مصر ، ويتركز الضباب على الساحل الشمالي والحد الأدنى في منطقة مصر الوسطى حتى دائرة عرض ٢٨ درجة شمالاً (يوسف فايد وآخرون : ١٩٩٤ ، ص ٣١٣) ، ومن تحليل جدول (٧٧) وشكل (٨٨ - أ ، ب) تبين أن :

- زيادة معدلات الضباب على الساحل الشمالي والدلتا المصرية ليتراوح بين ٠,٣ إلى ٢٣,٧ يوم ، وسجل أقصى معدل في الإسكندرية ٢٢,٥ يوم ، ثم العريش بمعدل ٧ يوم ، ومرسى مطروح بمعدل ٦,٣ يوم ، وبورسعيد بمعدل ٠,٣ يوم ، نتيجة لتأثر الساحل بالجبهات الباردة المصاحبة للمنخفضات الجوية (يوسف فايد : ١٩٩٤ ، ص ٣١٦) .

- زيادة معدل الضباب في الدلتا وجنوبها ، حيث سجل أقصاه في بهتيم ٢٣,٧ يوم ثم القاهرة بمعدل ٢٠,٨ يوم ثم الجيزة بمعدل ٨,٦ يوم ، ومرد ذلك إلى الإشعاع المرتد من سطح اليابس مع انخفاض سرعة الرياح ، وتوفر بخار الماء ، مما يساعد على تكون الضباب .

- زيادة معدلات الشابورة على الساحل الشمالي والدلتا لتتراوح بين ٨,٥ إلى ٩٢,٦ يوم ، حيث سجلت أقصى معدل على الساحل الشمالي في العريش بمعدل ٤٩,١ يوم ، ومرد ذلك إلى انخفاض الضغط الجوي شرقاً وقلة سرعة الرياح ، ثم الإسكندرية بمعدل ٢٢,٥ يوم ، ثم مرسى مطروح بمعدل ٢١,١ يوم ، وينخفض معدلها في بورسعيد ليسجل ٨,٥ يوم ،

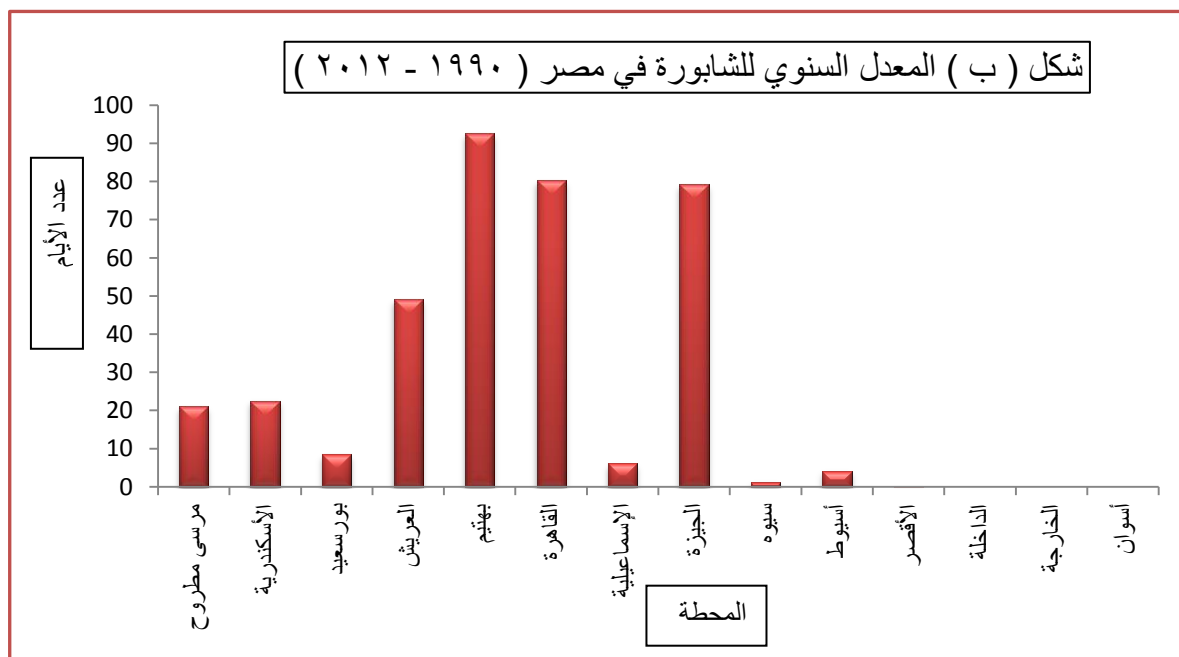
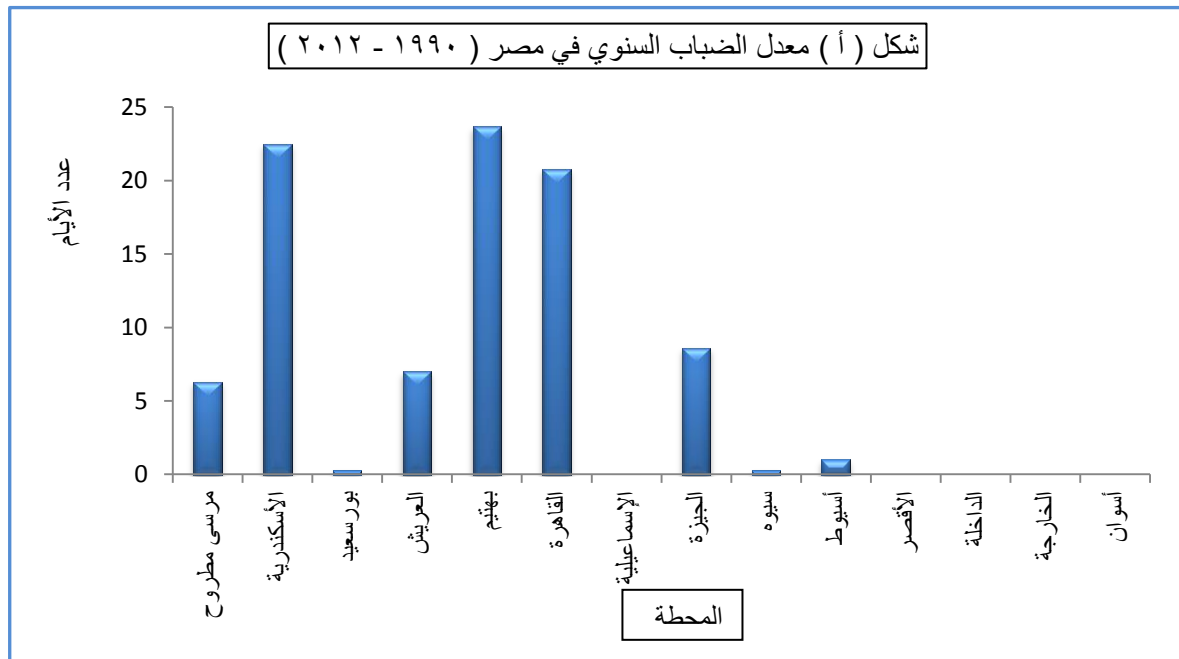
ويعزى ذلك إلى إحاطة محافظة بورسعيد بالمسطحات المائية ، بينما تزداد الشابورة على الدلتا حيث سجلت في بهتيم ٩٢,٦ يوم وفي القاهرة ٨٠,٢ يوم والجيزة ٧٩,٢ يوم نتيجة إلى انتشار الغطاء النباتي.

- انخفاض معدلات الضباب على مدن الوادي ، والصحراء الغربية ، والسويس حيث يتراوح بين صفر إلى يوم واحد حيث سجلت أسيوط أقصى زيادة بمعدل يوم واحد ، ثم سيوه بمعدل ٠,٣ يوم ، أما في بقية المحطات لم يتم تسجيل للضباب ، نتيجة البعد عن تأثير المنخفضات الجوية وانخفاض الرطوبة النسبية .

- انخفاض معدلات الشابورة بالاتجاه جنوبا والصحراء الغربية والسويس حيث تراوح بين صفر إلى ٦,١ يوم ، بينما بلغ معدل الشابورة في الإسماعيلية ٦,١ يوم ، ويعزى ذلك إلى تأثير المنطقة بالمنخفضات بأنواعها ، وكلما بعدنا عن المؤثرات الساحلية تنخفض معدلات الشابورة لتسجل في أسيوط ٤,١ يوم و ٠,٢ في الأقصر ، وتندعم في أسوان والداخلية والخارجة ، وتزداد في سيوه حيث سجلت ١,٣ يوم ، نظرا إلى قربها من المؤثرات الساحلية. جدول (٧٧) المعدل السنوي للضباب والشابورة في مصر منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢

المحطة	الضباب	الشابورة
مرسى مطروح	٦,٣	٢١,١
الإسكندرية	٢٢,٥	٢٢,٥
بورسعيد	٠,٣	٨,٥
العريش	٧	٤٩,١
بهتيم	٢٣,٧	٩٢,٦
القاهرة	٢٠,٨	٨٠,٢
الإسماعيلية	صفر	٦,١
الجيزة	٨,٦	٧٩,٢
سيوه	٠,٣	١,٣
أسيوط	١	٤,١
الأقصر	صفر	٠,٢
الداخلية	صفر	صفر
الخارجة	صفر	صفر
أسوان	صفر	صفر
المعدل	٦,٥	٢٦,١

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



شكل (٨٨) المعدل السنوي للضباب والشبابورة في مصر منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٧٧) .

ب- المعدل الفصلي للضباب والشابورة :

١- معدل الضباب والشابورة في فصل الشتاء (ديسمبر ، يناير ، فبراير) :

زيادة معدل الضباب والشابورة خلال فصل الشتاء ، نتيجة إلى ارتفاع درجات الحرارة بعد مرور المنخفضات الجوية الباردة ، وتبين من تحليل جدول (٧٨) وشكل (٨٩-أ ، ب) ما يلي :

- ازدياد معدلات الضباب على الساحل الشمالي والدلتا فتراوح بين ٠,١ - ٣ يوم ، وبلغت أقصى زيادة في الإسكندرية بمعدل ٣ يوم ، نظرا لتأثرها بالمنخفضات الجوية المتوسطية ، وسجل معدل الضباب على بهتيم ٢ يوم ، والقاهرة ١,٤ يوم ، والجيزة ١,٢ يوم ، ويعزى ذلك إلى وصول الهواء البارد المرافق للمنخفضات الجوية وارتفاع درجة الحرارة الصغرى ليلا ويصاحب ذلك هدوء الرياح .

- زيادة معدل الشابورة على الساحل الشمالي والدلتا المصرية حيث تراوح بين ٠,٤ - ٧,٦ يوم ، وسجل الساحل الشمالي أقصى معدل في العريش ٤,٣ يوم ، ثم الإسكندرية ٢,٨ يوم ، وبورسعيد ٠,٩ يوم ، ومرسى مطروح ٠,٤ يوم ، وتزداد الشابورة على الدلتا وجنوبها حيث بلغت ٧,٦ يوم في الجيزة و ٦ يوم في بهتيم و ٤,٧ يوم في القاهرة ، نتيجة مرور الجبهة الرطبة المرافقة للمنخفض الجوي على سطح الدلتا البارد في الشتاء (طارق زكريا : ١٩٩٧ ، ص ٢٦٦) .

- انخفاض معدل الضباب بالاتجاه جنوبا على الوادي والصحراء الغربية والسويس ليتراوح بين صفر - ٠,٣ يوم ، حيث بلغ في أسيوط ٠,٣ يوم ، وانعدم على الإسماعيلية نتيجة لسرعة الرياح ، وكذلك في محطات سيوه ، والأقصر ، والداخلية ، والخارجة ، وأسوان نتيجة البعد عن تأثير المنخفضات الساحلية .

- انخفاض معدل الشابورة بالاتجاه جنوبا على مدن الوادي ، والصحراء الغربية ، والسويس ، حيث تراوح بين صفر - ٠,٩ يوم ، حيث بلغ أقصى زيادة في الإسماعيلية ٠,٩ يوم لقربها من المؤثرات الشمالية ولكن بشكل ضعيف ، ثم أسيوط ٠,٦ يوم ، وسيوه ٠,١ يوم ، وتنعدم في الأقصر وأسوان والداخلية والخارجة ، ويرجع ذلك إلى عدم تعمق المنخفضات الجوية .

٢- معدل الضباب والشابورة في فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) :

انخفاض معدل الضباب والشابورة خلال فصل الربيع ، ومرد ذلك إلى نشاط الرياح الحارة الجافة المحملة بقدر كبير من الرمال والأتربة ، وتؤثر على انخفاض الرطوبة الجوية ورفع درجات الحرارة ، وطردها الهواء الرطب المحيط بالمحاصيل الزراعية الناتج عن توالي عمليات الري ، مما يقلل من حالات تكاثف بخار الماء (ياسر السيد : ٢٠٠٥ ، ص ٩٦) ، واتضح من تحليل جدول (٧٩) وشكل (٩٠- أ ، ب) الآتي :

- تراوح معدل الضباب على الساحل الشمالي والدلتا بين ٠,١ - ١,٧ يوم ، وبلغ أقصى زيادة في الساحل الشمالي في الإسكندرية ١,٧ يوم ويليها كل من مرسى مطروح ، والعريش ٠,٨ يوم ، نظرا للقرب من منخفضات جنوب أوروبا ، وينعدم الضباب في بورسعيد نتيجة لموقعها الجغرافي ، ويقل على الدلتا وجنوبها حيث سجل في بهتيم والقاهرة يوم واحد ، وسجل في الجيزة ٠,١ يوم .
- زيادة معدل الشابورة على الساحل الشمالي والدلتا المصرية ليتراوح بين ٠,٥ - ٥,٣ يوم ، حيث بلغ على الساحل الشمالي ٤ يوم في العريش ، و ٢,١ يوم في الإسكندرية ، و ١,٧ يوم في مرسى مطروح ، و ٠,٥ يوم في بورسعيد ، وبلغ على جنوب الدلتا ٥,٣ يوم في بهتيم و ٤,٢ يوم في القاهرة و ٢,٢ يوم في الجيزة ، ومرد ذلك إلى عامل البحر .
- انعدام وجود الضباب على الوادي ، والصحراء الغربية ، والسويس ، نتيجة البعد عن المؤثرات الساحلية وزيادة معدل سرعة الرياح .
- انخفاض معدل الشابورة على الوادي ، والصحراء الغربية ، والسويس حيث سجل ٠,٢ يوم في الإسماعيلية و ٠,١ يوم في سيوه وأسيوط ، وتنعدم في كل من الأقصر والداخلة والخارجة وأسوان .

جدول (٧٨) معدل الضباب والشابورة خلال فصل الشتاء منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ م

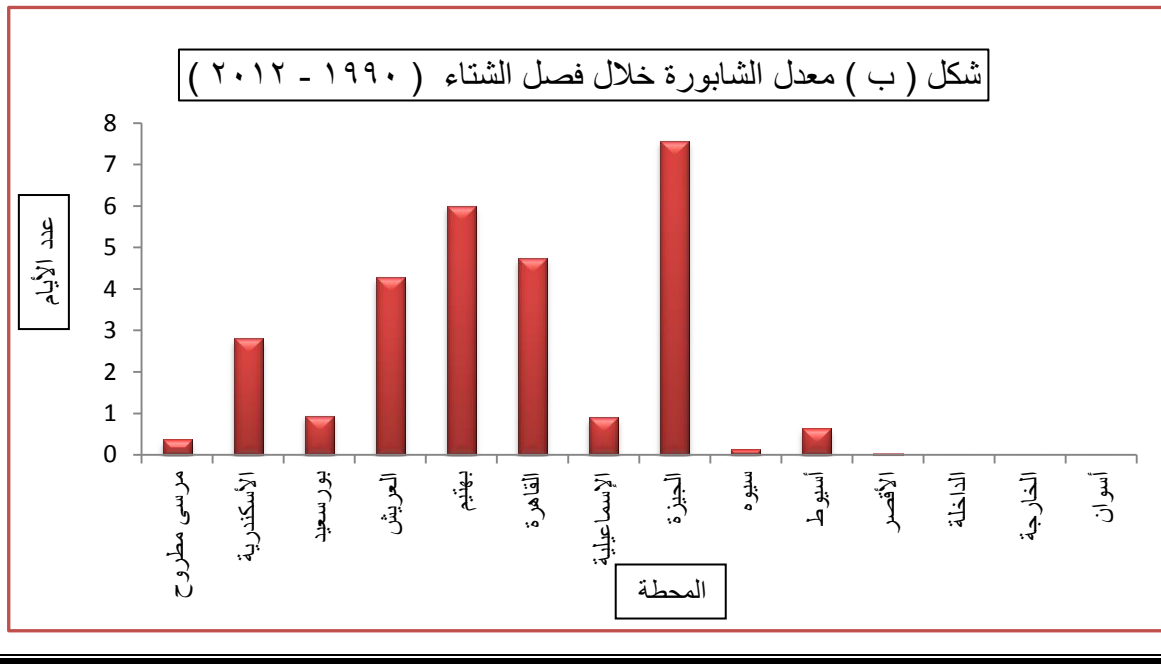
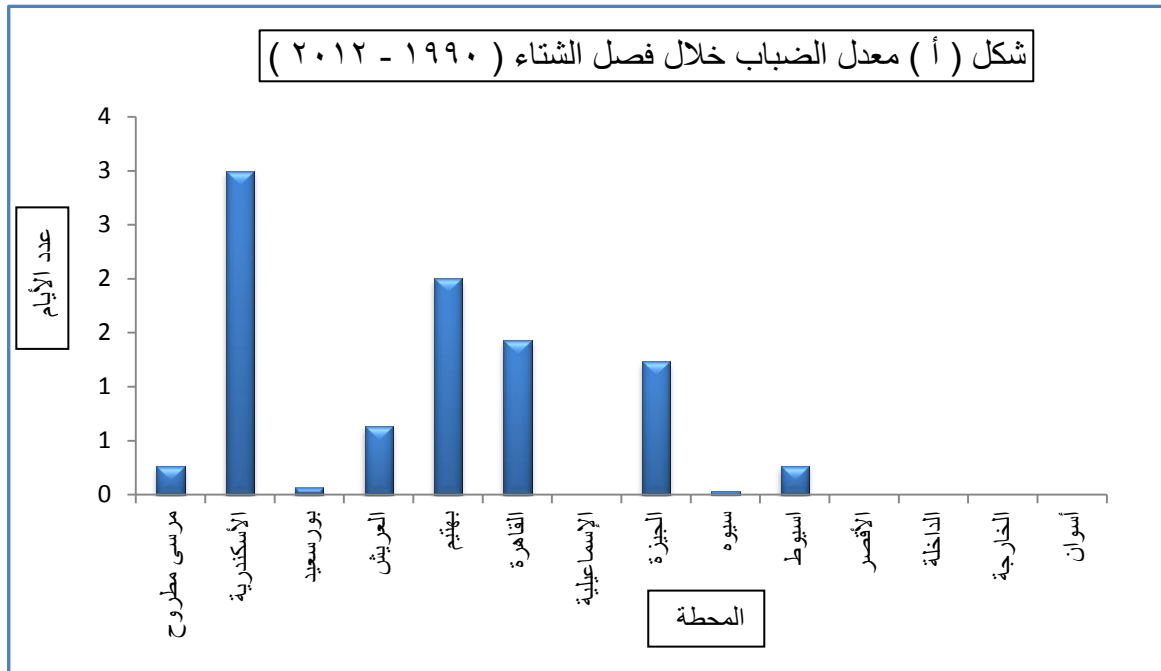
المحطة	ديسمبر		يناير		فبراير		المتوسط الفصلي	
	الضباب	الشابورة	الضباب	الشابورة	الضباب	الشابورة	الضباب	الشابورة
مرسى مطروح	٠,٦	٠,٤	٠,١	٠,٢	٠,١	٠,٥	٠,٣	٠,٤
الإسكندرية	٤	٢,٩	٣	٢,٩	٢	٢,٦	٣	٢,٨
بورسعيد	صفر	١,٤	٠,١	١,١	٠,١	٠,٣	٠,١	٠,٩
العريش	٠,١	٥	٠,٩	٤,٢	٠,٩	٣,٦	٠,٦	٤,٣
بهتيم	١,٩	٧	٢,٦	٦,٢	١,٥	٤,٨	٢	٦
القاهرة	١,٩	٤,٢	١,٣	٥,١	١,١	٤,٩	١,٤	٤,٧
الإسماعيلية	صفر	٠,٩	صفر	٠,٦	صفر	١,٢	صفر	٠,٩
الجيزة	١,٧	٨	١,٣	٨,٧	٠,٧	٦	١,٢	٧,٦
سيوه	٠,١	٠,١	صفر	٠,١	صفر	٠,٢	صفر	٠,١
أسيوط	٠,٥	١	٠,١	٠,٦	٠,٢	٠,٣	٠,٣	٠,٦
الأقصر	صفر	٠,١	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
الداخلية	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
الخارجية	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
أسوان	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
المعدل	٠,٦	٠,٤	٠,١	٠,٢	٠,١	٠,٥	٠,٦	٢

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

جدول (٧٩) معدل الضباب والشابورة خلال فصل الربيع منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ م

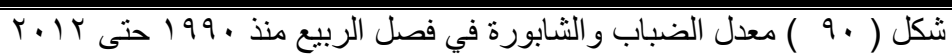
المحطة	مارس		أبريل		مايو		المتوسط الفصلي	
	الضباب	الشابورة	الضباب	الشابورة	الضباب	الشابورة	الضباب	الشابورة
مرسى مطروح	٠,٣	١,٧	٠,٩	١,٢	١,٣	٢,١	٠,٨	١,٧
الإسكندرية	١,٤	١,٤	١,٩	٢,١	١,٨	٢,٩	١,٧	٢,١
بورسعيد	صفر	٠,٤	صفر	٠,٩	صفر	٠,٣	صفر	٠,٥
العريش	٠,٧	٤,١	٠,٩	٤,٣	٠,٨	٣,٦	٠,٨	٤,٠
بهتيم	١,١	٤,١	١	٤,٨	٠,٩	٧	١,٠	٥,٣
القاهرة	٠,٨	٤	١,٤	٣,٥	٠,٨	٥	١,٠	٤,٢
الإسماعيلية	٠	٠,٢	صفر	صفر	صفر	٠,٤	صفر	٠,٢
الجيزة	٠,١	٣,٥	٠,١	٢	صفر	١,٢	٠,١	٢,٢
سيوه	صفر	٠,١	صفر	صفر	صفر	٠,١	صفر	٠,١
أسيوط	صفر	٠,١	صفر	٠,١	صفر	٠,٢	صفر	٠,١
الأقصر	صفر	٠,١	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	٠,٠
الداخلية	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
الخارجية	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
أسوان	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
المعدل	٠,٣	١,٧	٠,٩	١,٢	١,٣	٢,١	٠,٤	١,٥

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



شكل (٨٩) معدل الضباب والشبورة في فصل الشتاء منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٧٨) .



٢٥٢

٣- معدل الضباب والشابورة في فصل الصيف (يونيه ، يوليه ، أغسطس) :

يعد فصل الصيف أكثر فصول العام في معدل الضباب والشابورة حيث بلغ معدل الضباب في فصل الصيف ٠,٦ يوم ، وبلغ معدل الشابورة ٤,١ يوم ، نظرا لاستقرار الأحوال الجوية خلال هذا الفصل ، ووجد من جدول (٨٠) وشكل (٩١ - أ ، ب) الآتي :

- تراوح معدل الضباب على الساحل الشمالي والدلتا بين ٠,٢ - ٢,٥ يوم ، حيث بلغ أقصى زيادة في القاهرة وبهتيم ٢,٥ و ٢,٣ يوم على الترتيب ، ثم مرسى مطروح والإسكندرية ٠,٦ يوم ، ويليها الجيزة بمعدل ٠,٣ يوم ، ثم العريش ٠,٢ يوم ، وتنعدم في بورسعيد ، ويعزى ذلك إلى زيادة عمليات التبخر .

- زيادة معدل الشابورة على الساحل الشمالي والدلتا المصرية ليتراوح بين ٠,٢ - ١٠,٧ يوم ، وبلغ أقصى زيادة في بهتيم والقاهرة بمعدل ١٠,٧ يوم ثم الجيزة ٧,٨ يوم ، و ٤,٣ يوم في العريش و ٤,١ يوم في مرسى مطروح ، و ٠,٥ يوم في الإسكندرية و ٠,٢ يوم في بورسعيد ، ويرجع ذلك إلى عمليات البخر والنتج .

- انعدام الضباب في مدن الوادي والصحراء الغربية والسويس ، ويرجع ذلك إلى انخفاض الرطوبة النسبية .

- انخفاض معدل الشابورة في كل من الإسماعيلية فبلغ ٠,٤ يوم ، و ٠,١ يوم في سيوه ، وانعدمت في مدن الوادي أسيوط ، والأقصر ، وأسوان ، وأيضا في الصحراء الغربية في الداخلة والخارجة ، ويعزى ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة ووقوع جنوب مصر تحت الجبهة الشبة المدارية الحارة ، وانخفاض الرطوبة النسبية.

٤- معدل الضباب والشابورة في فصل الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) :

تبين من تحليل جدول (٨٠) وشكل (٩٢ - أ ، ب) الآتي :

- تراوح معدل الضباب على الساحل الشمالي والدلتا بين ٠,٤ - ٢,٦ يوم ، حيث سجل أقصى معدل في بهتيم ٢,٦ يوم ، ويليها الإسكندرية ٢,٢ يوم ، ثم القاهرة ٢ يوم ، ثم الجيزة ١,٣ يوم ثم العريش ٠,٧ يوم ، نتيجة إلى تأثرها ببداية حركة المنخفضات ، وانخفاض درجات الحرارة ، وارتفاع الرطوبة النسبية .

- تراوح معدل الشابورة على الساحل الشمالي والدلتا بين ٠,٥ - ٨,٩ يوم ، حيث بلغ أقصى زيادة في بهتيم ٨,٩ يوم ، ثم الجيزة ٨,٨ يوم ، ثم القاهرة ٧,١ يوم ، ويعزى ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة النسبية ، ويقل معدل الشابورة على الساحل ليسجل ٣,٨ يوم في العريش و ٢,١ يوم في الإسكندرية ، و ١,٢ يوم في بورسعيد ، و ٠,٩ يوم في مرسى مطروح ، نظرا لانخفاض درجة الحرارة على الساحل مقارنة بالداخل.

- انخفاض معدل الضباب على الوادي ، والسويس ، والصحراء الغربية ، حيث سجل كل من سيوه وأسيوط ٠,١ يوم ، بينما انعدم الضباب في كل من الإسماعيلية ، والأقصر ، وأسوان ، والداخلة ، والخارجة ، للبعد عن تأثير المنخفضات .

- انخفاض معدل الشابورة على الوادي والصحراء الغربية وقناة السويس ، حيث سجل أقصاه في أسيوط ٠,٦ يوم ، وانعدم في كل من الأقصر وأسوان والداخلة والخارجة ، نتيجة ارتفاع درجة الحرارة وقلة الرطوبة النسبية والبعد عن المؤثرات الساحلية .

جدول (٨٠) معدل الضباب والشاورة خلال فصل الصيف منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ م

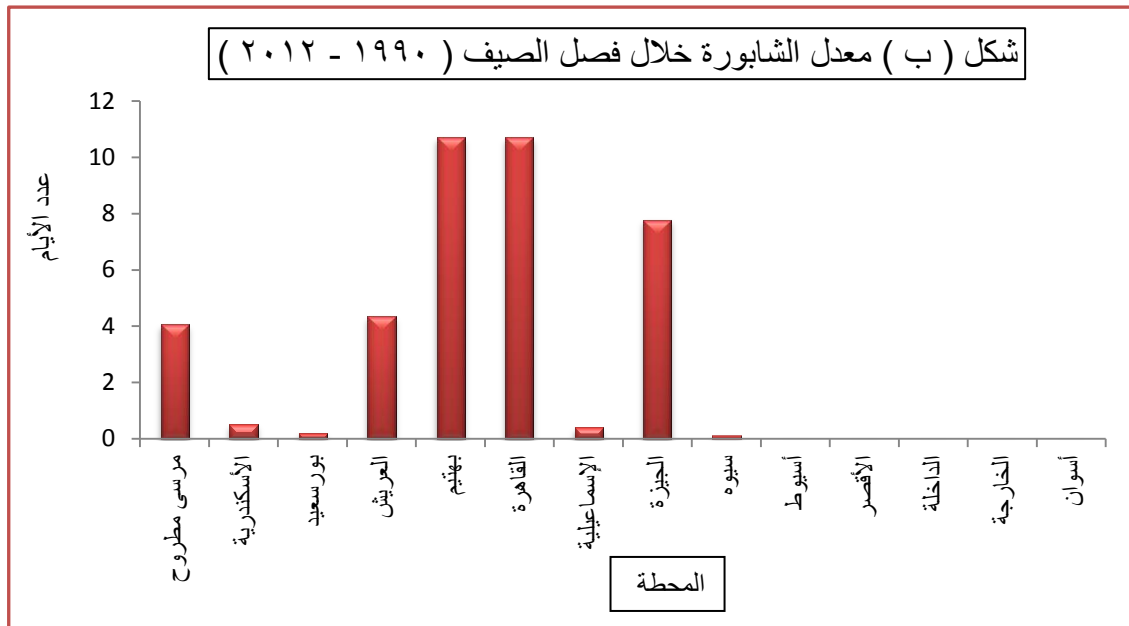
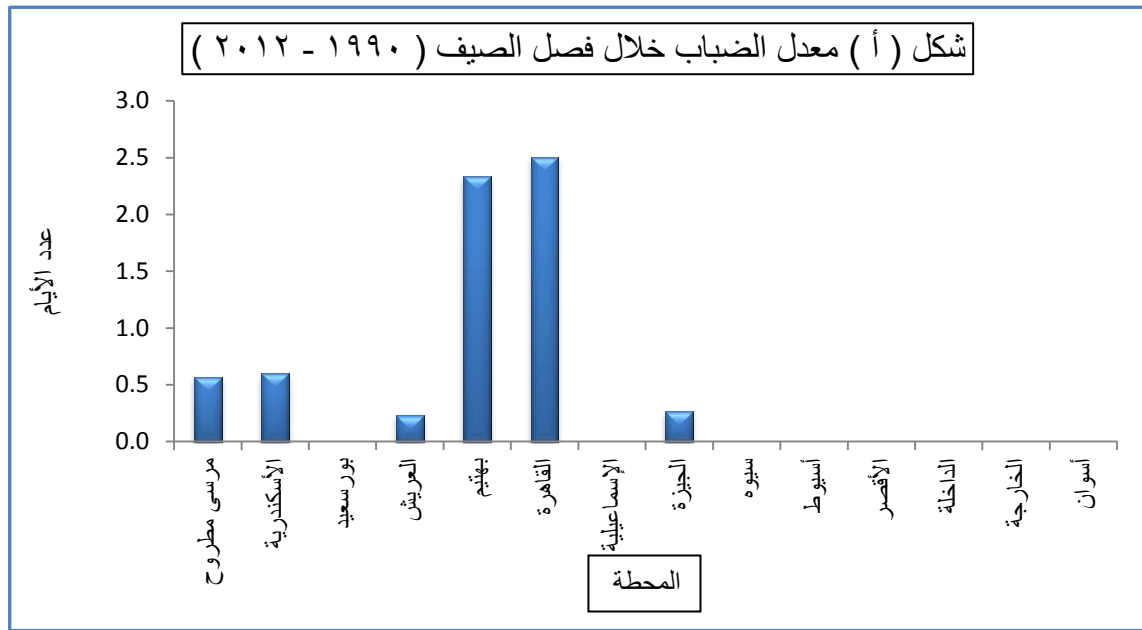
المحطة	يونيه		يوليه		أغسطس		المتوسط الفصلي	
	الضباب	الشاورة	الضباب	الشاورة	الضباب	الشاورة	الضباب	الشاورة
مرسى مطروح	٠,٥	٢,١	٠,٦	٥,١	٠,٦	٥	٠,٦	٤,١
الإسكندرية	٠,٦	١,١	٠,٥	٠,٢	٠,٧	٠,٢	٠,٦	٠,٥
بورسعيد	صفر	٠,٣	صفر	٠,١	صفر	٠,٢	صفر	٠,٢
العريش	٠,٣	٣,٧	٠,١	٥,٢	٠,٣	٤,١	٠,٢	٤,٣
بهتيم	١	٧	٢,٥	١٠,١	٣,٥	١٥	٢,٣	١٠,٧
القاهرة	١,٣	٦,٤	٢,٣	١١,٧	٣,٩	١٤	٢,٥	١٠,٧
الإسماعيلية	صفر	صفر	صفر	٠,٦	صفر	٠,٦	صفر	٠,٤
الجيزة	صفر	٨	صفر	٦	٠,٨	٩,٣	٠,٣	٧,٨
سيوه	صفر	صفر	صفر	٠,١	صفر	٠,٢	صفر	٠,١
أسيوط	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
الأقصر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
الداخلية	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
الخارجية	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
أسوان	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
المعدل	٠,٥	٢,١	٠,٦	٥,١	٠,٦	٥	٠,٥	٢,٨

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

جدول (٨١) معدل الضباب والشاورة خلال فصل الخريف منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ م

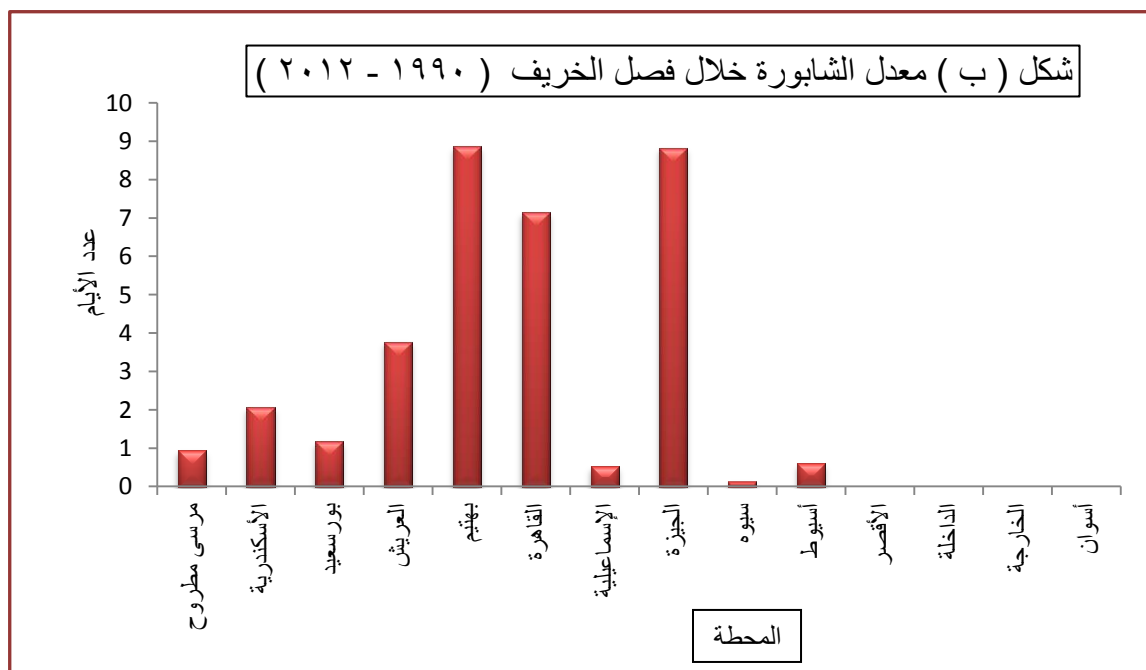
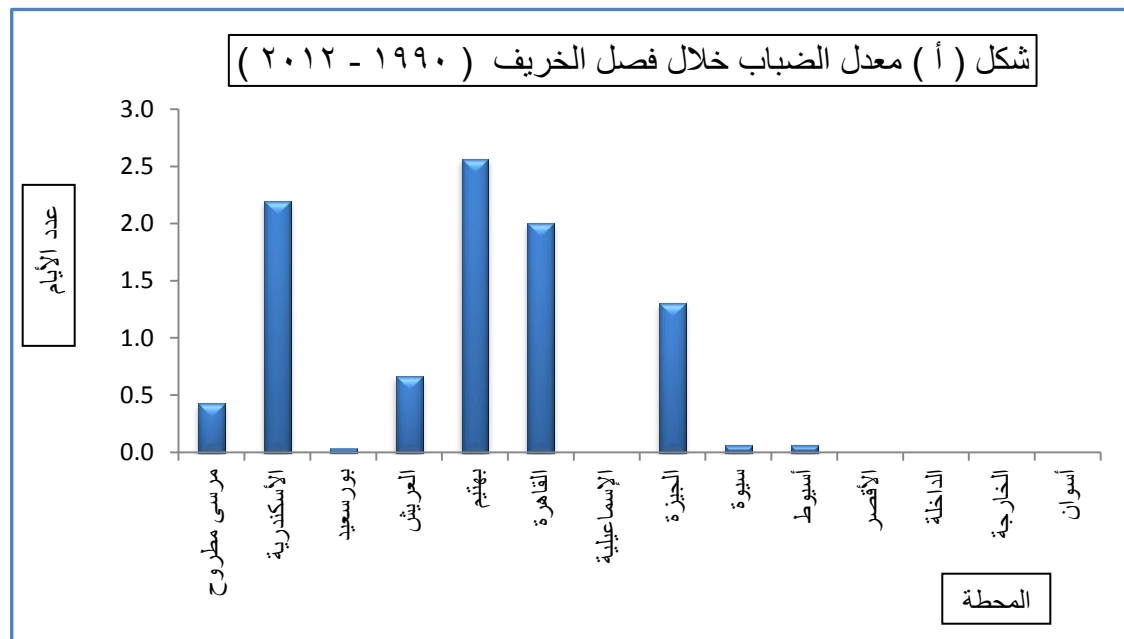
المحطة	سبتمبر		أكتوبر		نوفمبر		المتوسط الفصلي	
	الضباب	الشاورة	الضباب	الشاورة	الضباب	الشاورة	الضباب	الشاورة
مرسى مطروح	صفر	٢	٠,٤	٠,٥	٠,٩	٠,٣	٠,٤	٠,٩
الإسكندرية	٠,٩	١,١	٢,٨	٢,٩	٢,٩	٢,٢	٢,٢	٢,١
بورسعيد	صفر	٠,١	صفر	٠,٤	٠,١	٣	صفر	١,٢
العريش	صفر	٣	١,١	٣,٢	٠,٩	٥,١	٠,٧	٣,٨
بهتيم	٢,١	١١,١	٢,٨	٧,٤	٢,٨	٨,١	٢,٦	٨,٩
القاهرة	٢	٩,٧	١,٩	٥,٦	٢,١	٦,١	٢,٠	٧,١
الإسماعيلية	صفر	٠,٦	صفر	٠,١	صفر	٠,٩	صفر	٠,٥
الجيزة	٠,٨	٩,٧	١,١	٥,٨	٢	١١	١,٣	٨,٨
سيوه	صفر	٠,٣	صفر	صفر	٠,٢	٠,١	٠,١	٠,١
أسيوط	صفر	صفر	صفر	٠,٢	٠,٢	١,٦	٠,١	٠,٦
الأقصر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
الداخلية	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
الخارجية	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
أسوان	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
المعدل	صفر	٢	٠,٤	٠,٥	٠,٩	٠,٣	٠,٧	٢,٤

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



شكل (٩١) معدل الضباب والشفرة خلال فصل الصيف منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨٠) .



شكل (٩٢) معدل الضباب والشبورة في فصل الخريف منذ ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨١) .

٢- أثر الضباب والشابورة على النقل الجوي :-

يعد الضباب والشابورة من أكثر الظواهر الجوية الفجائية التي تؤثر على مستوى الرؤية الأفقية ، وتشكل مخاطر عديدة على النقل الجوي وتتمثل في تقليل السلامة الجوية ، وزيادة الوقت المستخدم في عملتي الإقلاع والهبوط (٢١٣ p , ٢٠١٢ : July) ، وكما تؤثر على الجانب الإقتصادي بشكل كبير، في تشكيل خسائر مالية كبيرة ، ويعزى ذلك إلى انتظار الركاب لحين زوال الضباب والشابورة ، مما يكلف شركات النقل الجوي أعباء اقتصادية إضافية كما هو موضح في جدول (٨٦) ، حيث اتضح أنه كلما زاد وقت الانتظار زادت التكلفة الاقتصادية ، وفيما يلي الخسائر المالية التي نتجت عن الضباب منذ عام ٢٠٠٥ حتى ٢٠١٣ ، ودراسة حالة للضباب يوم ٥ ديسمبر ٢٠١٤ بشئ من التفصيل كالآتي .

جدول (٨٢) التكلفة الاقتصادية الناتجة عن انتظار إقلاع الطائرة

الحالة	التكلفة للفرد / جنيه	مدة الإنتظار
استخدام ساحة الإنتظار بخدماتها	لا يوجد	ربع ساعة
استخدام ساحة الانتظار بخدماتها + مشروب	٧٠	نصف ساعة
استخدام ساحة الإنتظار بخدماتها + مشروب + وجبة سريعة	١٢٩	ساعة
استخدام ساحة الإنتظار بخدماتها + مشروب + وجبة + مشروب مرة أخرى	١٤٢	ساعتان
استخدام ساحة الإنتظار بخدماتها + مشروب + وجبة غذائية كاملة	٢٠٥	ثلاث ساعات
الانتظار في فندق المطار + وجبة كاملة + مشروب	٣٠٠	من أربع إلى ٧ ساعات

المصدر : وزارة الطيران المدني ، الطيران المدني المصري ، الإدارة العامة للإيرادات ، شريحة الانتظار والإيواء لقانون ٩٣ لسنة ٢٠٠٣ .

أ- العلاقة بين الضباب والشابورة على النقل الجوي وخسائرها الاقتصادية :

وجد من تحليل جدول (٨٣) وشكل (٩٣) مايلي :

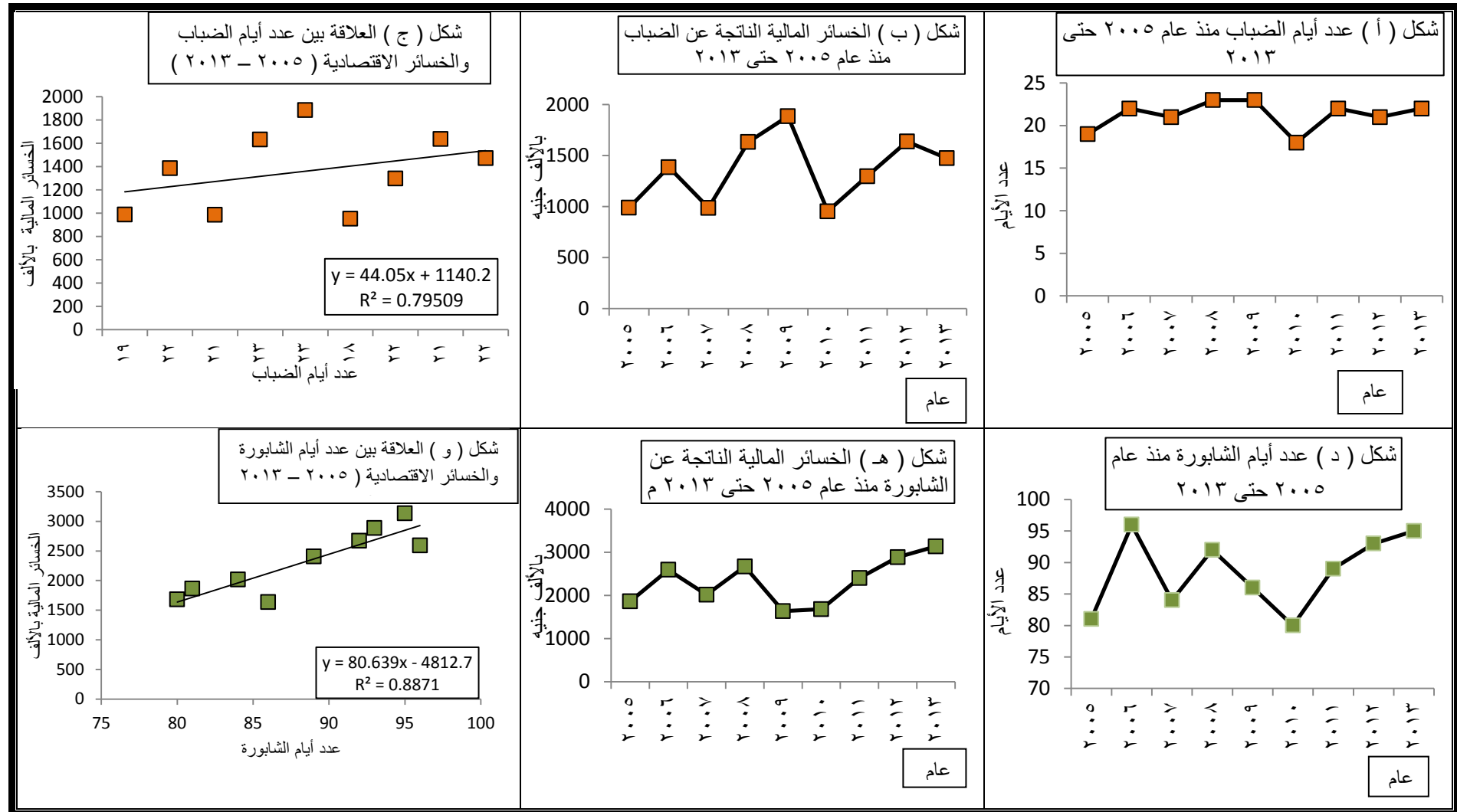
- بلغ متوسط عدد أيام الضباب منذ عام ٢٠٠٥ إلى عام ٢٠١٣ حوالي ٢١,٢ يوم ، مما أدى إلى خسائر مالية بلغ متوسطها مليون و ٣٦٠ ألف جنيه في السنة .
- يعد عامي ٢٠٠٨ و ٢٠٠٩ أكثر الأعوام في حدوث الضباب حيث بلغ عدد أيام الضباب ٢٣ يوم في كل منهما ، بخسائر مادية بلغت مليون و ٦٣٣ ألف جنيه لعام ٢٠٠٨ ، وفي عام ٢٠٠٩ بلغت مليون و ٨٨٦ ألف جنيه .
- زيادة عدد أيام الشابورة مقارنة بعدد أيام الضباب ، حيث بلغ عدد أيام الشابورة أربعة أضعاف عدد أيام الضباب ، مما أدى إلى زيادة الخسائر الاقتصادية .

- بلغ متوسط عدد أيام الشابورة منذ عام ٢٠٠٥ حتى ٢٠١٣ حوالي ٨٨,٤ يوم ، وبلغ متوسط الخسائر المادية خلال هذه الفترة سنويا ٢ مليون و ٣١٩ ألف جنيه .
- سجل عام ٢٠٠٦ م أكثر الأعوام تكرارا في الشابورة ، حيث بلغ ٩٦ يوما بخسائر ٢ مليون و ٥٩٢ ألف جنيه .
- اتضح أن هناك ثمة ارتباط بين عدد أيام الضباب وإجمالي الخسائر المالية بلغ ٠,٧٩ وهي علاقة طردية قوية ، بدرجة ثقة مرتفعة بلغت ٩٩ % ودرجة معنوية بلغت ٠,٠٠٤ ، وذات درجة انحدار خطي قوي بلغ ٠,٧٧ .
- ثمة ارتباط بين كل من عدد أيام الشابورة وإجمالي الخسائر المالية حيث بلغ ٠,٨٨ وهي علاقة قوية بدرجة ثقة عالية بلغت ٩٩ % ودرجة معنوية مرتفعة بلغت ٠,٠٠٥ ، وذات درجة انحدار خطي قوي بلغ ٠,٨٤ . .

جدول (٨٣) عدد أيام الضباب والشابورة و الخسائر المالية الناتجة عنهما
منذ ٢٠٠٥ حتى ٢٠١٣

السنة	عدد أيام الضباب	الخسائر بالآلف	عدد أيام الشابورة	الخسائر بالآلف
٢٠٠٥	١٩	٩٨٨	٨١	١٨٦٣
٢٠٠٦	٢٢	١٣٨٦	٩٦	٢٥٩٢
٢٠٠٧	٢١	٩٨٧	٨٤	٢٠١٦
٢٠٠٨	٢٣	١٦٣٣	٩٢	٢٦٦٨
٢٠٠٩	٢٣	١٨٨٦	٨٦	١٦٣٤
٢٠١٠	١٨	٩٥٤	٨٠	١٦٨٠
٢٠١١	٢٢	١٢٩٨	٨٩	٢٤٠٣
٢٠١٢	٢١	١٦٣٨	٩٣	٢٨٨٣
٢٠١٣	٢٢	١٤٧٤	٩٥	٣١٣٥
المتوسط	٢١,٢	١٣٦٠,٤	٨٨,٤	٢٣١٩,٣
درجة الارتباط	٠,٧٩		٠,٨٨	
درجة ثقة	٩٩%		٩٩%	
مستوى المعنوية	٠,٠٠٤		٠,٠٠٥	

المصدر: وزارة الطيران المدني المصري ، سلطة الطيران المدني ، الإدارة العامة للإيرادات ، نموذج إحصاء الأزمات والأحداث الطارئة في النقل الجوي .



شكل (٩٣) عدد أيام الضباب والشبورة والخسائر المالية والعلاقة بينهما منذ عام ٢٠٠٥ حتى ٢٠١٣

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨٧) .

ب- دراسة حالة على الضباب في مصر :

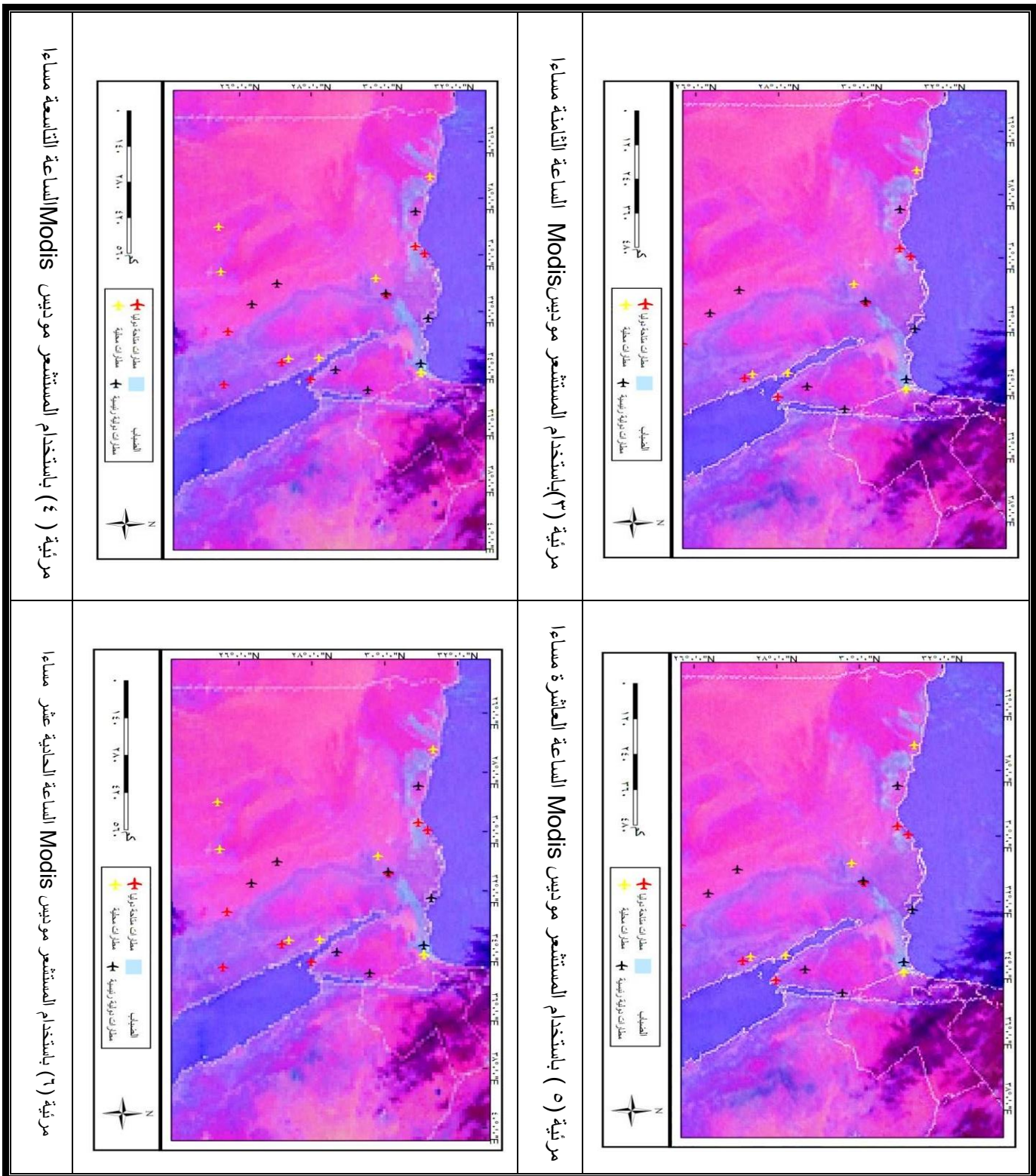
نظرا لأهمية ظاهرة الضباب على النقل الجوي فقد تم تحديد حالة ودراستها بشئ من التفصيل فوجد في يوم ٥ ديسمبر ٢٠١٤ من الساعة الثامنة مساء حتى يوم ٦ ديسمبر ٢٠١٤ الساعة السادسة صباحا لمدة إحدى عشر ساعة ، تكون ضباب كثيف من ساحل الدلتا المصرية حتى القاهرة والجيزة ، مما أدى إلى انخفاض مستوى الرؤية الأفقية دون ١٠٠٠ متر ، ولقد تم اختيار هذه الحالة بناء على مراقبة الحالة الجوية من خلال متابعة النماذج الرقمية للتنبؤات الجوية باستخدام الأقمار الصناعية المختلفة ، فوجد أن ثمة حالة من الضباب سوف تؤثر على مصر منذ يوم ٢- ٨ ديسمبر ٢٠١٤ ، وكانت ذروتها يوم ٥ ديسمبر مساء حتى صباح التالي ، مما أدى إلى إغلاق مطارات مرسى مطروح ، والعلمين ، وبرج العرب ، والإسكندرية ، و بورسعيد ، والجورة ، والعريش ، والقاهرة ، وأماظة ، وأكتوبر ، مما أدى إلى اختيار هذه المدة للدراسة ومراقبتها بالنماذج العددية وإخراج مرئية فضائية للحالة خلال كل ساعة ومتابعة مدى تطورها وأثرها على النقل الجوي ، فوجد من تحليل مرئيات (٣، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣) وتحليل جدول (٨٤) وشكل (٩٤ ، ٩٥) مايلي :

- بلغ متوسط مستوى الرؤية الأفقية خلال هذه المدة ٦٣٢ م ، حيث بلغ أدنى مستوى للرؤية الأفقية في مطار مرسى مطروح بمتوسط ٥٤٤,٩ م ، ثم مطار العلمين بمتوسط ٥٧٨ م ، ثم مطار الإسكندرية بمتوسط ٥٦٧,٩ م ، ثم مطار برج العرب بمتوسط ٥٦٧,٩ م ، ثم مطار الجورة بمتوسط ٦١٧,٢ م ، ثم مطار العريش ٦٣٨,١ م ، ثم مطار القاهرة بمتوسط ٦٧١,٣ م ، ثم مطار أماظة ٦٩٧,٥ م ، ثم مطار أكتوبر ٦٩٨,٤ م ، ثم مطار بورسعيد ٧٦٠,٢ م .
- الساعة الثامنة مساء أثر الضباب على الساحل الشمالي في مطار كل من مرسى مطروح ، والعلمين ، والإسكندرية ، وبرج العرب ، والعريش ، والجورة ، وبلغ متوسط مستوى الرؤية الأفقية على المطارات التي تأثرت بالحالة ١١٤١,١ م ، وسجل أقل مستوى للرؤية الأفقية في مطار العلمين حيث بلغت ٨٧٠ م ، وأقصى مستوى للرؤية الأفقية في مطار بورسعيد ١٦٧٠ م ، وبلغ متوسط درجة الحرارة خلال هذه الساعة ٢٣ °م ، مما أدى إلى إغلاق هذه المطارات .

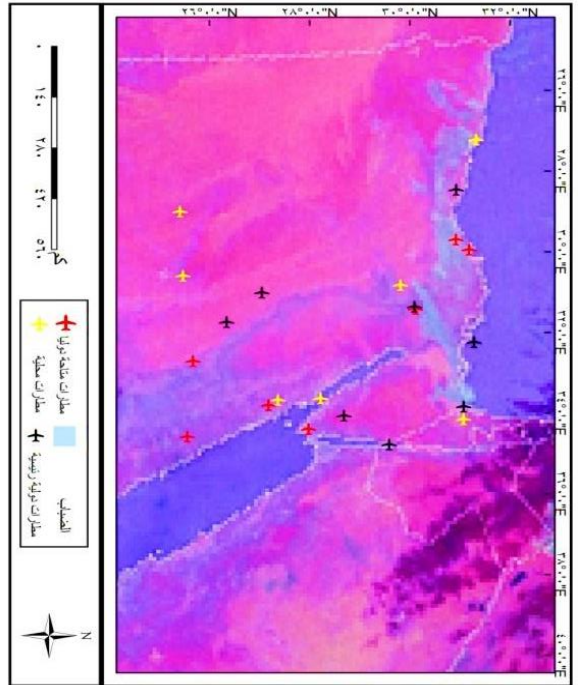
- الساعة التاسعة مساء زادت مساحة الضباب حيث أثرت على مطارات الساحل الشمالي كافة ، ومطار القاهرة ، وأماظة وأكتوبر ، حيث بلغ متوسط مستوى الرؤية الأفقية

- ٩٤٨,٨ م ، وأدنى مستوى للرؤية الأفقية في مطار العلمين ٨٥٨ م ، ثم مرسى مطروح ٨٦٥ م ، وأقصى زيادة في مطار بورسعيد ١١٥٦ م ، وبلغ متوسط درجة الحرارة ٢١ ° م .
- الساعة العاشرة مساء انخفض مستوى الرؤية الأفقية دون ١٠٠٠ م ، فبلغ متوسط الرؤية الأفقية ٨٤٢,٥ م حيث تعد منخفضة جدا ، وسجل مطار العلمين أدنى مستوى للرؤية الأفقية فبلغت ٧٦٣ م ، وأعلاها في مطار بورسعيد ٩٩٤ م ، وبلغ متوسط درجة الحرارة خلال هذه الساعة حوالي ٢٠ ° م .
- الساعة الحادية عشر مساء انخفض مستوى الرؤية الأفقية ليسجل متوسط ٦٢٠,٢ م ومتوسط درجة الحرارة ١٨ ° م ، فبلغ أقل مستوى للرؤية الأفقية في مطار الإسكندرية ٥١٧ م ، ويليه مرسى مطروح ٥٢٢ م ، بينما بلغ أقصى زيادة في مطاري ألماتة وبورسعيد ٧١٤ ، ٧٣٨ م على الترتيب .
- الساعة الثانية عشر صباحا انخفض متوسط مستوى الرؤية الأفقية دون ٥٠٠ م ليسجل متوسط ٤٦٩,٧ م ، وبلغ أدنى مستوى للرؤية الأفقية في مطاري الإسكندرية ، وبرج العرب ٣٩٨ ، ٤٠٠ م على الترتيب ، وأعلاها في مطار بورسعيد وألماتة ٦٠٠ ، ٥١٢ م على الترتيب ، حيث بلغ متوسط درجة الحرارة ١٦,٥ ° م .
- الساعة الواحدة صباحا انخفض متوسط مستوى الرؤية الأفقية إلى ٢٨٧,٧ م ، وسجل مطار أكتوبر أدنى مستوى للرؤية الأفقية ٢١٥ م ، ثم مطار القاهرة ٢٢٢ م ، وسجل أفضل مستوي للرؤية في مطار بورسعيد ٤٠١ م ، وبلغ متوسط درجة الحرارة ١٥ م .
- تعد الساعة الثانية والثالثة صباحا ذروة انخفاض مستوى الرؤية الأفقية حيث سجلا متوسط دون ١٠٠ م ، فسجلا ٧٣ ، ٤٧,١ م على الترتيب ، وسجلت أدنى مستوى للرؤية الأفقية في مطار القاهرة ٢٢ م الساعة الثالثة صباحا ، وأقصى مستوى للرؤية الأفقية ٨٢ م في مطار بورسعيد ، وبلغ متوسط درجة الحرارة فيهما ١٢,٥ م ، ١١ م على الترتيب .
- بدأ زوال الضباب منذ الساعة الرابعة صباحا حيث زاد مستوى الرؤية الأفقية ليسجل ٢٧٠,٧ م ، وبلغ الساعة الخامسة صباحا ٧٤٢,١ م ، والساعة السادسة صباحا ١٥١٠,١ م ، وسجل متوسط درجة الحرارة الساعة السادسة صباحا ١٩ م .
- بلغت الخسائر المالية الناتجة عن هذه الحالة ما يقرب من مليون جنيه ، ووقع أقصى خسائر في مطار القاهرة ٦١٢٢٨٤ جنيه ، ويليه مطار برج العرب ٢٥٣٧٤١ جنيه ، و مطار

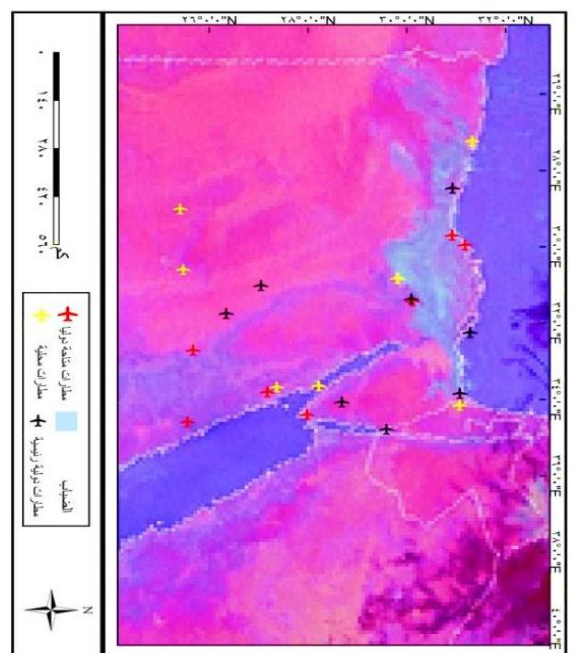
مرسى مطروح بخسائر قدرها ١٧٤٠٠ جنيه ، و مطار العريش ١٣٦٩٤ جنيه ، ثم مطار العلمين ١١٧٠٠ جنيه.



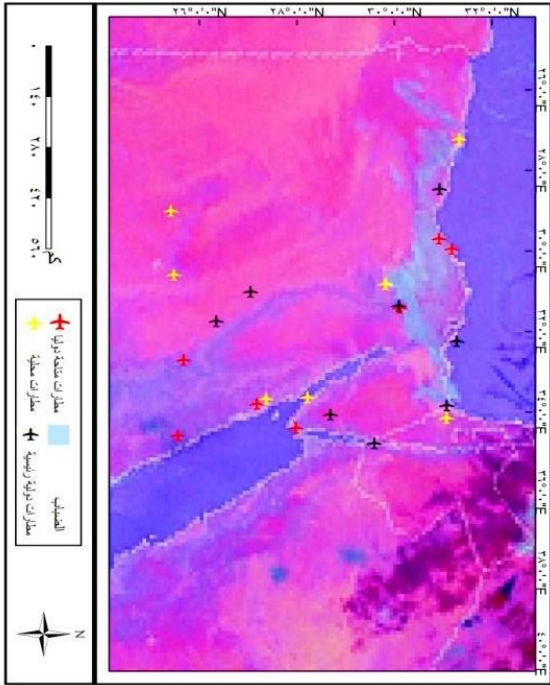
المصدر : المستشعر موديس يوم ٥ إلى ٦ ديسمبر ٢٠١٤ .



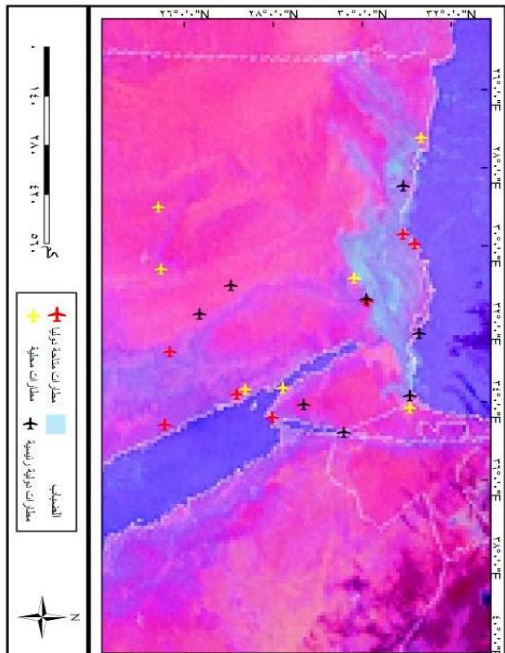
مرئية (٧) باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الثانية عشر صباحا



مرئية (٩) باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الثانية صباحا

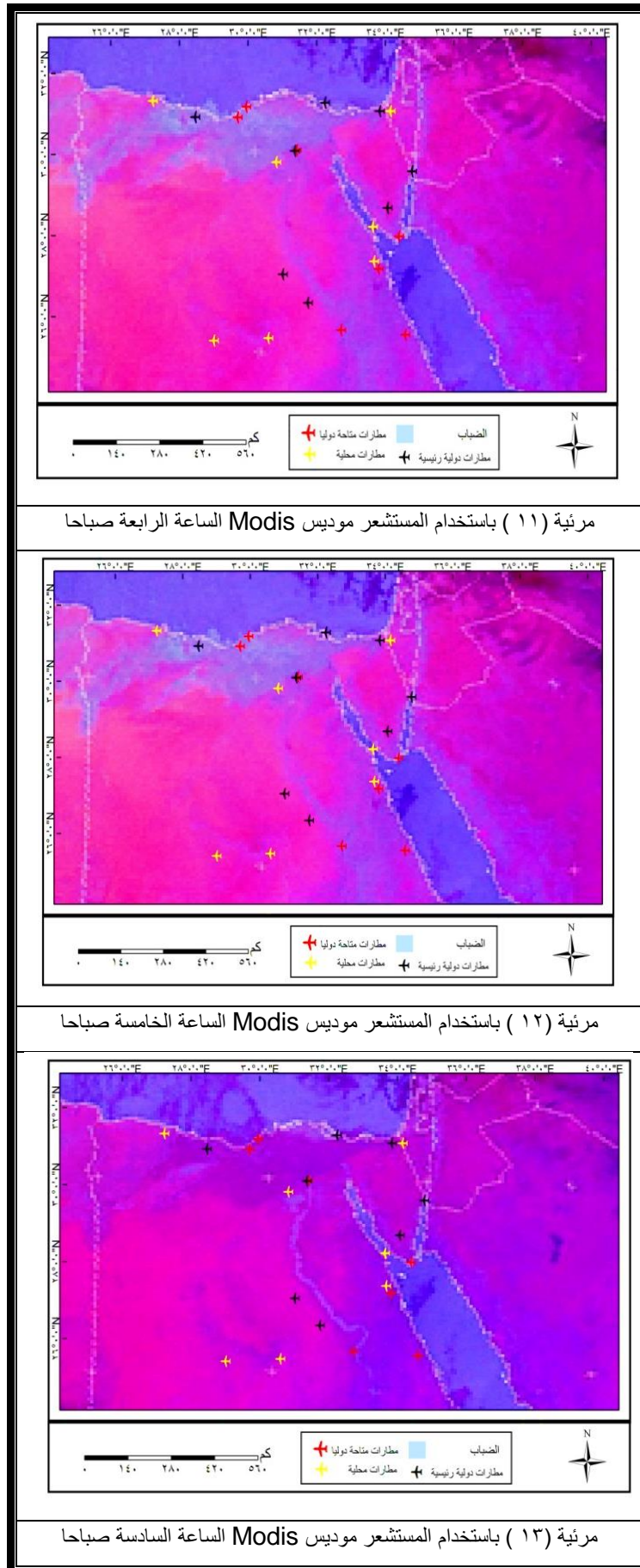


مرئية (٨) باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الواحدة صباحا



مرئية (١٠) باستخدام المستشعر موديس Modis الساعة الثالثة صباحا

المصدر : المستشعر موديس يوم ٥ إلى ٦ ديسمبر ٢٠١٤ .

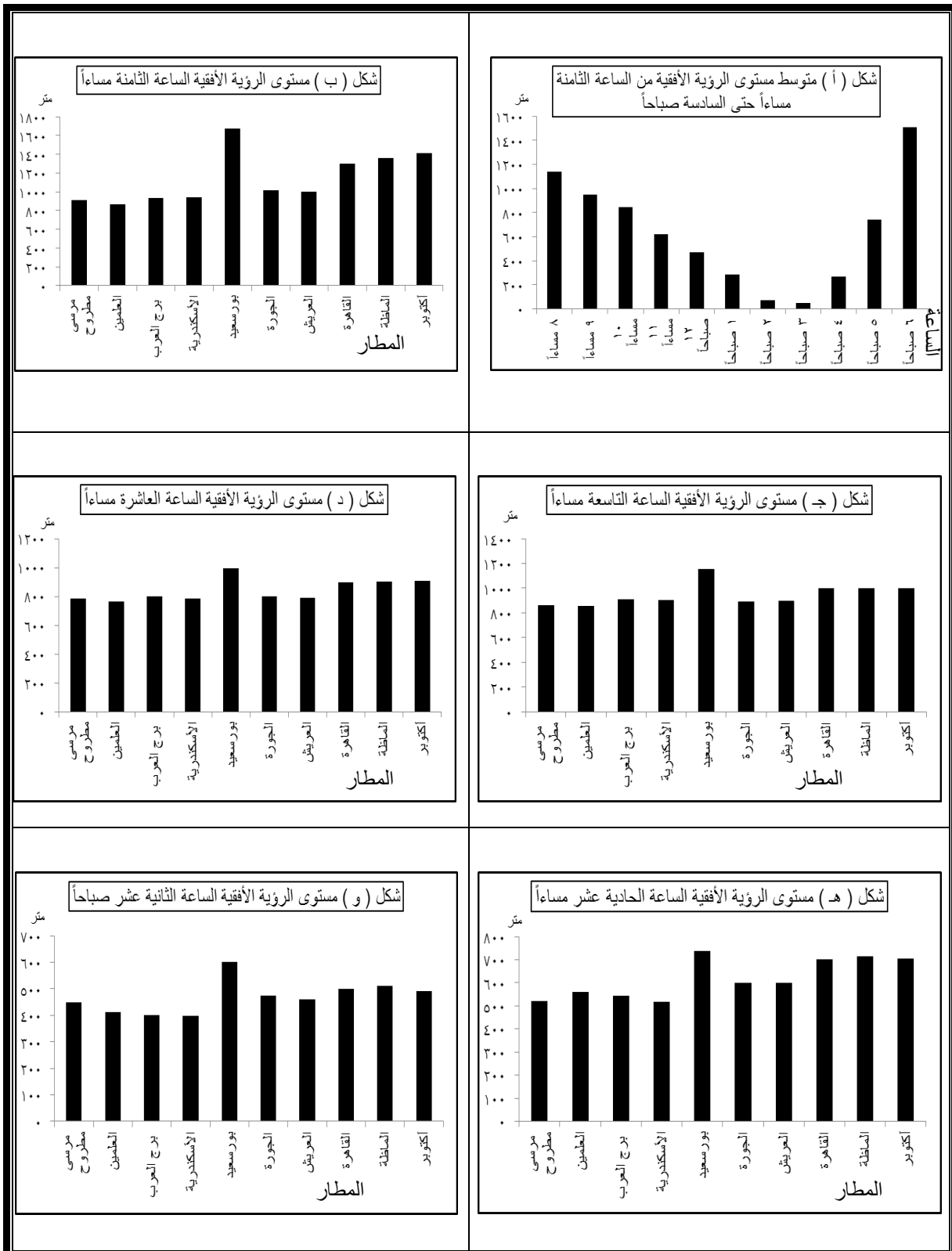


المصدر : المستشعر موديس يوم ٥ إلى ٦ ديسمبر ٢٠١٤ .

جدول (٨٤) مستوى الرؤية الأفقية في الحالة ومتوسط الخسائر المادية

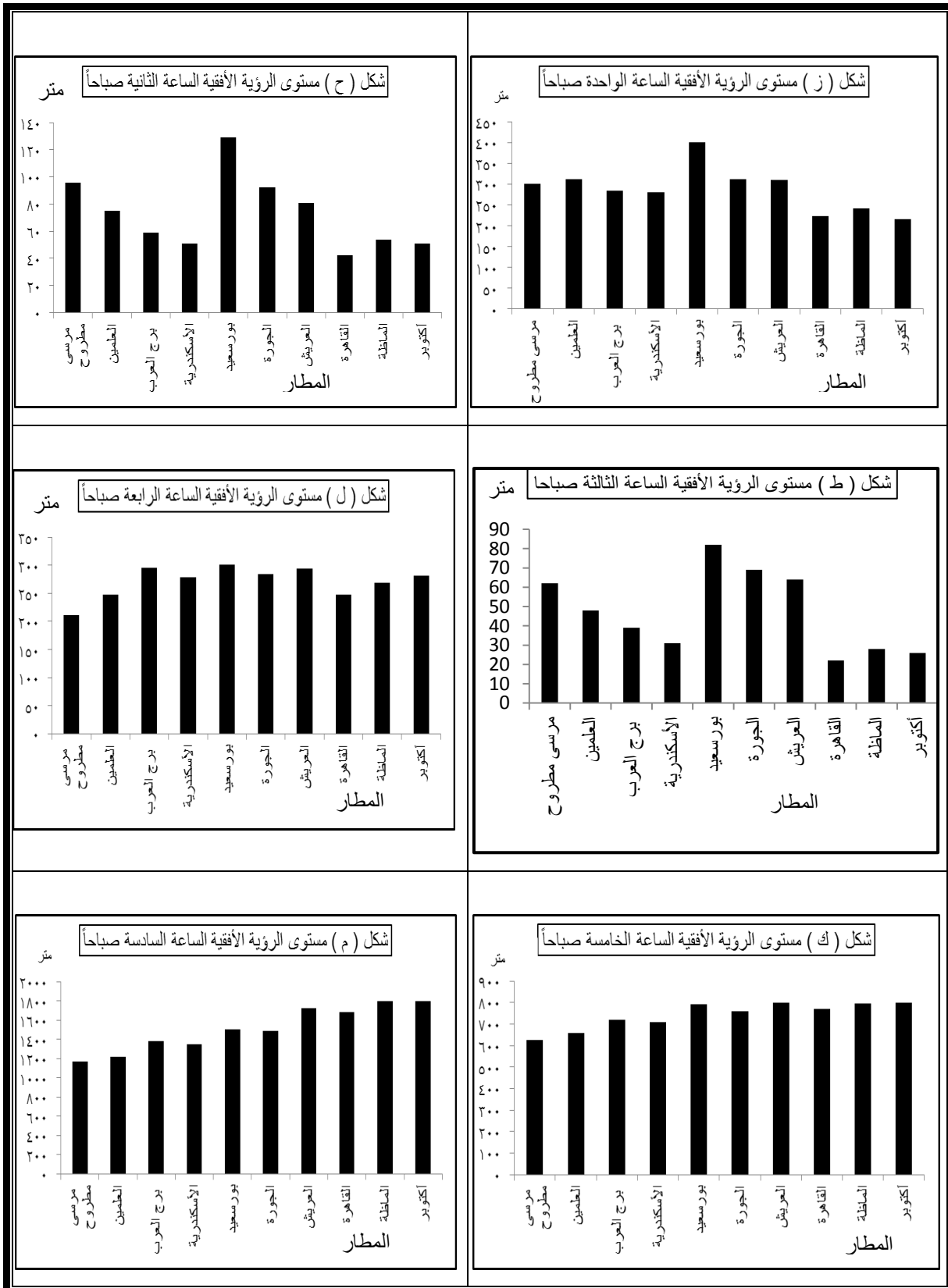
المتوسط	أكتوبر	ألماسة	القاهرة	العريش	الجورة	بورسعيد	الإسكندرية	برج العرب	العلمين	مرسى مطروح	المطار
١١٤١,١	١٤١٠	١٣٦٠	١٣٠٠	١٠٠٠	١٠١٩	١٦٧٠	٩٤٢	٩٣٠	٨٧٠	٩١	٨ مساء
٩٤٨,٨	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	٩٠٠	٨٩٣	١١٥٦	٩٠٥	٩١١	٨٥٨	٨٦٥	٩ مساء
٨٤٢,٥	٩٠٨	٩٠١	٨٩٧	٧٩١	٨٠٠	٩٩٤	٧٨٧	٨٠٠	٧٦٣	٧٨٤	١٠ مساء
٦٢٠,٢	٧٠٦	٧١٤	٧٠١	٦٠٠	٦٠٠	٧٣٨	٥١٧	٥٤٣	٥٦١	٥٢٢	١١ مساء
٤٦٩,٧	٤٩٢	٥١٢	٥٠٠	٤٦٠	٤٧٣	٦٠٠	٣٩٨	٤٠٠	٤١٢	٤٥٠	١٢ صباحا
٢٨٧,٧	٢١٥	٢٤١	٢٢٢	٣٠٩	٣١٢	٤٠١	٢٨١	٢٨٤	٣١٢	٣٠٠	١ صباحا
٧٣	٥١	٥٤	٤٢	٨١	٩٢	١٢٩	٥١	٥٩	٧٥	٩٦	٢ صباحا
٤٧,١	٢٦	٢٨	٢٢	٦٤	٦٩	٨٢	٣١	٣٩	٤٨	٦٢	٣ صباحا
٢٧٠,٧	٢٨١	٢٦٨	٢٤٧	٢٩٤	٢٨٤	٣٠١	٢٧٨	٢٩٥	٢٤٨	٢١١	٤ صباحا
٧٤٢,١	٨٠٠	٧٩٤	٧٦٩	٨٠٠	٧٥٨	٧٩١	٧٠٩	٧١٩	٦٥٧	٦٢٤	٥ صباحا
١٥١٠,١	١٧٩٣	١٨٠٠	١٦٨٤	١٧٢٠	١٤٨٩	١٥٠١	١٣٤٨	١٣٧٨	١٢١٨	١١٧٠	٦ صباحا
٦٣٢	٦٩٨,٤	٦٩٧,٥	٦٧١,٣	٦٣٨,١	٦١٧,٢	٧٦٠,٣	٥٦٧,٩	٥٧٨,٠	٥٤٧,٥	٥٤٤,٩	متوسط الرؤية م
٩٠٨٨١٩	صفر-	صفر	٦١٢٢٨٤	١٣٦٩٤	صفر	صفر	صفر	٢٥٣٧٤١	١١٧٠٠	١٧٤٠٠	الخسائر

المصدر : تم إعداده اعتمادا على مرئيات الحالة ، وزارة الطيران المدني ، قسم إدارة الأزمات ، بيانات غير منشورة



شكل (٩٤) مستوى الرؤية الأفقية من الساعة الثامنة مساءً حتى الثانية عشر صباحاً في دراسة حالة الضباب

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٨٤) .



شكل (٩٥) مستوى الرؤية الأفقية من الساعة الواحدة صباحاً حتى السادسة صباحاً في دراسة حالة الضباب

المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٨٤) .

ثالثا : تأثير العواصف الرعدية على النقل الجوي في مصر :

تعد من أخطر ظواهر الطقس التي تهدد سلامة الرحلة الجوية ، لذلك يجب على الطيار دراستها بعناية فائقة ، ويطلق اسم العاصفة الرعدية على الركام المزني Cumulonimbus (C B) عندما تكون في عنفوان نضوجها واكتمالها حيث تكون مصحوبة بالتيارات الهوائية الصاعدة والهابطة العنيفة ، وهطول المطر والبرد و حدوث البرق والرعد (محمد العاملي : ١٩٦٥ ، ص ، ٨٩) . وتتمثل أنواع العواصف الرعدية في أولها : عواصف رعدية ذات خلية واحدة : وهي يصعب التنبؤ بها وليست شديدة في قوتها ، ولا تستمر أكثر من نصف ساعة ، ثانيها : عواصف رعدية متعددة الخلايا : وهي من أكثر العواصف شيوعا كما أنها متوسطة الحجم ، وتستمر لساعات ويتولد منها أعاصير ضعيفة ، ثالثها : عواصف رعدية خطية متعددة الخلايا : تعد من العواصف الرعدية القوية، وتستمر لساعات طويلة يصاحبها سقوط البرد بحجم كرات الغولف ، ويمكن التنبؤ بها من خلال أجهزة الاستشعار والرادارات ، رابعها : عواصف السوبرسيل Supercell : تعد من الأعاصير شديدة القوة ، وتشكل تهديد على الحياة والممتلكات ويتولد عنها الأعاصير العنيفة (Juorrry : ٢٠٠٩ , p٥٦) ، والعواصف الرعدية Thunderstorms تمثل خطرا حقيقيا على النقل الجوي لما يحدث بها من مقصات هوائية Wind Shear وهي التغير في مقدار اتجاه وسرعة الرياح في وحدة المساحة ، مما يتطلب ابتعاد الطائرات عن السحب الركامية CB التي يحدث بها مثل هذه الأحوال الجوية غير الطبيعية وانحرافها عن مساراتها الأساسية وهو ما قد يجعلها تزدحم في نقطة عبور ضيقة في الجو قد تربك المراقب الجوي في التفكير في كيفية الخروج منها ، وسيتم تناولها بشئ من التفصيل .

١- التوزيع السنوي والفصلي للعواصف الرعدية :

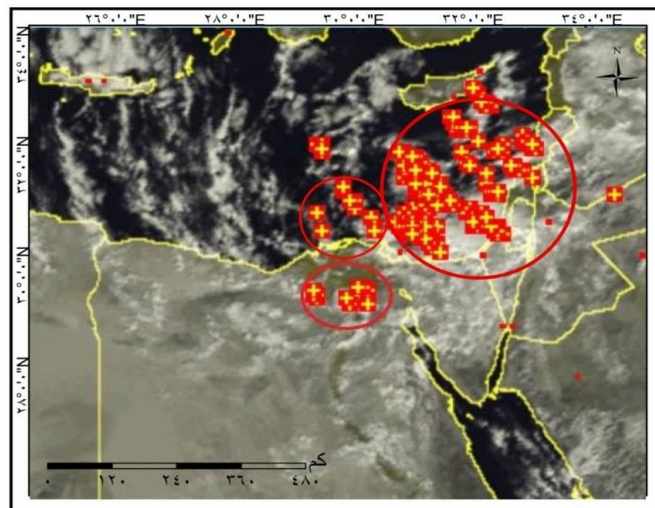
تبين من دراسة جدول (٨٥) وشكل (٩٦ ، ٩٧) يلاحظ أن :

- انخفاض المعدل السنوي لعدد العواصف الرعدية على مصر ، حيث بلغ أقصاه في الإسكندرية ٩,١ يوما ، ويقل عددها بالاتجاه شرقا وغربا ، حيث سجل في بورسعيد ٧,١ يوما ، ومرسى مطروح ٥,١ يوما ، والعريش ٤,٧ يوما ، ويرجع ذلك إلى إنه يعد أكثر عرضة للمنخفضات الآتية عبر البحر المتوسط ، ويقل متوسطها بالاتجاه جنوبا حيث سجل في كل من القاهرة والجيزة وبهتيم والإسماعيلية (١,٨ ، ١ ، ٠,٩ ، ٠,٨) يوما على الترتيب ، ومرد ذلك إلى عدم تعمق المنخفضات الساحلية ، وتكاد تنعدم العواصف الرعدية جنوب مصر وفي الصحراء الغربية ويتراوح مجموعها السنوي بين ٠,١ - ٠,٤ يوم في كل

من الداخلة والخارجة على الترتيب ، نظرا لبعدها عن مراكز المنخفضات ، وأحيانا يصاحب المنخفض السوداني عواصف رعدية ولكن تتميز بندرتها .

- انعدام تكرار العواصف الرعدية خلال فصل الصيف ، وذلك لاستقرار الأحوال الجوية. بينما يعد فصل الشتاء أكثر فصول العام في تكرار تلك العواصف ، وبلغ أقصاه على الساحل الشمالي في بورسعيد بمجموع ٤,٩ يوما ، والإسكندرية ٤,٤ يوما ، ومرسى مطروح ٢,٥ يوما، ثم العريش ٢ يوم ، وتتعدى العواصف الرعدية على جنوب مصر والصحراء الغربية ، بينما يقل مرورها في جنوب الدلتا لتسجل في القاهرة ٠,٣ يوما ، ومن أخطر العواصف الرعدية التي شهدتها فصل الشتاء عاصفة ٢٥ فبراير عام ٢٠١٠ ، حيث تم فيها إغلاق كافة مطارات الساحل الشمالي والقاهرة وأكتوبر حتى اليوم التالي .

- يحتل فصل الخريف المرتبة الثانية في مجموع معدل عدد العواصف الرعدية بمجموع فصلي بلغ أقصاه في مدينة الإسكندرية ٢,٧ يوما ، ثم بورسعيد ٢ يوما ، والعريش ١,٢ يوما ، ويعزى ذلك إلى كثرة مرور العواصف الرعدية الجافة من البحر المتوسط ، ولا يصحبها سقوط الأمطار مثلما حدث في الثامن من نوفمبر ٢٠١٢ م ، استمرت العواصف الرعدية لمدة ما يقرب من ثلاث ساعات بدون أمطار كما في مرتبة (١٤) والتي توضح البرق في نفس اليوم ، ولقد تم إغلاق مطارات الجورة ، والعريش ، وبورسعيد ، والإسكندرية ، وبرج العرب ، والقاهرة ، وأكتوبر . بينما يأتي فصل الربيع في المرتبة الثالثة بعد فصل الشتاء والخريف في مجموع العواصف الرعدية ، نتيجة إلى استمرار التأثير بالمنخفضات الساحلية والمنخفضات الآتية عبر الصحراء الكبرى ، وسجل أقصاه في الإسكندرية ٢ يوما .



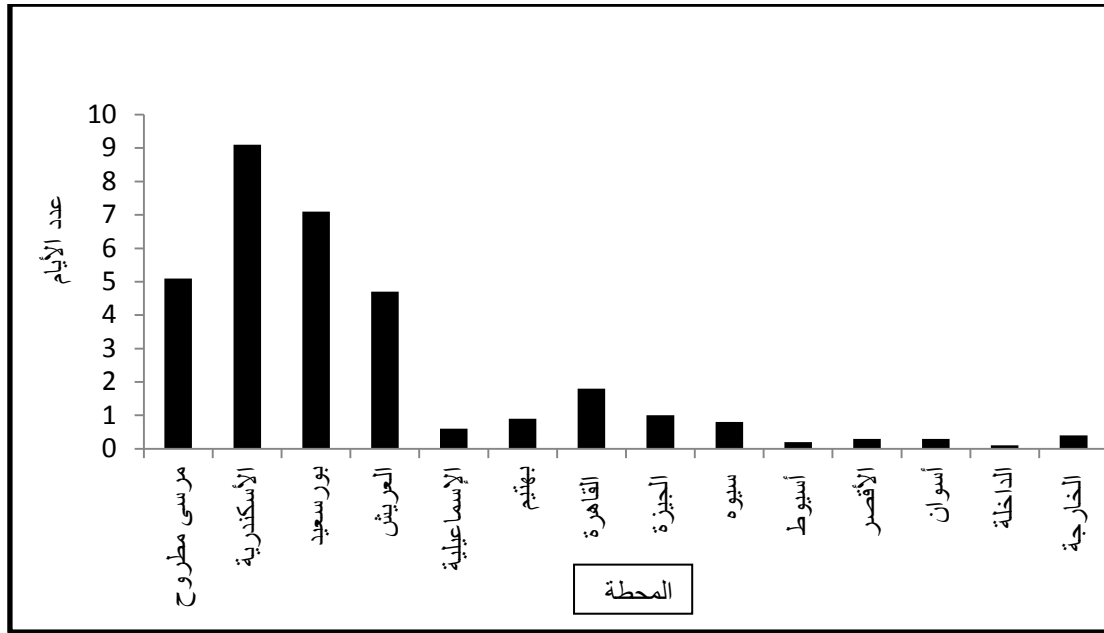
المصدر : مستشعر Emusat يوم ٨ نوفمبر ٢٠١٢.

مرتبة (١٤) العواصف الرعدية على مصر من مستشعر Emusat يوم ٨ نوفمبر ٢٠١٢

جدول (٨٥) المعدل السنوي والفصلي للعواصف الرعدية منذ عام ١٩٩٠ حتى ٢٠١٢ م

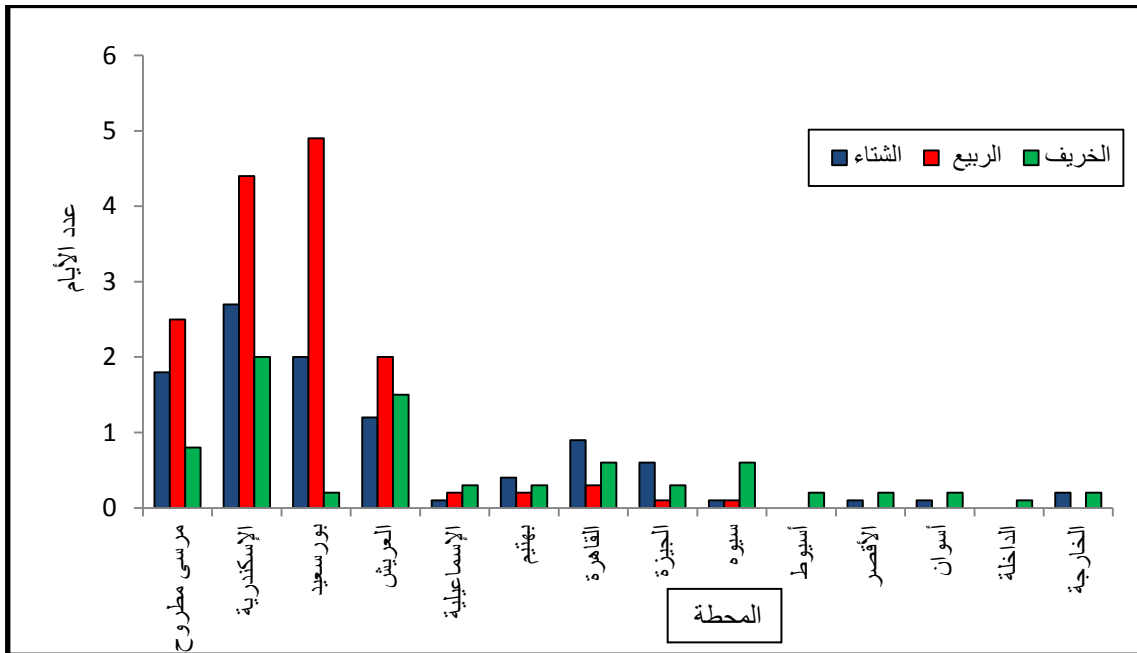
المجموع السنوي	الربيع					الشتاء					الخريف					الفصل المحطة
	%	المجموع الفصلي	مايو	أبريل	مارس	%	المجموع الفصلي	فبراير	يناير	ديسمبر	%	المجموع الفصلي	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	
٥,١	١٥,٧	٠,٨	٠,٢	٠,٢	٠,٤	٤٩,٠	٢,٥	٠,٧	٠,٩	٠,٩	٣٥,٣	١,٨	١	٠,٦	٠,٢	مرسى مطروح
٩,١	٢٢,٠	٢	٠,٤	٠,٤	١,٢	٤٨,٤	٤,٤	١	١,٧	١,٧	٢٩,٧	٢,٧	١,٥	١,١	٠,١	الإسكندرية
٧,١	٢,٨	٠,٢	٠	٠,١	٠,١	٦٩,٠	٤,٩	٣	٠,٦	١,٣	٢٨,٢	٢	١,١	٠,٨	٠,١	بورسعيد
٤,٧	٣١,٩	١,٥	٠,٣	٠,٥	٠,٧	٤٢,٦	٢	٠,٦	٠,٧	٠,٧	٢٥,٥	١,٢	٠,٦	٠,٦	صفر	العريش
٠,٦	٥٠,٠	٠,٣	٠,١	٠,١	٠,١	٣٣,٣	٠,٢	٠,١	صفر	٠,١	١٦,٧	٠,١	٠,١	صفر	صفر	الإسماعيلية
٠,٩	٣٣,٣	٠,٣	٠	٠,١	٠,٢	٢٢,٢	٠,٢	٠,١	صفر	٠,١	٤٤,٤	٠,٤	٠,٣	٠,١	صفر	بهتيم
١,٨	٣٣,٣	٠,٦	٠,١	٠,٢	٠,٣	١٦,٧	٠,٣	٠,١	٠,١	٠,١	٥٠,٠	٠,٩	٠,٦	٠,٣	صفر	القاهرة
١	٣٠,٠	٠,٣	٠	٠,١	٠,٢	١٠,٠	٠,١	٠	صفر	٠,١	٦٠,٠	٠,٦	٠,٤	٠,٢	صفر	الجيزة
٠,٨	٧٥,٠	٠,٦	٠,٤	٠,١	٠,١	١٢,٥	٠,١	صفر	صفر	٠,١	١٢,٥	٠,١	صفر	٠,١	صفر	سيوه
٠,٢	١٠٠	٠,٢	٠,١	٠,١	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	أسيوط
٠,٣	٦٦,٧	٠,٢	صفر	٠,١	٠,١	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	٣٣,٣	٠,١	صفر	٠,١	صفر	الأقصر
٠,٣	٦٦,٧	٠,٢	صفر	٠,١	٠,١	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	٣٣,٣	٠,١	صفر	٠,١	صفر	أسوان
٠,١	١٠٠	٠,١	صفر	صفر	٠,١	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	الداخلية
٠,٤	٥٠,٠	٠,٢	صفر	٠,١	٠,١	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	٥٠,٠	٠,٢	صفر	٠,١	٠,١	الخارجية

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



شكل (٩٦) المعدل السنوي لعدد أيام العواصف الرعدية (١٩٩٠ - ٢٠١٢)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨٥) .



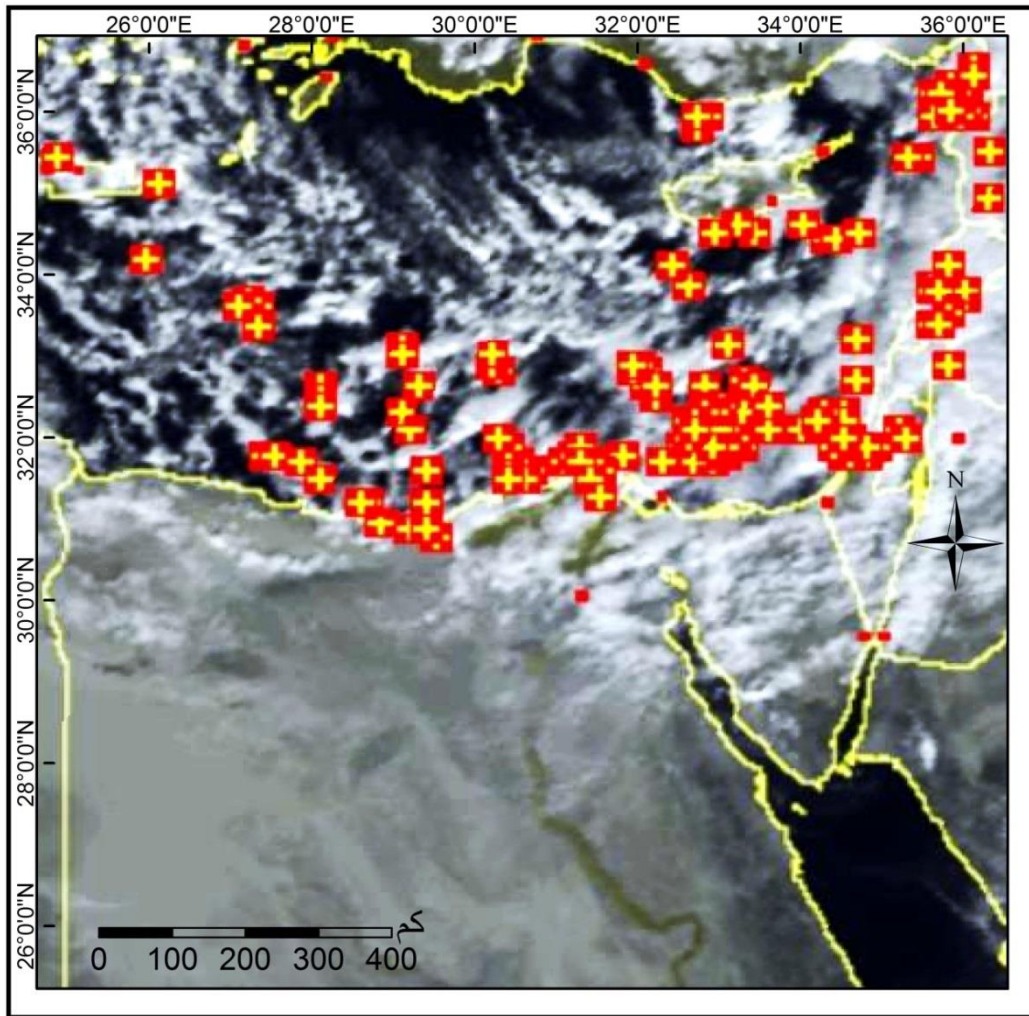
شكل (٩٧) المعدل الفصلي لعدد أيام العواصف الرعدية (١٩٩٠ - ٢٠١٢)

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨٥) .

٢- تأثير العواصف الرعدية على النقل الجوي " دراسة حالة ٧ يناير ٢٠١٥ " :

سيطر على مصر منخفض قطبي من الفترة الممتدة ٢ يناير ٢٠١٥ حتى ٩ يناير ٢٠١٥ ، ولقد صاحب هذا المنخفض العواصف الرعدية في أغلب أوقات المنخفض ولكن اشتدت ذروة العواصف الرعدية يوم ٧ يناير ٢٠١٥ بشكل متكرر ومتوالي ، كما هو موضح من مرئية (١٥) ، ولقد بلغ الضغط الجوي في هذا اليوم ١٠١٨ هكتوبسكال ، ووصلت درجة الحرارة إلى ٧ م° وأدى ذلك إلى :

- إغلاق كافة مطارات الساحل الشمالي وعدم استقبال أى رحلات جوية وتحويل الرحلات الجوية إلى المطارات البديلة .
- تعرضت طائرتان قادمتان من مطاري سوهاج وشرم الشيخ، لعواصف رعدية أثناء هبوطهما بمطار برج العرب الدولي بالإسكندرية (١٣٢٨٦١٢/ <http://www.el-balad.com>) .



المصدر : مستشعر Emusat يوم ٧ يناير ٢٠١٥ .

مرئية (١٥) العواصف الرعدية على مصر من مستشعر Emusat ٧ يناير ٢٠١٥

رابعاً : تأثير السحب على النقل الجوي في مصر :

تعد السحب من الظواهر التي تؤثر على النقل الجوي ، وخاصة إنها تؤثر على مستوى الرؤية الأفقية بسبب عامل التغيم وهو مقدار ما تحجبه السحب من السماء ولقد اتبع النظام العشري المتفق عليه دولياً في معرفة مدى تغطية السماء بالسحب ، فإذا انخفضت قيمة تغطية السماء بالسحب عن ٢٥% من النظام العشري فذلك يدل على صفاء السماء ، أما إذا تراوحت النسبة بين ٢٥% إلى ٧٥% فيعد تغيم متوسط ، أما إذا زادت عن ٧٥% فيعد ذلك التغيم كثيف ، وتكون الجليد داخل السحب يؤثر على النقل الجوي ، وسيتم تناول معدل ونسبة السحب السنوية والفصلية والشهرية على مصر وفقاً للنظام العشري كما يلي .

١-معدل السحب في مصر منذ ١٩٩٠ م حتى ٢٠١٢ :

أ- المعدل السنوي لكمية ونسبة السحب على مصر :-

اتضح من تحليل جدول (٨٦) وجدول (٨٧) وشكل (٩٨) مايلي :

- زيادة معدل السحب على الساحل الشمالي حيث يزيد عن نسبة ٢٥% من النظام العشري ، وسجل أقصى زيادة في الإسكندرية بمعدل ٣,٨ بنسبة تغيم من النظام العشري ٣٧,٧ % ، ويقل بالاتجاه شرقاً أو غرباً حيث سجل في العريش ٣,١ بنسبة ٣١% ، ثم مرسى مطروح بمعدل ٣ بنسبة تغيم ٢٩,٨ % ، ثم بورسعيد بمعدل ٢,٨ بنسبة تغيم ٢٧,٥ % و يرجع ذلك إلى تعامد الرياح على الساحل الشمالي .
- انخفاض معدل السحب بالاتجاه جنوباً حيث تقل نسبة التغيم عن ٢٥% أي ذات سماء صافية، ويسجل معدل السحب في كل من الإسماعيلية وبهتيم ١,٨ بنسبة ١٨,١ % و ١٧,٥ % على الترتيب ، وذلك لتأثر المنطقة بعملية النتح من النباتات ، بينما بلغت في القاهرة ، وسيوه ١,٥ بنسبة ١٥% ، ثم في الجيزة ١,٢ بنسبة ١١,٦% ، وينخفض معدلها بالاتجاه جنوباً ليسجل في كل من الأقصر ، وأسبوط ، وأسوان ، والداخلية ، والخارجة ١,١ ، ١ ، ٠,٩ ، ٠,٧ ، ٠,٦ على الترتيب ، بنسبة ١٠,٧ % ، ٩,٦ % ، ٩,٣ % ، ٧% ، ٥,٨ % على الترتيب ، ومرد ذلك إلى البعد عن مؤثرات الساحل الشمالي ، والقرب من مدار السرطان ، ووجود جبال البحر الأحمر التي تمنع وصول مؤثراته إلى المنطقة.

جدول (٨٦) معدل كمية السحب السنوية والفصلية والشهرية على مصر منذ (١٩٩٠ - ٢٠١٢)

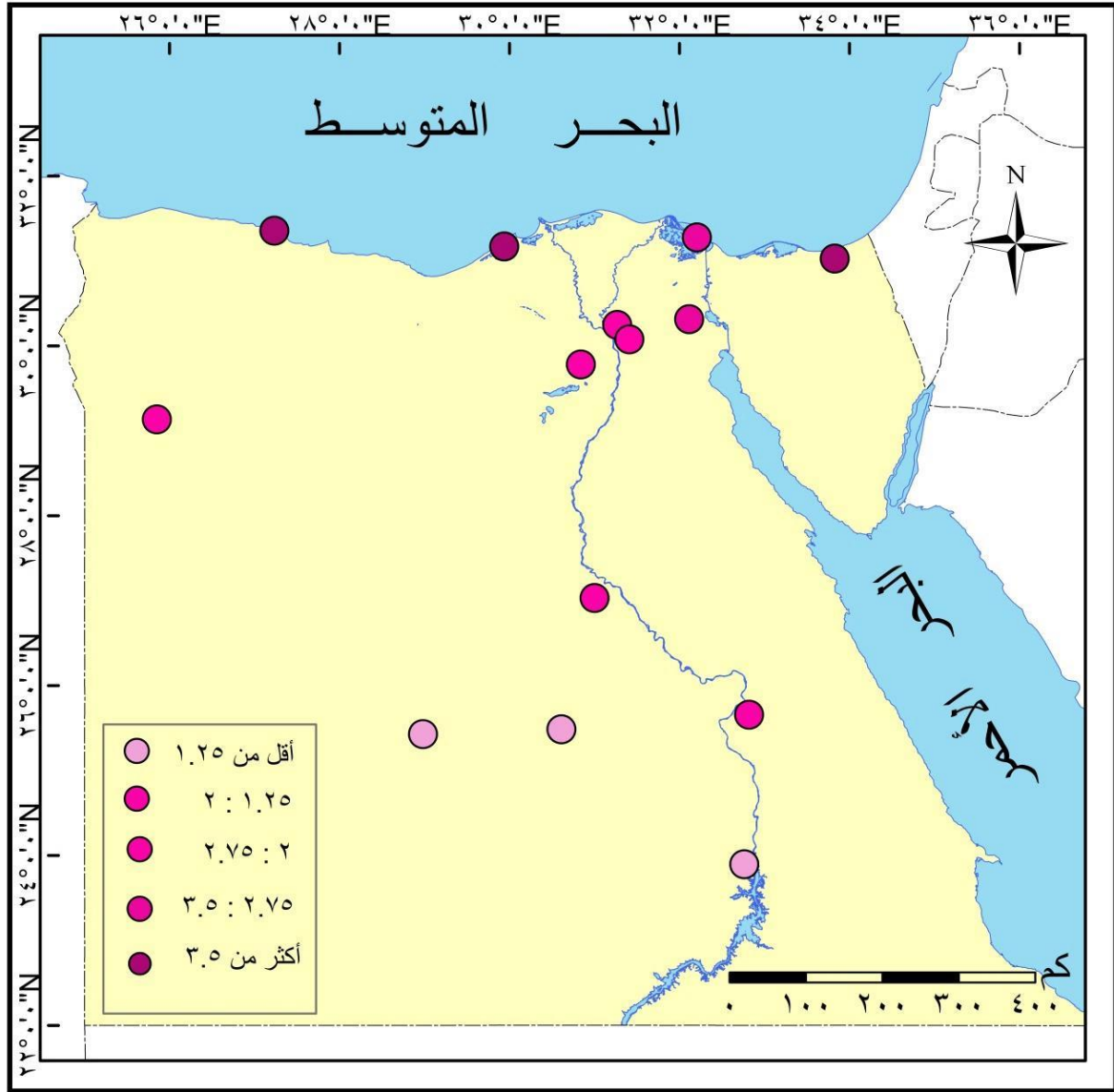
المعدل السنوي	فصل الخريف				المعدل الفصلي	فصل الصيف			المعدل الفصلي	فصل الربيع			المعدل الفصلي	فصل الشتاء			المحطة
	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الفصلي		يونيه	يوليه	أغسطس		مارس	أبريل	مايو		ديسمبر	يناير	فبراير	
مرسى مطروح	٤,٩	٤,٥	٤	٤,٥	٣,٢	٠,٦	١,٢	١,٤	٣,٢	٣,٨	٣,٢	٢,٧	٤,٥	٤,٩	٤,٥	٤	٤,٩
الإسكندرية	٥,٢	٤,٧	٥	٤,٥	٢,٤	٢,١	٢,٨	٢,٣	٣,٨	٤,٢	٣,٩	٣,٤	٥,٠	٥,٢	٤,٧	٥	٥,٢
بورسعيد	٣,٤	٣,٨	٣,٩	٣	١,١	١,١	١,٢	٠,٩	٣,٦	٣,٨	٣,٨	٣,١	٣,٧	٣,٤	٣,٨	٣,٩	٣,٤
العريش	٣,٩	٤,٩	٤,٨	٣,٤	١,٣	٢,٩	٠,٨	٠,٢	٣,٩	٤,١	٣,٩	٣,٦	٤,٥	٣,٩	٤,٩	٤,٨	٣,٩
الإسماعيلية	٣,٦	٢,٩	٢,٤	٢,٩	٠,١	٠,٢	٠,١	٠	٢,٤	٢,١	٣	٢,١	٣,٠	٣,٦	٢,٩	٢,٤	٢,٩
بهتيم	٢,٩	٢,٦	٢,٥	٢,٤	٠,٨	١,٣	٠,٦	٠,٥	١,٨	٢	١,٧	١,٦	٢,٧	٢,٩	٢,٦	٢,٥	٢,٩
القاهرة	٢,٦	٢,٤	٢,٢	٢,٤	٠,٥	١	٠,٣	٠,٢	١,٧	١,٩	١,٦	١,٥	٢,٤	٢,٦	٢,٤	٢,٢	٢,٦
الجيزة	١,٩	٢,١	٢	١,٤	٠,٤	٠,٨	٠,٢	٠,١	١,٤	١,٧	١,٣	١,١	٢,٠	١,٩	٢,١	٢	١,٩
سيوه	٢,٦	٢,٣	٢	٢,٣	٠,٣	٠,٦	٠,٢	٠,١	٢,١	١,٩	٢,٤	٢,١	٢,٣	٢,٦	٢,٣	٢	٢,٦
أسيوط	٠,٨	١,٩	١,٦	١,٤	٠,٨	١,٤	٠,٨	٠,١	١,٥	١,٣	١,٥	١,٨	١,٤	٠,٨	١,٩	١,٦	٠,٨
الأقصر	١	١,٤	١,٥	١,٣	٠,٧	٠,٧	٠,٨	٠,٧	١,١	١,٣	١,٢	٠,٨	١,٣	١	١,٤	١,٥	١
أسوان	٠,٩	١,٢	١,٣	١,١	٠,٧	٠,٩	٠,٧	٠,٦	١,١	١,٢	١,١	٠,٩	١,١	٠,٩	١,٢	١,٣	٠,٩
الداخلية	٠,٧	١,٣	١,١	١,٠	٠,٢	٠,٣	٠,١	٠,١	٠,٨	١	٠,٨	٠,٦	١,٠	٠,٧	١,٣	١,١	٠,٧
الخارجية	٠,٦	١,٢	١	٠,٩	٠,١	٠,١	٠,١	٠,١	٠,٦	٠,٩	٠,٧	٠,٢	٠,٩	٠,٦	١,٢	١	٠,٦

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

جدول (٨٧) معدل نسبة السحب السنوية والفصلية والشهرية على مصر منذ (١٩٩٠ - ٢٠١٢) وفقا للنظام العشري

المعدل الفصلي	فصل الخريف				المتوسط الفصلي	فصل الصيف			المتوسط الفصلي	فصل الربيع			المتوسط الفصلي	فصل الشتاء			المحطة
	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	المتوسط الفصلي		يوليه	أغسطس	يونيه		مارس	أبريل	مايو		ديسمبر	يناير	فبراير	
٢٩,٨	٣١,٣	٤١,٠	٣٢,٠	٢١,٠	١٠,٧	١٤,٠	١٢,٠	٦,٠	٣٢,٣	٢٧,٠	٣٢,٠	٣٨,٠	٤٤,٧	٤٠,٠	٤٥,٠	٤٩,٠	مرسى مطروح
٣٧,٧	٣٨,٧	٤٥,٠	٤١,٠	٣٠,٠	٢٤,٠	٢٣,٠	٢٨,٠	٢١,٠	٣٨,٣	٣٤,٠	٣٩,٠	٤٢,٠	٤٩,٧	٥٠,٠	٤٧,٠	٥٢,٠	الإسكندرية
٢٧,٥	٢٦,٧	٣٠,٠	١٩,٠	٣١,٠	١٠,٧	٩,٠	١٢,٠	١١,٠	٣٥,٧	٣١,٠	٣٨,٠	٣٨,٠	٣٧,٠	٣٩,٠	٣٨,٠	٣٤,٠	بورسعيد
٣١,٠	٢٧,٠	٣٤,٠	٢٩,٠	١٨,٠	١٣,٠	٢,٠	٨,٠	٢٩,٠	٣٨,٧	٣٦,٠	٣٩,٠	٤١,٠	٤٥,٣	٤٨,٠	٤٩,٠	٣٩,٠	العريش
١٨,١	١٧,٧	٢٩,٠	١٦,٠	٨,٠	١,٠	٠,٠	١,٠	٢,٠	٢٤,٠	٢١,٠	٣٠,٠	٢١,٠	٢٩,٧	٢٤,٠	٢٩,٠	٣٦,٠	الإسماعيلية
١٧,٥	١٧,٧	٢٤,٠	٢٠,٠	٩,٠	٨,٠	٥,٠	٦,٠	١٣,٠	١٧,٧	١٦,٠	١٧,٠	٢٠,٠	٢٦,٧	٢٥,٠	٢٦,٠	٢٩,٠	بهتيم
١٥,٠	١٤,٣	٢٠,٠	١٧,٠	٦,٠	٥,٠	٢,٠	٣,٠	١٠,٠	١٦,٧	١٥,٠	١٦,٠	١٩,٠	٢٤,٠	٢٢,٠	٢٤,٠	٢٦,٠	القاهرة
١١,٦	٩,٠	١٤,٠	٩,٠	٤,٠	٣,٧	١,٠	٢,٠	٨,٠	١٣,٧	١١,٠	١٣,٠	١٧,٠	٢٠,٠	٢٠,٠	٢١,٠	١٩,٠	الجيزة
١٥,٠	١٢,٧	٢٣,٠	١١,٠	٤,٠	٣,٠	١,٠	٢,٠	٦,٠	٢١,٣	٢١,٠	٢٤,٠	١٩,٠	٢٣,٠	٢٠,٠	٢٣,٠	٢٦,٠	سيوه
٩,٦	١,٠	٢,٠	١,٠	٠,٠	٧,٧	١,٠	٨,٠	١٤,٠	١٥,٣	١٨,٠	١٥,٠	١٣,٠	١٤,٣	١٦,٠	١٩,٠	٨,٠	أسيوط
١٠,٧	١١,٣	١٤,٠	١٢,٠	٨,٠	٧,٣	٧,٠	٨,٠	٧,٠	١١,٠	٨,٠	١٢,٠	١٣,٠	١٣,٠	١٥,٠	١٤,٠	١٠,٠	الأقصر
٩,٣	٧,٧	١٠,٠	٩,٠	٤,٠	٧,٣	٦,٠	٧,٠	٩,٠	١٠,٧	٩,٠	١١,٠	١٢,٠	١١,٣	١٣,٠	١٢,٠	٩,٠	أسوان
٧,٠	٨,٠	١١,٠	٩,٠	٤,٠	١,٧	١,٠	١,٠	٣,٠	٨,٠	٦,٠	٨,٠	١٠,٠	١٠,٣	١١,٠	١٣,٠	٧,٠	الداخلية
٥,٨	٦,٧	١٠,٠	٨,٠	٢,٠	١,٠	١,٠	١,٠	١,٠	٦,٠	٢,٠	٧,٠	٩,٠	٩,٣	١٠,٠	١٢,٠	٦,٠	الخارجية

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨٦) .



شكل (٩٨) معدل كمية السحب السنوية على مصر منذ (١٩٩٠ - ٢٠١٢)

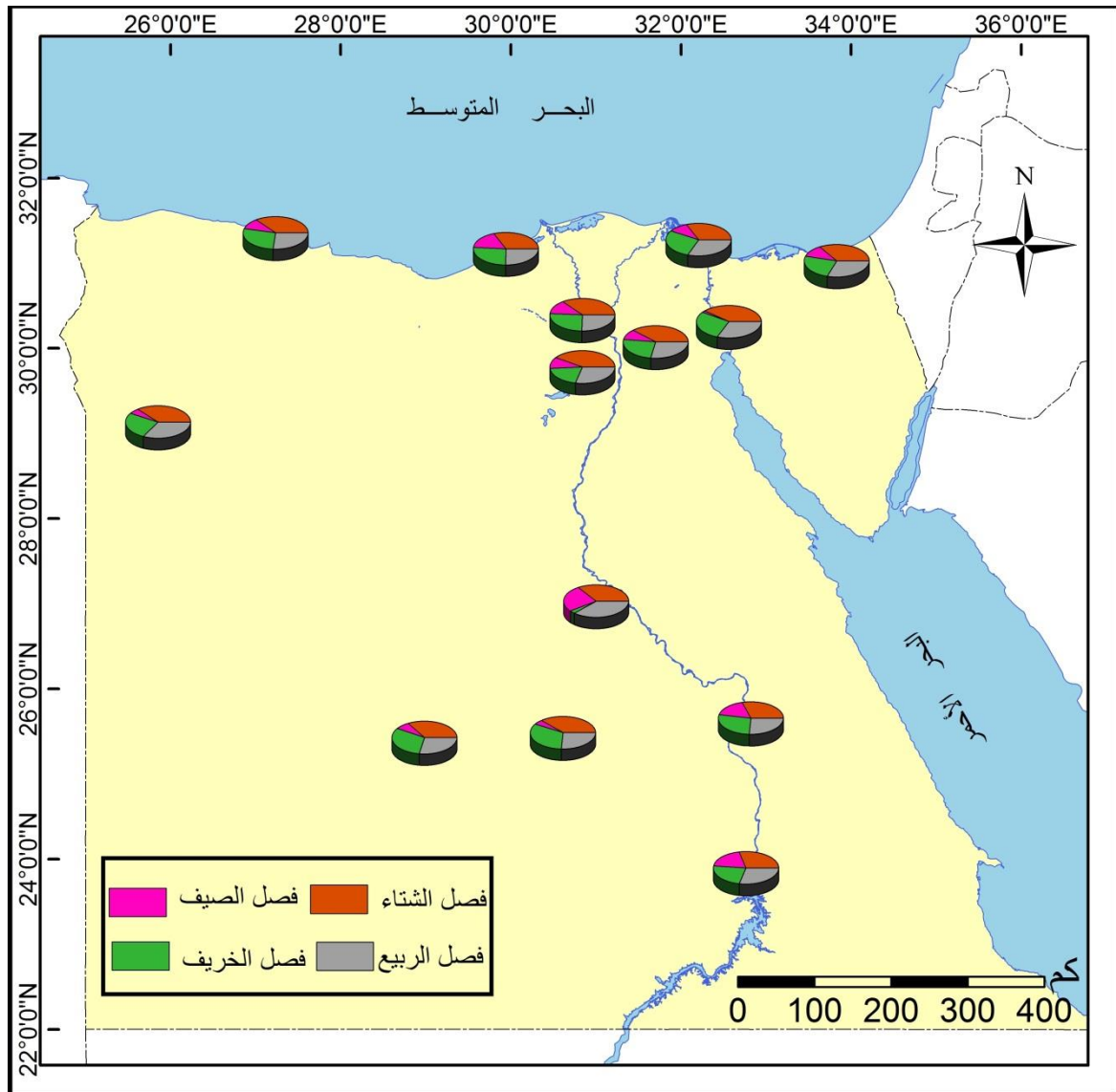
المصدر : تم إعداده اعتماداً على جدول (٨٦) .

ب- المعدل الفصلي لكمية ونسبة السحب على مصر:

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

يعد فصل الشتاء أكثر الفصول في معدل تكون السحب وأكثرها اضطرابا ، وبلغت نسبة التغميم ٥٠% ، ومن أكثر السحب التي تمر على مصر خلال هذا الفصل هي سحب المزن الركامي وهي سحب منخفضة تعمل على حجب السماء وتقليل مستوي الرؤية الأفقية ويصاحبها سقوط الأمطار والبرد ، ويأتي بعدها السحب الركامية ، ولكنها أقل خطرا لأنها تأتي في آخر المنخفضات وينتج عنها رخات سريعة ، لذلك يعد فصل الشتاء من أكثر الفصول خطرا على النقل الجوي من ناحية السحب ، فوجد من تحليل جدول (٨٦) وجدول (٨٧) وشكل (١١٦) ما يلي :

- يعد الساحل الشمالي الأكثر في نسبة التغميم حيث سجل أقصاه في الإسكندرية بمعدل ٥ وبنسبة ٤٩,٧% ، ثم العريش ومرسى مطروح بمعدل ٤,٥ بنسبة ٤٥,٣% و ٤٤,٧% على الترتيب ، ثم تأتي بورسعيد في المؤخرة بمعدل ٣,٧ بنسبة ٣٧% ، ويرجع ذلك إلى أن المنطقة الساحلية أكثر عرضة للمنخفضات الساحلية خلال هذا الفصل.
- انخفاض معدل السحب جنوب الدلتا والسويس ، حيث سجل في الاسماعيلية ٣ بنسبة ٢٩,٧% ، وفي بهتيم ٢,٧ بنسبة ٢٦,٧% ، ثم القاهرة ٢,٤ بنسبة ٢٤% ، ثم الجيزة بمعدل ٢ بنسبة ٢٠% ، ويرجع ذلك إلى تأثرها بالمنخفضات الساحلية والتي تمتاز بضعفها عند توغلها إلى الداخل .
- يلاحظ انخفاض معدل السحب على الوادي والصحراء الغربية والذي يصل ٠,٩ في الخارجة بمعدل ٩,٣% ، وبلغ أقصى زيادة في أسيوط بمعدل ١,٤ بنسبة ١٤,٣% ، ويعزى ذلك إلى انعدام مرور المنخفضات الجوية.
- يعد شهر ديسمبر أكثر شهور العام في معدل كمية السحب حيث سجل في الإسكندرية ٥,٢ ، وفي القاهرة ٢,٦ ، وفي الخارجة ٠,٦ .



شكل (٩٩) معدل نسبة السحب الفصلية على مصر منذ (١٩٩٠ - ٢٠١٢) وفقا للنظام العشري

المصدر : تم إعداده اعتمادا على جدول (٨٧) .

٢- فصل الربيع (مارس ، أبريل ، مايو) :

يتضح من تحليل جدول (٨٦) و جدول (٨٧) وشكل (١١٦) مايلي :

- يأتي فصل الربيع بعد الشتاء في معدل كمية السحب ، ومرد ذلك إلى مرور المنخفضات الخماسينية حيث تراوح الساحل الشمالي بين (٣,٩ - ٣,٢) بنسبة بلغت ٣٨,٧ % ، ٣٢,٣ % ، وتقل بالاتجاه صوب الداخل لتسجل في القاهرة ١,٧ ، بنسبة ١٦,٧ % .
- انخفاض معدل السحب على جنوب مصر حيث سجل ٠,٦ في الخارجة بنسبة ٦% ، ومن ثم فإن معظم السحب التي تمر خلال هذا الفصل سحب مرتفعة من نوع السمحاق وسحب متوسطة الارتفاع من نوع الركام وتكون مصاحبة بسقوط الأمطار أحيانا .
- يعد شهر مارس من أكثر شهور فصل الربيع في معدل السحب ، حيث تراوح على الساحل الشمالي بين ٤,٢ إلى ٣,٨ ، بنسبة ٤٢% و ٣٨% ، وتراوح في جنوب الدلتا و جنوب مصر بين (١,٩ - ٠,٩) بنسبة ١٩% و ٩% .

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

تتعادم الشمس على مدار السرطان ، ويقل مرور المنخفضات الجوية ، ويترتب عليه قلة مرور السحب وبتحليل جدول (٨٦) و جدول (٨٧) وشكل (١١٦) تبين مايلي:

- انخفاض معدل السحب خلال هذا الفصل فيصل أقصاه في الإسكندرية بمعدل ٢,٤ ، وأقل معدل لمرور السحب في الخارجة ٠,١ ، وجميع السحب من نوع السحب المرتفعة التي لا يصاحبها سقوط الأمطار وتظهر وتختفي سريعا .

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

وجد من تحليل جدول (٨٦) و جدول (٨٧) وشكل (١١٦) مايلي:

- زيادة معدل السحب على مصر مرة أخرى وخاصة في شهر نوفمبر ويقل في معدلاته عن معدلات فصل الربيع ، حيث سجل أعلى زيادة للسحب على الساحل الشمالي بين (٣,٩ - ٢,٧) ، وبلغ أقصاه في الإسكندرية ٣,٩ وبنسبة ٣٨,٩ % .
- انخفاض معدل السحب بالاتجاه جنوبا حيث سجل في القاهرة ١,٤ بنسبة ١٤,٣ % ، وأقصاه جنوب الوادي في أسوان ٠,٨ بنسبة ٧,٧ % ، وأقل تسجيل للسحب في أسيوط ٠,١ بنسبة ١% .

٢- تأثير السحب على النقل الجوي " دراسة حالة يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣ " :

تعد السحب من أخطر الظواهر التي تؤثر على النقل الجوي ، لأن مستوى الرؤية الأفقية داخل السحابة لايزيد مداه عن ٢٠٠ م مهما كان نوعها (p٣٧ , ٢٠١٠ : Jousef) ، وسوف يتم توضيح أثر السحب من خلال دراسة حالة للسحب على مصر يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣ .

• دراسة حالة على تأثير السحب على النقل الجوي يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣ :

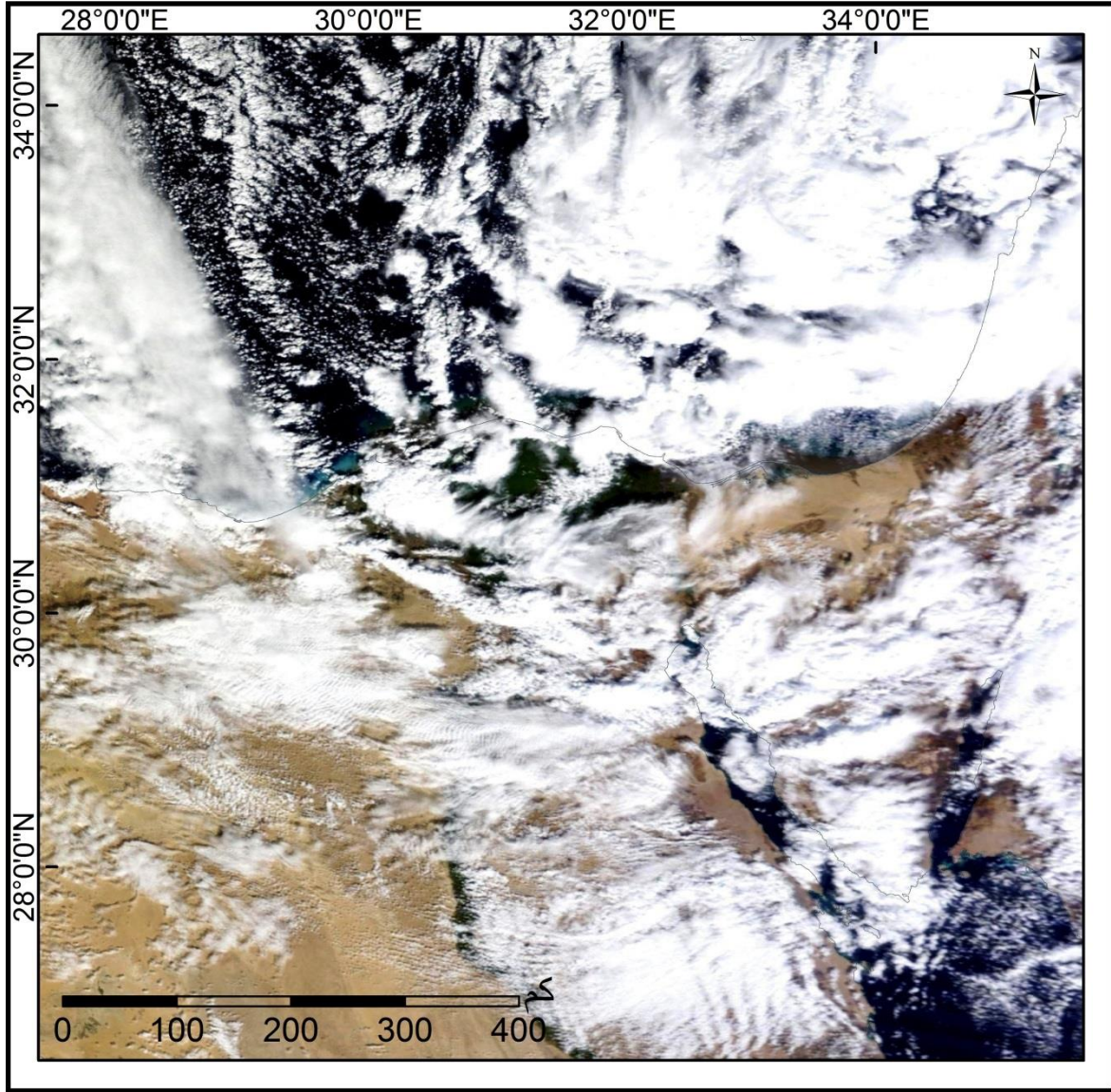
من خلال متابعة الحالة في مرئيات موديس MODIS Image وتم استخدام النطاقات ١ ، ٢ ، ٣ ، Bands لإظهار الحدود بدقة عالية، وتمثل خصائص السحب أحد أهم تلك الاستخدامات من حيث النوع والسمك والحرارة، كما أن التغطية اليومية المتتالية تظهر حركة تلك السحب بوضوح، واستخدمت الدراسة الحالية مرئية فضائية MODIS Composite bands لإظهار حركة السحب ، بالإضافة إلى النوع والاتجاه، كما يتضح من تحليل مرئية (١٦) ما يلي :

- كمية السحب التي غطت مصر خلال المنخفض من النوع الركام المزني المنخفض ، وسجلت درجة الحرارة في هذا اليوم أدنى درجات الحرارة خلال هذا العام حيث بلغت ٤ م في الإسكندرية ، ٦ م في مطار القاهرة ، ووصل ارتفاع قاعدة السحب عن مستوى سطح البحر ٤٥٠ م . وبلغ مستوي الرؤية الأفقية على الأرض ٦٧٠ م ، ومستوى الرؤية داخل السحب لم يزد عن ٢٠٠ م .

- تعد هذه الظروف غير مواتية لإقلاع الرحلات الجوية أو استقبال الرحلات الآتية من المطارات الأخرى ، فوجد أنه تم إغلاق كافة مطارات الساحل الشمالي وشبه جزيرة سيناء وجنوب الدلتا وتمثلت في مرسى مطروح ، والعلمين ، وبرج العرب ، والإسكندرية ، وبورسعيد ، والعريش ، والجورة ، وسانت كاترين ، والقاهرة ، وأكتوبر ، والطور ، وشرم الشيخ، منذ الساعة الواحدة صباحا يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣ ، حتى الساعة العاشرة مساء ، كما استخدمت الرحلات الجوية الآتية إلى مطار القاهرة ، وبرج العرب ، والعريش ، وسانت كاترين المطارات البديلة مؤقتا ، ويعزى ذلك إلى صعوبة الهبوط في المطارات الأساسية لانخفاض مستوى الرؤية الأفقية بها ، مما ترتب على ذلك خسائر مادية بلغت ٩٧٠ ألف جنيه .

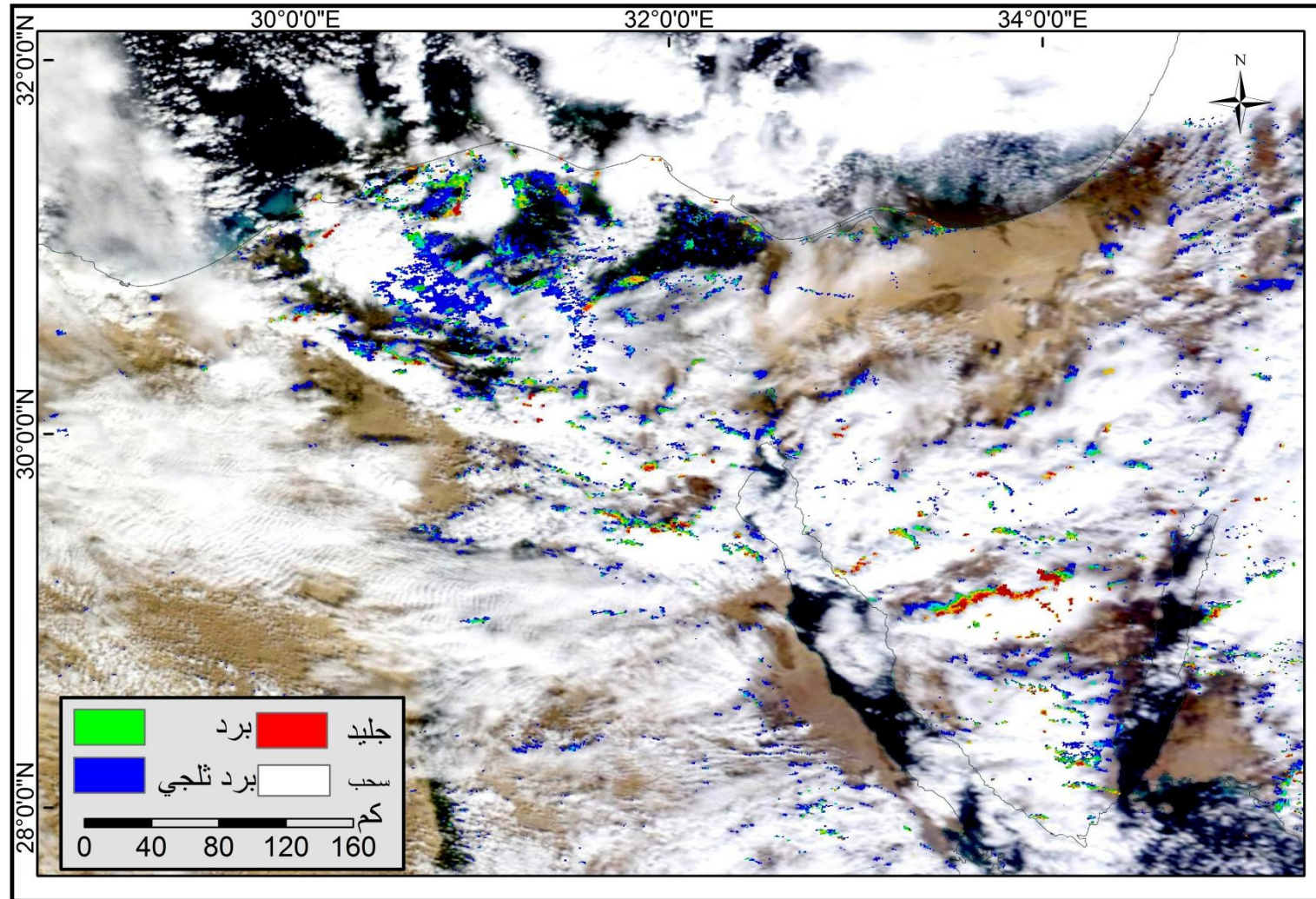
- لقد صاحب هذه السحب تساقط البرد الثلجي كما هو موضح من مرئية (١٧) والذي شكل خطرا كبيرا على سلامة الرحلات الجوية ، حيث إنه عمل على انعدام الرؤية الأفقية ،

بالإضافة إلى زيادة وزن الطائرة لتراكم الجليد على جسمها مما حد من سرعة الطائرة الحقيقية ، فضلا على إنه عمل على إيقاف الخصائص الديناميكية للطائرة .



المصدر : مرئية فضائية باستخدام المستشعر موديس Modis يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣.

مرئية (١٦) مرئية فضائية باستخدام المستشعر موديس Modis يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣ توضيح السحب على مصر



المصدر : مرئية فضائية باستخدام المستشعر موديس Modis يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣.

مرئية (١٧) مرئية فضائية باستخدام المستشعر موديس Modis يوم ١٣ ديسمبر ٢٠١٣ لمكونات السحب على مصر

الخلاصة :

تناول هذا الفصل بعض ظواهر الطقس الفجائية الحرجة وتأثيرها على النقل الجوي ، ولقد اتضح من الدراسة أن :

- تتمثل هذه الظواهر في (العواصف الرملية والترابية ، والضباب والشابورة ، والعواصف الرعدية ، والسحب) .
- يعد الساحل الشمالي أكثر عرضة للعواصف الرملية والترابية ، والضباب ، والشابورة ، والعواصف الرعدية ، ومرور السحب ، وتقل هذه الظواهر بالاتجاه نحو الداخل .
- تؤثر كافة هذه الظواهر على مستوى الرؤية الأفقية ، مما يشكل خطر على سلامة النقل الجوي ، وأدى ذلك إلى تأجيل الرحلات أو إغلاق المطار أو تحويل الرحلات الجوية إلى المطارات البديلة ، مما يزيد من الأعباء الإقتصادية .

الفصل السادس

النمذجة المكانية للمطارات المصرية في ضوء المعايير المناخية

مقدمة .

أولا : التحليل التقني لنمذجة أفضل المواقع للمطارات الجديدة .

- ١- أهداف إنشاء النموذج الرقمي .
- ٢- المعايير المستخدمة في عملية النمذجة .
- ٣- البيانات المستخدمة في بناء النموذج .
- ٤- تجهيز وإنتاج البيانات لبناء النموذج .
- ٥- مرحلة بناء النموذج .
- ٦- مخرجات النموذج .

ثانيا : تحليل مخرجات النموذج .

- ١- تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفقا لمعايير الدراسة .
- ٢- تقييم المطارات القائمة حاليا طبقا للنموذج .
- ٣- خريطة تصنيف مصر لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة .
- ٤- إنتاج خريطة أفضل المواقع للمطارات الجديدة وفق النموذج .

الخلاصة .

مقدمة :

تعد عملية النمذجة أفضل الأدوات التحليلية التي يتيحها برنامج Arc GIS ، فمن خلالها يمكن بناء نماذج مركبة لمحاكاة الظواهر المختلفة ، مما يجعلها بيئة مثالية لتوزيع الظاهرة ، وسيتناول هذا الفصل تحليل الملائمة المكانية Spatial suitability للمطارات المصرية ، من حيث التحليل التقني لها ، وتقييم المطارات الحالية وكيفية تنميتها، وتقييم مدى ملائمة مصر لإنشاء مطارات جديدة بالنسبة للمعايير المناخية ، واختيار أفضل المواقع لها على النحو الآتي .

أولا : التحليل التقني لنمذجة أفضل المواقع للمطارات الجديدة :

طبقا لما تم دراسته في الفصول السابقة لمتغيرات العناصر المناخية وأثرها على النقل الجوي، وبناءا عليه تم إعداد نموذج رقمي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية من خلال الآتي :

١- أهداف إنشاء النموذج الرقمي :

- تقييم مواقع المطارات القائمة حاليا .
- تحديد أفضل اتجاهات للتوسع لبعض المطارات القائمة.
- تصنيف مصر لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق المعايير المناخية والمعايير الأخرى .
- اقتراح أنسب المواقع لإنشاء مطارات جديدة في المستقبل .

٢- المعايير المستخدمة في عملية النمذجة :

تم تحديد مجموعة من المعايير التي يجب مراعاتها عند اختيار موقع مطار جديد وتمثلت هذه المعايير كما هي موضحة في جدول (٨٨) ، حيث لا يمكن تحديد مواقع المطارات الجديدة من الناحية المناخية بمفردها دون أن توضع في الاعتبار المعايير الأخرى حتى يكون تحديد الموقع منطقيا ومتكاملا ، وجاءت المعايير المناخية في ثمانية معايير بنسبة بلغت ٦١,٥ % ، وأخذت النصيب الأكبر من المعايير ، وتمثلت في العوامل المناخية التي تؤثر على النقل الجوي من حيث النشأة والتصميم ، أما المعايير الأخرى فبلغت ٣٨,٥ % بعدد خمسة معايير ، وتم تقسيم كل معيار منها إلى ثمانية فئات وفقا لمعدلات التوزيع الجغرافي التي تم دراستها في الفصول الخمسة السابقة ، وتم تحويل كل معيار إلى طبقة داخل برنامج Arc GIS ، وتقسيمها إلى درجات وفق مدى ملائمتها لإنشاء مطار جديد ، والبدء في عملية النمذجة ، حيث تم تقسيم هذه

الفئات إلى درجات لكي تتعامل مع النموذج في النهاية بشكل مباشر ، وبذلك قام التقييم على أساس ثماني درجات ودرجة كل منطقة في مصر من التقييم .

جدول (٨٨) المعايير المستخدمة في عملية النمذجة ونسبتها

م	نوع المعيار	المعايير	العدد	النسبة %
١	١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠	معدل الإشعاع الشمسي	ثمانية معايير	٦١,٥
٢		معدل درجة الحرارة		
٣		معدل سرعة الرياح		
٤		معدل العواصف الرملية والترابية		
٥		معدل السحب		
٦		معدل الضباب		
٧		معدل الشايرة		
٨		معدل العواصف الرملية والترابية		
٩	١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠ ١٠٠	نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)	خمسة معايير	٣٨,٥
١٠		التركيب الجيولوجي		
١١		معدل الانحدار		
١٢		الكثافة السكانية		
١٣		قياس المسافة الفاصلة بين المطار القديم والمطار المتوقع		
		المجموع	١٣	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على متطلبات عملية النمذجة .

٣-البيانات المستخدمة في بناء النموذج :

أ- الخرائط الجيولوجية:

تم رسم الخريطة الجيولوجية لمصر مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠٠ ، وهي تغطي الجمهورية في ٢٠ لوحة من إنتاج هيئة المساحة الجيولوجية ، لتوضيح التركيب الجيولوجي .

ب- بيانات نموذج الارتفاع الرقمي :

تم الاعتماد على بيانات SRTM ، وهو عبارة عن ملف ناتج عن المسح الراداري للتضاريس قام به مكوك الفضاء إنديفور التابع لوكالة الفضاء ناسا عام ٢٠٠٠ ، وهو اختصار لعبارة Shuttle Radar Topography Mission ، ودقة هذه البيانات ٣٠متر.

ج- مواقع المطارات القائمة :

تم الاعتماد على جدول رقم (٤) في الفصل الأول من الدراسة ، لتحديد حرم لكل مطار قائم حتي لا تقام بجواره مطارات جديدة بمسافة لا تقل عن ٦٠ كم .

د- البيانات المناخية :

تم الاعتماد على البيانات المستخدمة في الخمسة فصول السابقة ، وتمثلت في الإشعاع الشمسي ، ودرجة الحرارة ، وسرعة الرياح ، والعواصف الرملية والترابية ، والضباب ، والشابورة ، و السحب ، والعواصف الرعدية .

هـ- الكثافة السكانية :

تم الاعتماد على بيانات الجهاز المركزي للتعبئة والإحصاء ، للحصول على تعداد السكان في مصر بشكل تفصيلي .

٤- تجهيز وإنتاج البيانات لبناء النموذج :

تم بناء النموذج على عدة خطوات حسب نوع البيانات وتمثلت في :

أ- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتم استخدامه في عمليتين :

- العملية الأولى تصنيف مناطق الجمهورية حسب نموذج الارتفاع الرقمي ، حيث تم عمل إعادة تصنيف Reclassify لنموذج الارتفاع الرقمي لمناطق الجمهورية .
- العملية الثانية هي استخدامه في إنتاج خريطة معدل الانحدار ، ثم القيام بعملية إعادة تصنيف Reclassify ، لإنشاء خريطة معدل الانحدار.

ب- حساب المسافة الإقليدية Euclidean Distance :

- تم حسابه لمواقع المطارات الحالية ، حيث تم إنتاج خريطة من نوع البيانات الشبكية Raster تحتوى على قيم تعبر عن المسافة بالمتر من أقرب مطار لكل خلية ، كما تم عمل إعادة تصنيف لملف المسافة الإقليدية ، وذلك لإنتاج خريطة تعبر عن تصنيف المناطق طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات حسب المسافة من المطارات الحالية .

ج- حساب الكثافة السكانية العامة :

- تم ذلك على مستوى المراكز والأحياء طبقا لبيانات السكان لسنة ٢٠٠٦ ، ثم عمل إعادة تصنيف للمناطق طبقا لمدى ملائمتها لإقامة مطارات حسب الكثافة السكانية.

د- استخدام البيانات المناخية :

- تم استخدام بيانات الإشعاع الشمسي ، ودرجة الحرارة ، وسرعة الرياح ، والعواصف الرملية والترابية ، والضباب ، والشابورة ، والسحب ، والعواصف الرعدية للمحطات المناخية على مستوى الجمهورية ، وذلك لعمل اشتقاق Interpolation لتمثيل هذه البيانات على مستوى الجمهورية بشكل كلي .

هـ- مرحلة بناء النموذج :

تم خلال هذه المرحلة إدخال كافة البيانات السابقة التى تم تجهيزها وإنتاجها ، وعمل Reclassify ، وتحديد وزن نسبي Weighted Overlay لكل المعايير السابقة ، وادخالها كما هو موضح في جدول (٨٩) ، وتم زيادة الوزن النسبي لكل من المعايير المناخية ، لأنها الأساس في عملية النمذجة .

جدول (٨٩) الوزن النسبي لمعايير النموذج

المعيار	الوزن النسبي %
جيولوجية المنطقة	٥
نموذج الارتفاع الرقمي	٥
معدل الانحدار	٥
الكثافة السكانية العامة	٧
القرب من المطارات الحالية	٦
درجة الحرارة	٩
الرياح	٩
الضباب	٩
الشابورة	٩
السحب	٩
الإشعاع الشمسي	٩
العواصف الرملية والترابية	٩
العواصف الرعدية	٩
الإجمالي	١٠٠

المصدر : تم إعداده لاستكمال متطلبات عملية النمذجة .

٦- مخرجات النموذج :

نتج عن هذا النموذج خريطة لمدى ملائمة كل معيار من المعايير لإنشاء مطارات جديدة ، و ملف بيانات شبكية Raster في شكل بياني ، وتقييم للمطارات الحالية ، وإخراج خريطة لتصنيف مصر وفق مدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة ، كما تم إنتاج خريطة أفضل مواقع للمطارات وفق المعايير السابق تحديدها مستقبلا ، وسوف يتم توضيح هذه النتائج بشئ من التفصيل .

ثانيا : تحليل مخرجات النموذج :

١- تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفقا لمعايير

النموذج :

أ- الإشعاع الشمسي :

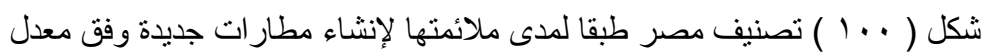
تبيين من تحليل جدول (٩٠) وشكل (١٠٠) مايلي :

- تعد منطقة جنوب وجنوب شرق مصر ومنطقة الداخلة والخارجة هي الأمثل لإقامة مطارات جديدة ، حيث جاءت من ناحية التصنيف في الدرجة الأولى ، ويعزى ذلك إلى زيادة عدد ساعات السطوع الشمسي ، وقلة التكلفة الناتجة عن الإضاءة ، فبلغ معدل الساعات الشمسية فيها ١٠,٨ ساعة فأكثر ، بمساحة قدرها ١٣٣٢٠,٥ كم^٢ ، بنسبة ١٣,٤ % من إجمالي مساحة مصر .
- أخذت الدرجة الثانية النسبة الأكبر من مساحة مصر لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة بمساحة بلغت ٢٧٠٩٢٦,٢ كم^٢ بنسبة ٢٧,٢ % ما يزيد عن ربع مساحة مصر ، وتقع في الثلث الجنوبي من مصر .
- يعد الساحل الشمالي والدلتا أقل مناطق مصر ملائمة لإنشاء مطارات جديدة ، حيث جاء في الدرجة الثامنة للتصنيف ، وذلك وفق عدد ساعات السطوع الشمسي التي بلغت أدناها من ٩,٤ إلى أقل من ٩,٦ ساعة ، مما يزيد من معدل استهلاك الكهرباء ، بمساحة قدرها ٧٣١٣٨,٤ كم^٢ بنسبة ٧,٣ % من إجمالي مساحة مصر .
- ازدياد الملائمة لإنشاء مطارات جديدة بالاتجاه جنوبا ، وذلك للقرب من وجود مدار السرطان وزيادة عدد ساعات السطوع الشمسي .
- تتماثل الدرجة الثالثة والرابعة والخامسة والسادسة والسابعة من حيث المساحة تقريبا في مدى ملائمتها لإقامة مطارات جديدة حيث بلغت ٤٣ % من المساحة الإجمالية لمصر .

جدول (٩٠) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل الإشعاع الشمسي

رقم الفئة	فئات السطوع الشمسي بالساعة	درجة الملائمة	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	١٠,٨ فأكثر	الدرجة الأولى	١٣٣٢٠,٦	١٣,٤
٢	١٠,٦ إلى أقل من ١٠,٨	الدرجة الثانية	٢٧٠٩٢٦,٢	٢٧,٢
٣	١٠,٤ إلى أقل من ١٠,٦	الدرجة الثالثة	١٢٤٧٨٩,١	١٢,٥
٤	١٠,٢ إلى أقل من ١٠,٤	الدرجة الرابعة	١٠٤٦٣٤,٢	١٠,٥
٥	١٠ إلى أقل من ١٠,٢	الدرجة الخامسة	١٠١٢٥٦,٢	١٠,٢
٦	٩,٨ إلى أقل من ١٠	الدرجة السادسة	١٠٦٣٠٧,٠	١٠,٧
٧	٩,٦ إلى أقل من ٩,٨	الدرجة السابعة	٨١٠٣٠,٠	٨,١
٨	٩,٤ إلى أقل من ٩,٦	الدرجة الثامنة	٧٣١٣٨,٤	٧,٣
	الإجمالي		٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



المصدر : تم إعداده اعتماداً على برنامج Arc GIS ١٠ .

ب- درجة الحرارة :

تبلغ درجة الحرارة المثلى لتصميم المطارات ٢٦ ° م ، وبناء عليه تم تقسيم مصر إلى

درجات لتلائم تصميم مطارات جديدة ، فاتضح من تحليل جدول (٩١) وشكل (١٠١) الآتي :

- تعد منطقة شمال سيناء وجنوب الساحل الشمالي ومنتصف الدلتا هي المنطقة المثلى لإنشاء مطارات جديدة حيث جاءت في الدرجة الأولى في التصنيف ، لأن معدل درجة الحرارة تراوح بين ٢٦ م أقل ٢٧,٤ م ، بمساحة بلغت ٥٧٢٥٨,٨ كم^٢ بنسبة ٥,٨ % ، وتعتبر نسبة ضئيلة ، ولم تزد المساحة كثيرا في الدرجة الثانية والثالثة ، حيث ضمت الساحل الشمالي ومنطقة جنوب الدلتا المصرية حيث بلغت مساحتهما ١٢٨٠١٦,٩ كم^٢ بنسبة ١٢,٩ % ، وتراوح معدل درجة الحرارة في المنطقة الأولى من ٢٤,٦ م وأقل من ٢٦ م وفي المنطقة الثانية من ٢٧,٤ م إلى أقل من ٢٨,٨ م .

- انخفاض درجة الملائمة بالاتجاه جنوبا ، نتيجة إلى ارتفاع درجة الحرارة ، مما يؤدي إلى زيادة أطوال الممرات وزيادة التكلفة الاقتصادية لإنشاء المطارات .

- تقارب الدرجة الرابعة والخامسة والسادسة من حيث المساحة فتتراوح بين ١٢٠٤٧٠,٢ كم^٢ ، ١٣٣٢٩٨,٧ كم^٢ ، وهي المنطقة الوسطى في مصر بنسبة تزيد قليلا عن ثلث مساحة مصر ٣٧,٩ % .

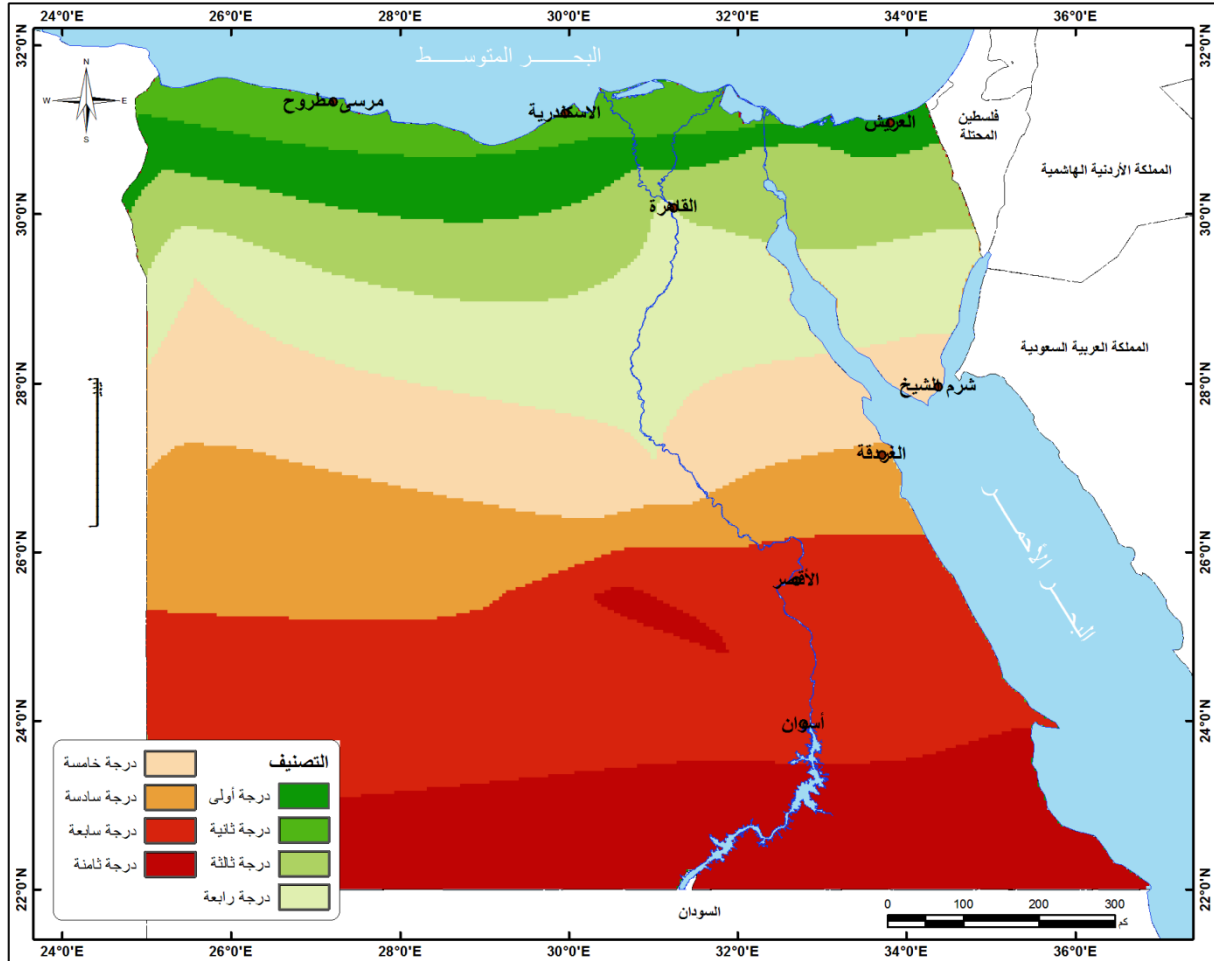
- تعد المساحة الأكبر من مصر غير ملائمة لإنشاء مطارات جديدة لوقوعها في الدرجة السابعة، حيث بلغت ما يزيد عن ربع مساحة مصر ٢٦٠٥١٦,٠ كم^٢ بنسبة ٢٦,٢ % ، وتمتد من ثنية قنا حتى شمال أسوان وسجلت درجة حرارة من ٣٢ م إلى أقل من ٣٣,٤ م .

- جاء في الدرجة الثامنة المناطق ذات درجات الحرارة الأعلى ، وتتمثل في جنوب مصر حيث وجود مدار السرطان ، فسجلت درجة الحرارة ٣٣,٤ م فأكثر ، بمساحة هي الأكبر بعد الدرجة السابعة بلغت ١٧٢٧٢٨,٦ كم^٢ بنسبة ١٧,٤ % من إجمالي مساحة مصر .

جدول (٩١) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل درجة الحرارة

رقم الفئة	فئات درجة الحرارة °م	درجة الملائمة	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	يساوي ٢٦ إلى أقل من ٢٧,٤	الدرجة الأولى	٥٧٢٥٨,٨	٥,٨
٢	يساوي ٢٤,٦ إلى أقل من ٢٦	الدرجة الثانية	٣٤٤٢٠,٣	٣,٥
٣	يساوي ٢٧,٤ إلى أقل من ٢٨,٨	الدرجة الثالثة	٩٣٥٩٦,٦	٩,٤
٤	يساوي ٢٨,٨ إلى أقل من ٣٠,٢	الدرجة الرابعة	١٣٣٢٩٨,٧	١٣,٤
٥	يساوي ٣٠,٢ إلى أقل من ٣١,٦	الدرجة الخامسة	١٢٢٩٩٧,٤	١٢,٤
٦	يساوي ٣١,٦ إلى أقل من ٣٢	الدرجة السادسة	١٢٠٤٧٠,٢	١٢,١
٧	يساوي ٣٢ إلى أقل من ٣٣,٤	الدرجة السابعة	٢٦٠٥١٦,٠	٢٦,٢
٨	يساوي ٣٣,٤ فأكثر	الدرجة الثامنة	١٧٢٧٢٨,٦	١٧,٤
	الإجمالي		٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١٠١) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل درجة الحرارة

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .

ج- سرعة الرياح :

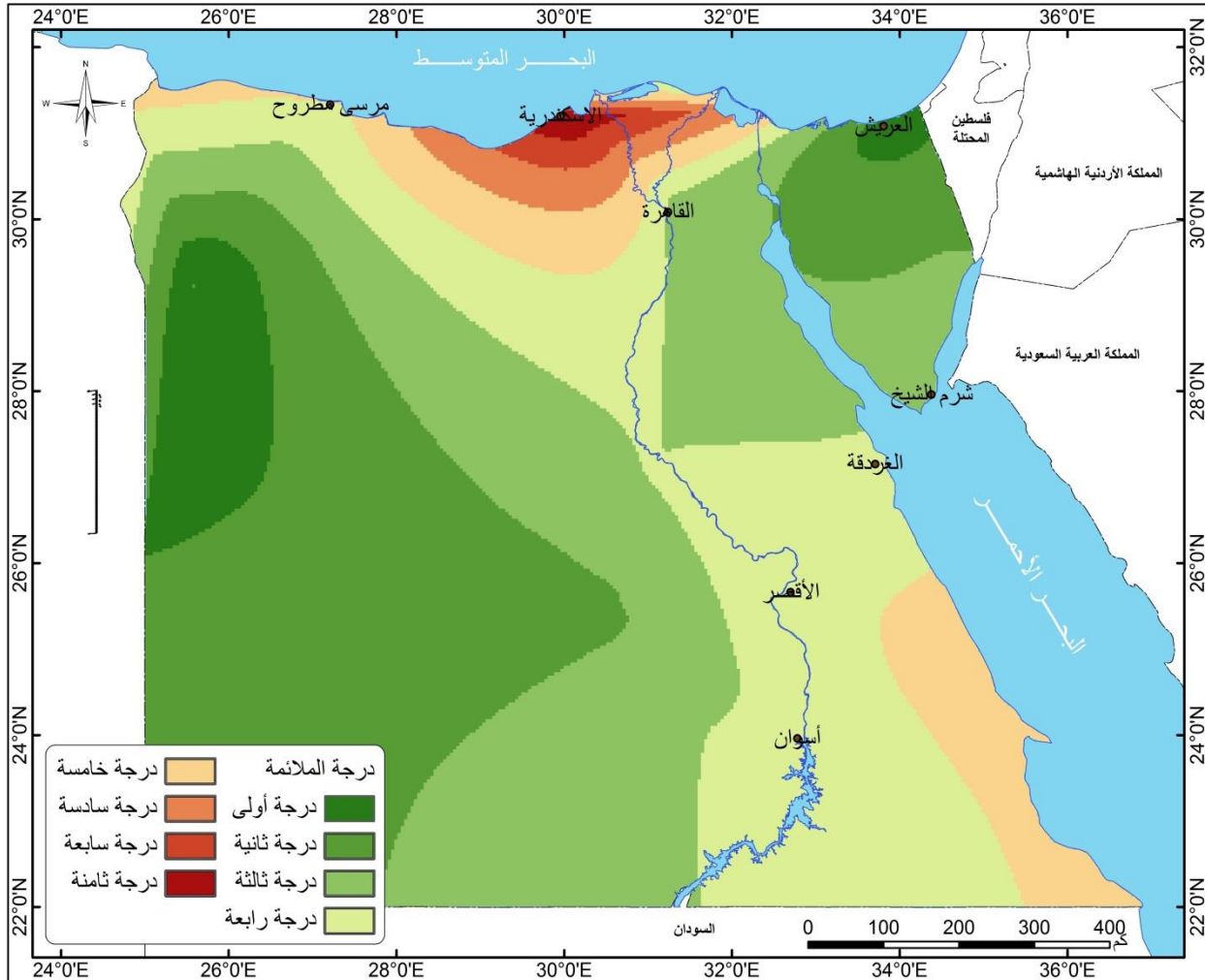
تبيين من تحليل جدول (٩٢) وشكل (١٠٢) ما يلي :

- تعد منطقة سيوه والعريش هي البيئة المثلى لإنشاء مطارات جديدة من حيث سرعة الرياح ، لذلك تحتل الدرجة الأولى في التصنيف ، ولكنها تمثل مساحة منخفضة بلغت ٤٩٣١٨,٨ كم^٢ بنسبة ٥ % من مساحة مصر الإجمالية ، لأنها أقل المناطق في مصر من حيث سرعة الرياح ، حيث بلغت أقل من أو يساوي ٩,٥ كم / ساعة .
- تحتل الدرجة الثانية في التصنيف منطقة وسط شبه جزيرة سيناء وغرب الصحراء الغربية ، وتعد أيضا هي القريبة من البيئة المثلى لإنشاء مطارات جديدة ، حيث بلغت مساحتها ٣١٢٥٣٥,٦ كم^٢ ، أى ما يقرب من ثلث مساحة مصر بنسبة ٣١,٤ % ، وبلغت سرعة الرياح فيها أكثر من ٩,٥ إلى أقل من أو يساوي ١٤,٥ كم / ساعة .
- تحتل الدرجة الثالثة والرابعة ما يزيد عن نصف مساحة مصر ، وتعتبر بيئة متوسطة لإنشاء مطارات جديدة ، وتضم المنطقة الشرقية من الصحراء الغربية ووادي النيل بمساحة ٥٣٠٥٠٧,٥ كم^٢ ، بنسبة بلغت ٥٣,٣ % وتتراوح سرعة الرياح في المنطقة بين أكثر من ١٤,٥ إلى أقل من أو يساوي ١٩,٥ كم / ساعة .
- تمثلت الدرجة الخامسة في جنوب الدلتا وشرق وجنوب شرق البحر الأحمر بمساحة بلغت ٧٦٢٩٨,٩ كم^٢ بنسبة ٧,٧ % من إجمالي مساحة مصر .
- تعد المناطق غير الملائمة لإنشاء مطارات جديدة بالنسبة لسرعة الرياح قليلة جدا ، حيث بلغ إجمالي مساحة الدرجة السادسة والسابعة والثامنة ٢٦٦٢٥,٨ كم^٢ بنسبة ٢,٦ % من إجمالي مساحة مصر ، وتقع في وسط وشمال الدلتا .
- مجمل القول تعد معظم مساحة مصر مناسبة لإقامة مطارات من حيث سرعة الرياح .

جدول (٩٢) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق
معدل سرعة الرياح

رقم الفئة	فئات سرعة الرياح كم / ساعة	درجة الملائمة	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	أقل من أو يساوي ٩,٥	الدرجة الأولى	٤٩٣١٨,٨	٥
٢	أكثر من ٩,٥ إلى أقل من أو يساوي ١٤,٥	الدرجة الثانية	٣١٢٥٣٥,٦	٣١,٤
٣	أكثر من ١٤,٥ إلى أقل من أو يساوي ١٧	الدرجة الثالثة	٢٩٠٠٦٧,٥	٢٩,١
٤	أكثر من ١٧ إلى أقل من أو يساوي ١٩,٥	الدرجة الرابعة	٢٤٠٤٤٠,٠	٢٤,٢
٥	أكثر من ١٩,٥ إلى أقل من أو يساوي ٢٢	الدرجة الخامسة	٧٦٢٩٨,٩	٧,٧
٦	أكثر من ٢٢ إلى أقل من أو يساوي ٢٤,٥	الدرجة السادسة	١٧٤٠٢,٤	١,٧
٧	أكثر من ٢٤,٥ إلى أقل من أو يساوي ٢٧	الدرجة السابعة	٧١١٠,١	٠,٧
٨	أكثر من ٢٧	الدرجة الثامنة	٢١١٣,٣	٠,٢
الإجمالي			٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١٠٢) تصنيف مصر طبقاً لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق

معدل سرعة الرياح

المصدر : تم إعداده اعتماداً على برنامج Arc GIS ١٠ .

د- الضباب :

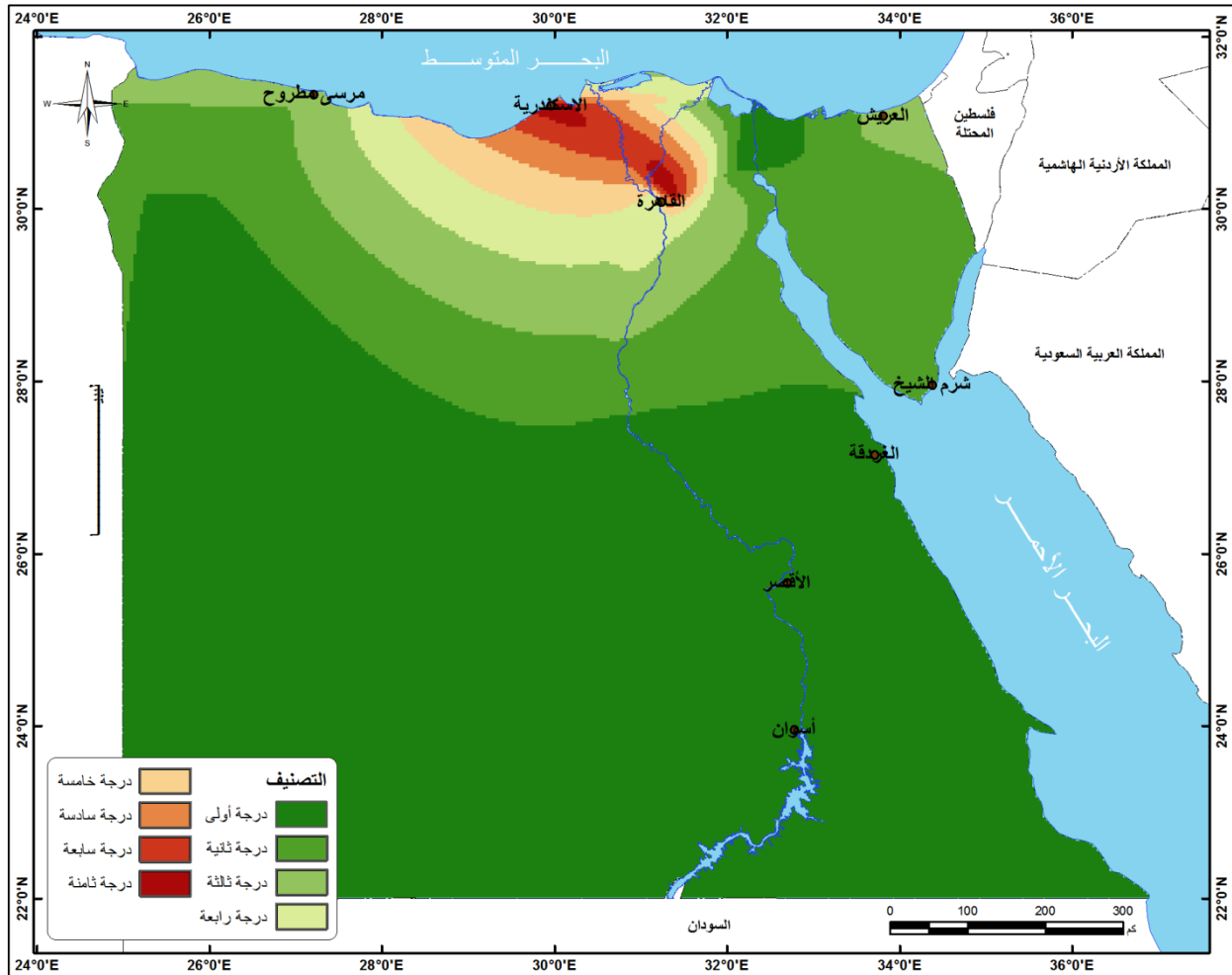
اتضح من تحليل جدول (١٠٣) وشكل (١٢٠) ما يلي :

- يقع ما يقرب من ثلثي مساحة مصر ضمن الدرجة الأولى في التصنيف ، وهي البيئة المثالية لإقامة مطارات بمساحة بلغت ٦٩٦١٦٣,٢ كم^٢ بنسبة ٦٩,٩ % من إجمالي مساحة مصر ، وتمتد من منطقة المنيا حتى جنوب مصر ، ومن سيوه حتى الجنوب ، وشمال غرب شبه جزيرة سيناء ، وذلك نتيجة لانخفاض معدل الضباب ، حيث تراوح بين صفر إلى أقل من ٢,٩ يوم .
- تمتد الدرجة الثانية في التصنيف إلى الشمال مباشرة من الدرجة الأولى ، وفي معظم شبه جزيرة سيناء ، وبمساحة أقل بلغت ١٦٦٦٦٠,٦ كم^٢ ، بنسبة ١٦,٧ % ، حيث تراوح معدل الضباب بين ٢,٩ وأقل ٥,٨ يوم ، وهي البيئة الأقرب للمثالية لإنشاء مطارات جديدة بعد الدرجة الأولى .
- بلغت مساحة الدرجة الثالثة في التصنيف ٦٥٥٤٠,٨ كم^٢ بنسبة ٦,٦ % من إجمالي مساحة مصر ، وهي تقع إلى الشمال من منطقة تصنيف الدرجة الثانية .
- تعد منطقة جنوب ووسط وشمال الدلتا هي المنطقة الغير ملائمة لإنشاء مطارات جديدة من حيث معدل الضباب حيث أخذت الدرجات الرابعة والخامسة والسادسة والسابعة والثامنة في التصنيف ، وهي تعد منطقة صغيرة بمساحة بلغت ٦٦٩٢٢ كم^٢ ، بنسبة ٦,٧ % من إجمالي مساحة مصر ، ومرد ذلك إلى ارتفاع معدل عدد أيام الضباب فتراوح بين ٢٠,٣ إلى أقل من ١١,٦ يوم .
- انخفاض مدى ملائمة مصر لإنشاء مطارات جديدة بالاتجاه ناحية الشمال بوجه عام والدلتا بوجه خاص ، نظرا لارتفاع معدل الضباب بها .

جدول (٩٣) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق
معدل الضباب

رقم الفئة	فئات معدل الضباب يوم	درجة الملائمة	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	يساوي صفر إلى أقل من ٢,٩	الدرجة الأولى	٦٩٦١٦٣,٢	٦٩,٩
٢	يساوي ٢,٩ إلى أقل من ٥,٨	الدرجة الثانية	١٦٦٦٦٠,٦	١٦,٧
٣	يساوي ٥,٨ إلى أقل من ٨,٧	الدرجة الثالثة	٦٥٥٤٠,٨	٦,٦
٤	يساوي ٨,٧ إلى أقل من ١١,٦	الدرجة الرابعة	٣١٨١٥,٩	٣,٢
٥	يساوي ١١,٦ إلى أقل من ١٤,٥	الدرجة الخامسة	١٦٤٠٧,٥	١,٦
٦	يساوي ١٤,٥ إلى أقل من ١٧,٤	الدرجة السادسة	٨٩٦٧,٩	٠,٩
٧	يساوي ١٧,٤ إلى أقل من ٢٠,٣	الدرجة السابعة	٧٧٤٦,٤	٠,٨
٨	يساوي ٢٠,٣ فأكثر	الدرجة الثامنة	١٩٨٤,٤	٠,٢
	الإجمالي		٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١٠٣) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل الضباب

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .

هـ - الشابورة :

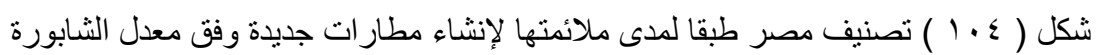
تبين من تحليل جدول (٩٤) وشكل (١٠٤) مايلي :

- انخفاض معدل الشابورة على مصر بشكل عام ، مما جعلها بيئة مناسبة لإنشاء مطارات جديدة ، حيث أخذت الدرجة الأولى معظم مساحة مصر حيث بلغت ٦٩٦٢١٩,٦ كم^٢ بنسبة ٧٠ % ، وتمتد من دائرة عرض ٣٠ ° شمالا حتى جنوب مصر ، وتشمل أيضا منطقة سيوه ، والبحيرات المره وشرق بحيرة المنزلة ، وتعد أقل مناطق مصر تعرضا للشابورة ، حيث تراوح معدلها بين صفر إلى أقل من ١١,٥ يوم .
- تحتل الدرجة الثانية في المناطق الملائمة لإنشاء مطارات جديدة مساحة بلغت ١٤١١١٢,١ كم^٢ بنسبة ١٤,٢ % ، وتمتد من جنوب غرب السويس والغردقة شرقا وتتجه ناحية الغرب لتشمل المنيا وأسيوط ، وتتجه نحو الشمال الغربي لتضم مرسى مطروح والسلوم ، حيث بلغ معدل الشابورة ١١,٥ إلى أقل من ٢٣ يوم .
- احتلت الدرجات الثالثة والرابعة والخامسة والسادسة والسابعة في التصنيف مساحة لا تتجاوز ١٥,٩ % من إجمالي مساحة مصر ، وتمثلت في شبه جزيرة سيناء وغرب خليج السويس والدلتا المصرية وشرقها وغربها وتراوح معدل الشابورة بين ٣٤,٥ إلى أقل من ٨٠,٥ يوم .
- انخفاض مدى الملائمة لإنشاء مطارات جديدة بالاتجاه نحو القاهرة ، حيث احتلت الدرجة الثامنة ، بمساحة قليلة بلغت ٧٧٨,٢ كم^٢ بنسبة ٠,١ % ، ويعزى ذلك لزيادة معدل الشابورة، فبلغ أكثر من أو يساوي ٨٠,٥ يوم .

جدول (٩٤) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل الشابورة

رقم الفئة	فئات معدل الشابورة يوم	درجة الملائمة	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	يساوي صفر إلى أقل من ١١,٥	الدرجة الأولى	٦٩٦٢١٩,٦	٧٠
٢	يساوي ١١,٥ وأقل من ٢٣	الدرجة الثانية	١٤١١١٢,١	١٤,٢
٣	يساوي ٣٤,٥ إلى أقل من ٤٦	الدرجة الثالثة	٩٦٧٠٧,١	٩,٧
٤	يساوي ٣٤,٥ إلى أقل من ٤٦	الدرجة الرابعة	٤٠٥١١,٠	٤,١
٥	يساوي ٤٦ إلى أقل من ٥٧,٥	الدرجة الخامسة	١٢٣٦٣,٢	١,٢
٦	يساوي ٥٧,٥ إلى أقل من ٦٩	الدرجة السادسة	٥٠٧٣,٩	٠,٥
٧	يساوي ٦٩ إلى أقل من ٨٠,٥	الدرجة السابعة	٢٥٢١,٤	٠,٣
٨	يساوي ٨٠,٥ فأكثر	الدرجة الثامنة	٧٧٨,٢	٠,١
	الإجمالي		٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



۳.۴

و- العواصف الرملية والترابية :

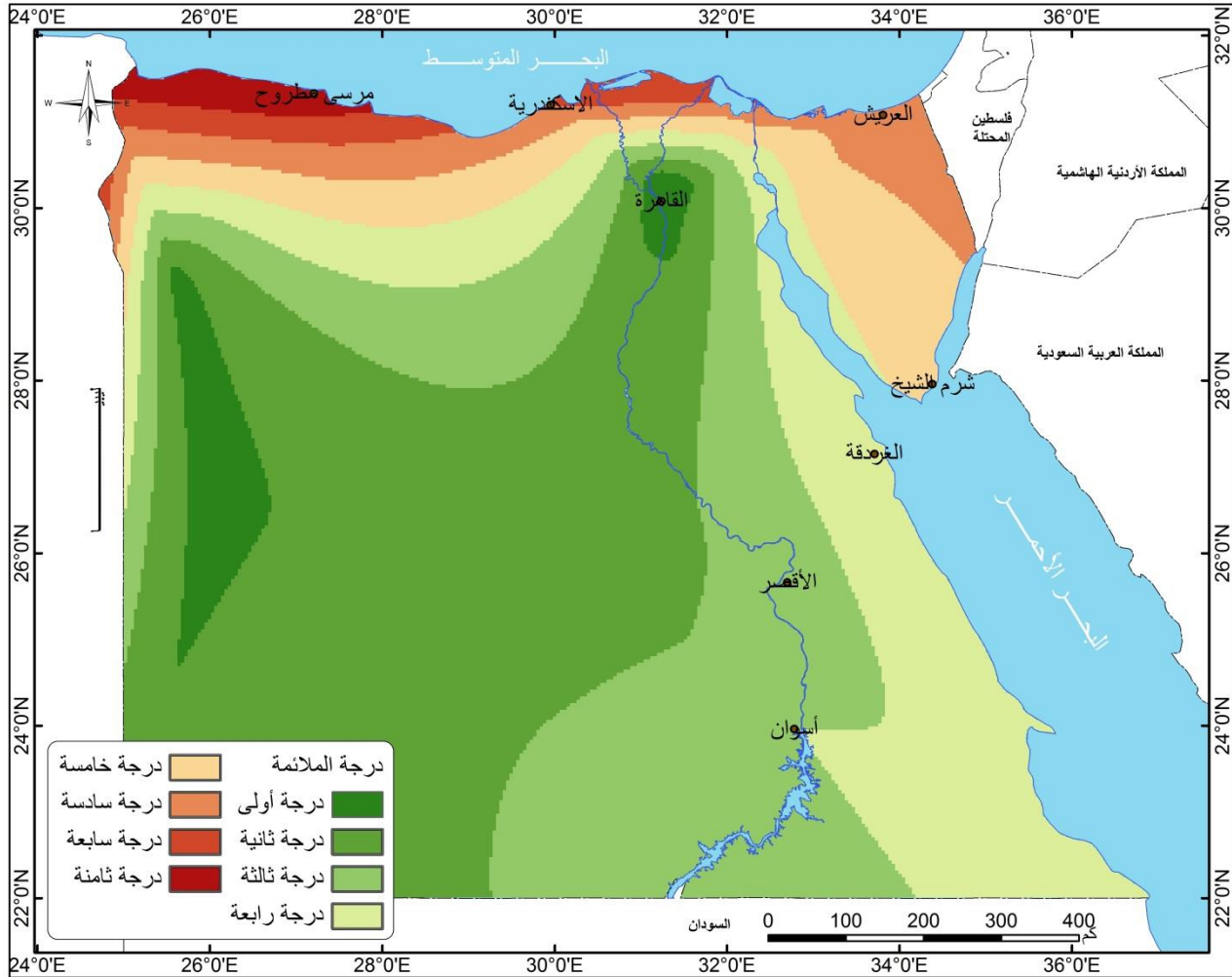
تبين من تحليل جدول (٩٥) وشكل (١٠٥) ما يلي :

- تدني مساحة الدرجة الأولى في التصنيف ، حيث بلغت ٣٤١٧٢,٠ كم^٢ بنسبة لا تتجاوز ٣,٤ % من إجمالي مساحة مصر ، نظرا لموقع مصر الجغرافي الجاف وشبه الجاف الذي أدى إلى كثرة العواصف الرملية والترابية ، والتي تشمل منطقة القاهرة ، وبهتيم ، والجيزة ، وأقصى غرب مصر ، وتراوح عدد أيام العواصف الرملية والترابية بين ١١٥ إلى أقل من ١٢٩ يوم .
- تعد الدرجة الثانية ذات المساحة الأكبر فبلغت ٤٠٤٣٨٨,٦ كم^٢ بنسبة ٤٠,٦ % ، وهي الأقرب للمثالية ، وتقع معظمها في الصحراء الغربية ، وجنوب غرب مصر ، وفي المنيا وأسيوط ، وبني سويف ، وتراوح عدد أيام العواصف الرملية والترابية بين ١٢٩ إلى أقل من ١٤٣ يوم .
- احتلت الدرجة الثالثة ربع مساحة مصر من حيث ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة بمساحة بلغت ٢٥٣٦٩٢,٩ كم^٢ بنسبة ٢٥,٥ % ، وتقع في منطقة الأقصر ، وأسوان ، وهضبة الجلالة البحرية ، والفيوم حيث تراوح عدد أيام العواصف الرملية والترابية بين ١٤٣ إلى أقل من ١٥٧ يوم .
- انخفاض مدى الملائمة لإنشاء مطارات جديدة ببقية مصر ، ومرد ذلك إلى زيادة عدد أيام العواصف الرملية والترابية ، حيث احتلت منطقة شمال غرب شبه جزيرة سيناء ، ومعظم الدلتا ، وشمال الصحراء الغربية الدرجات الخامسة والسادسة والسابعة والثامنة في التصنيف بنسبة ١٣,٩ % من إجمالي مساحة مصر .

جدول (٩٥) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل العواصف الرملية والترابية

رقم الفئة	فئات معدل الشبورة يوم	درجة الملائمة	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	يساوي ١١٥ إلى أقل من ١٢٩	الدرجة الأولى	٣٤١٧٢,٠	٣,٤
٢	يساوي ١٢٩ إلى أقل من ١٤٣	الدرجة الثانية	٤٠٤٣٨٨,٦	٤٠,٦
٣	يساوي ١٤٣ إلى أقل من ١٥٧	الدرجة الثالثة	٢٥٣٦٩٢,٩	٢٥,٥
٤	يساوي ١٥٧ إلى أقل من ١٧١	الدرجة الرابعة	١٦٤٥٣٦,٣	١٦,٥
٥	يساوي ١٧١ إلى أقل من ١٨٥	الدرجة الخامسة	٦٧٩٠١,١	٦,٨
٦	يساوي ١٨٥ إلى أقل من ١٩٩	الدرجة السادسة	٤٢٤٣٢,١	٤,٣
٧	يساوي ١٩٩ إلى أقل ٢١٣	الدرجة السابعة	١٧٩٥٠,٧	١,٨
٨	يساوي ٢١٣ فأكثر	الدرجة الثامنة	١٠٢١٢,٩	١,٠
الإجمالي			٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١٠٥) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل العواصف الرملية والترابية

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .

ز- السحب :

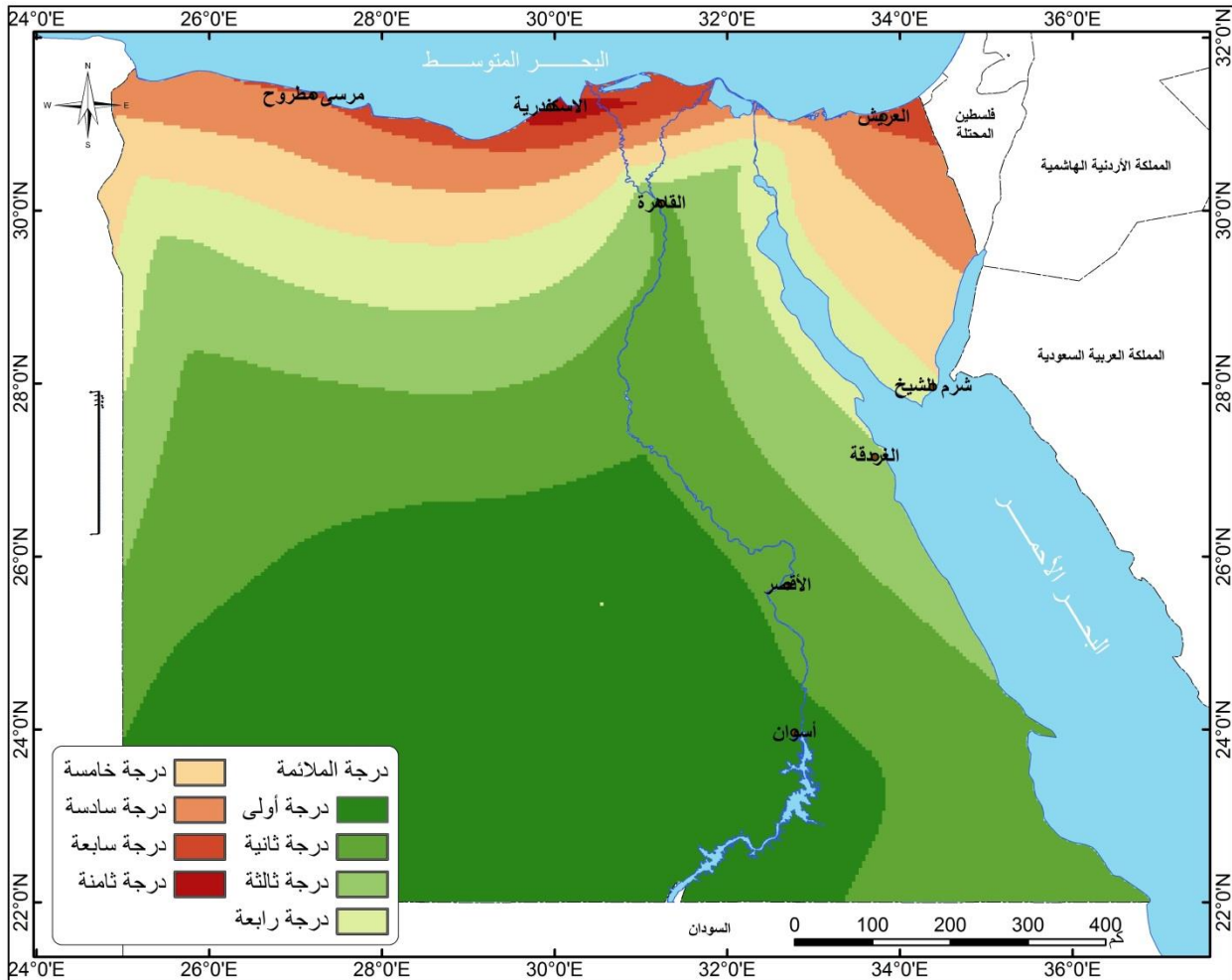
تبين من تحليل جدول (٩٥) وشكل (١٠٦) ما يلي :

- يعد أكثر من ثلث مساحة مصر ملائمة لإنشاء مطارات جديدة ، حيث يقع ضمن الدرجة الأولى في التصنيف بمساحة بلغت ٣٨٠٦٩٦,٥ كم^٢ بنسبة ٣٨,٢ % ، وتمتد هذه المنطقة من أسوان جنوبا وتتجه غربا لتشمل الداخلة ، والخارجة ، وشرق العوينات ، وجنوب غرب مصر ، وذلك لانخفاض نسبة السحب وفق النظام العشري فتتراوح بين ٥,٨ إلى أقل من ٩,٨ % .
- جاءت ربع مساحة مصر تقريبا في الدرجة الثانية ، وهي الأقرب للمثالية من حيث نشأة مطارات جديدة بمساحة بلغت ٢٥٨٢٨٩,٨ كم^٢ بنسبة ٢٦ % ، حيث تتمثل في جنوب شرق مصر ، ومن شمال أسوان حتى القاهرة على امتداد وادي النيل وشمال الداخلة والخارجة ، حيث بلغ معدل نسبة تكون السحب ٩,٨ إلى أقل من ١٣,٨ % .
- يعد ما يزيد عن ثمن مساحة مصر ضمن الدرجة الثالثة بمساحة بلغت ١٣٤١٠٠,٣ كم^٢ بنسبة ١٣,٥ % ، وتقع إلى الشمال مباشرة من الدرجة الثانية ، حيث تراوح فيها معدل نسبة السحب بين ١٣,٨ إلى أقل من ١٧,٨ % .
- انخفاض مدى الملائمة لإنشاء مطارات جديدة بالاتجاه ناحية الشمال ، فوجد أن المنطقة الممتدة من القاهرة والفيوم وسيوه جنوبا حتى الساحل الشمالي وشبه جزيرة سيناء تقع ضمن الدرجة الرابعة حتى الثامنة بمساحة تقرب من ربع مصر بنسبة ٢٢,٣ % ، نظرا لزيادة معدل نسبة تكون السحب التي تتراوح بين ٣٣,٨ % و ١٧,٨ % .

جدول (٩٦) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل السحب

رقم الفئة	فئات معدل نسبة السحب	التصنيف	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	يساوي ٥,٨ إلى أقل من ٩,٨	الدرجة الأولى	٣٨٠٦٩٦,٥	٣٨,٢
٢	يساوي ٩,٨ إلى أقل من ١٣,٨	الدرجة الثانية	٢٥٨٢٨٩,٨	٢٦
٣	يساوي ١٣,٨ إلى أقل من ١٧,٨	الدرجة الثالثة	١٣٤١٠٠,٣	١٣,٥
٤	يساوي ١٧,٨ إلى أقل من ٢١,٨	الدرجة الرابعة	٧٦٣٢٧,٤	٧,٧
٥	يساوي ٢١,٨ إلى أقل من ٢٥,٨	الدرجة الخامسة	٧٣٠٩٢,٠	٧,٣
٦	يساوي ٢٥,٨ إلى أقل من ٢٩,٨	الدرجة السادسة	٥٤٧٢٣,٦	٥,٥
٧	يساوي ٢٩,٨ إلى أقل من ٣٣,٨	الدرجة السابعة	١٥٨٥١,٩	١,٦
٨	يساوي ٣٣,٨ فأكثر	الدرجة الثامنة	٢٢٠٥,٢	٠,٢
	الإجمالي		٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١٠٦) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق

معدل السحب

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .

ج- العواصف الرعدية :

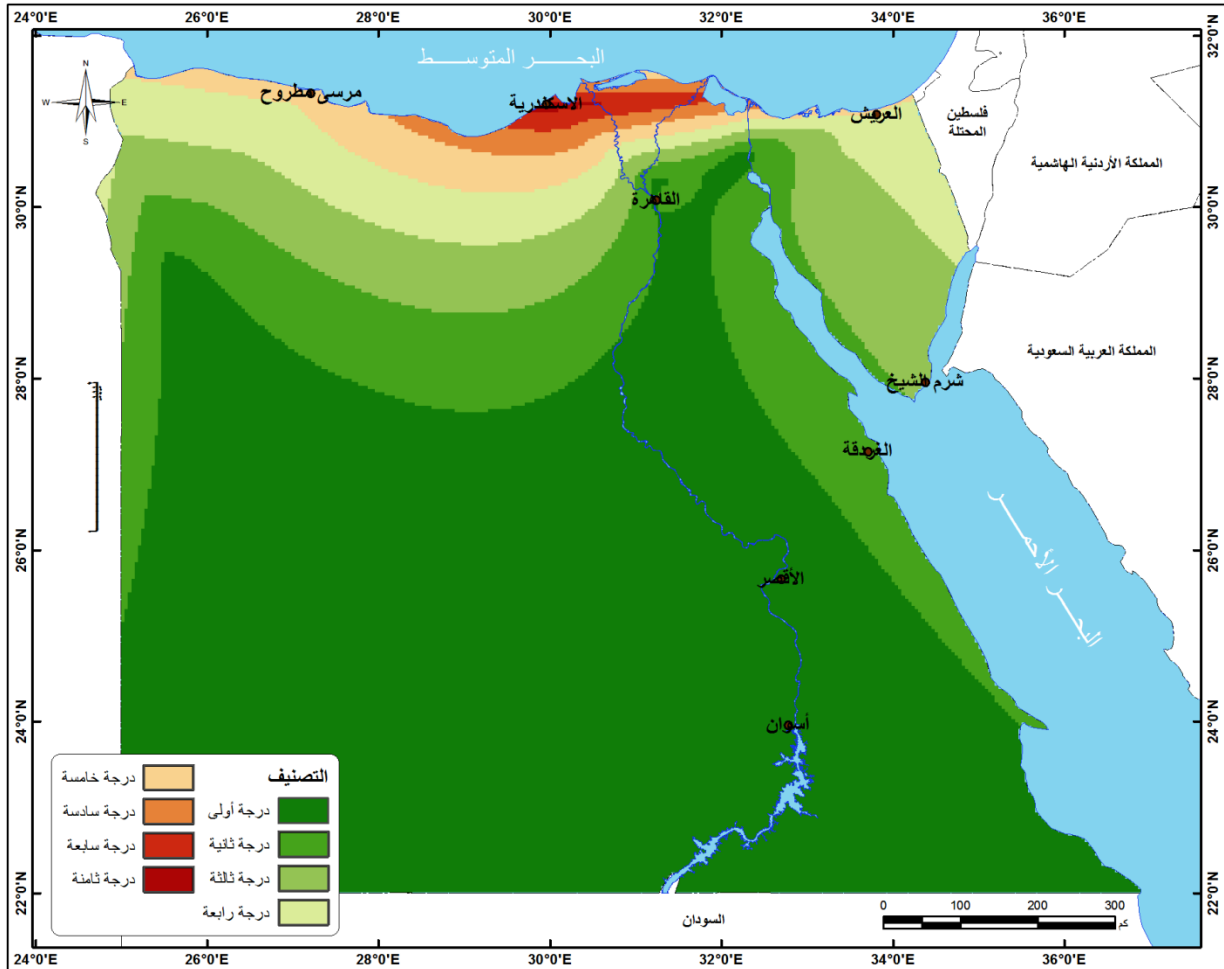
تبين من دراسة جدول (٩٧) وشكل (١٠٧) مايلي :

- يقع قرابة ثلثي مساحة مصر ضمن الدرجة الأولى في التصنيف ، الذي يلائم إنشاء مطارات جديدة ، نظرا لقلّة مرور العواصف الرعدية ماعدا المنطقة الشمالية منها ، بمساحة بلغت ٦٥٧٣٨٢,١ كم^٢ بنسبة ٦٦ % .
- جاءت الدرجات الثانية والثالثة بما يقرب من ربع مساحة مصر حيث بلغت ٢٣٥٣١٢,٣ كم^٢ بنسبة ٢٣,٧ % ، وتشمل غرب البحر الأحمر ، وشرق وغرب خليج السويس ، ومعظم شبه جزيرة سيناء ما عدا الجزء الشمالي الغربي والشمالي منها ، ومنطقة القاهرة ، وبني سويف، والفيوم ، وبالاتجاه غربا حتى سيوه ، ومرد ذلك لانخفاض المتوسط السنوي لتكرار العواصف الرعدية .
- انخفاض مدى الملائمة لإنشاء مطارات جديدة بالاتجاه شمالا في بقية مصر حيث زيادة تكرار العواصف الرعدية ولذلك جاءت في الدرجة الخامسة حتى الثامنة في التصنيف بنسبة ٥,٣ % من إجمالي مساحة مصر .

جدول (٩٧) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق معدل العواصف الرعدية

رقم الفئة	فئات معدل العواصف الرعدية	درجة الملائمة	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	يساوي صفر إلى أقل من ١,٢	الدرجة الأولى	٦٥٧٣٨٢,١	٦٦
٢	يساوي ١,٢ إلى أقل من ٢,٤	الدرجة الثانية	١٤٣٨٢٦,٩	١٤,٥
٣	يساوي ٢,٤ إلى أقل من ٣,٦	الدرجة الثالثة	٩١٤٨٥,٤	٩,٢
٤	يساوي ٣,٦ إلى أقل من ٤,٨	الدرجة الرابعة	٥٩٩٧١,٧	٦,٠
٥	يساوي ٤,٨ وأقل من ٦	الدرجة الخامسة	٢٥٦٧٦,٦	٢,٦
٦	يساوي ٦ إلى أقل من ٧,٢	الدرجة السادسة	١٠٦٠٦,٩	١,١
٧	يساوي ٧,٢ إلى أقل من ٨,٤	الدرجة السابعة	٥٣٦٢,٢	٠,٥
٨	يساوي ٨,٤ فأكثر	الدرجة الثامنة	٩٧٤,٧	٠,١
	الإجمالي		٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١٠٧) تصنيف مصر طبقاً لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق

معدل العواصف الرعدية

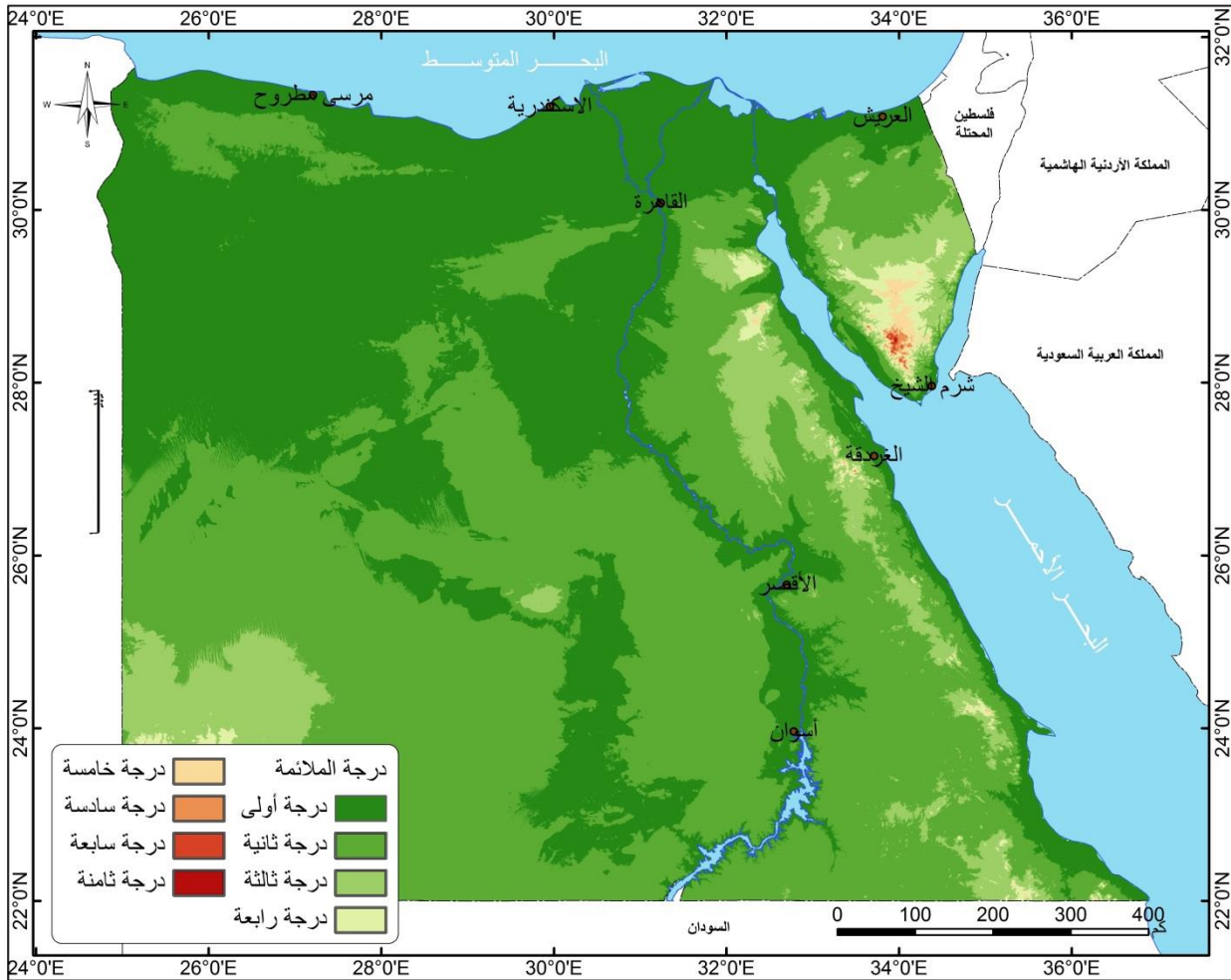
المصدر : تم إعداده اعتماداً على برنامج Arc GIS ١٠ .

ط- نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) :

- يتميز سطح مصر بصفة عامة بأنه بيئة مستوية ماعدا بعض المناطق ذات التضاريس المرتفعة ، وتتمثل في ساحل البحر الأحمر ، وشبه جزيرة سيناء ، وجنوب غرب مصر ، فأتضح من تحليل جدول (٩٨) وشكل (١٠٨) مايلي :
- جاءت الدرجة الأولى بمساحة تزيد عن ثلث مصر حيث بلغت ٣٧٥٩٠,٨ كم^٢ بنسبة ٣٧,٨ % ، وتمثلت في شمال مصر حتى جنوب الدلتا ، وبنى سويف ، والمنيا ، وعلى طول الوادي حتى أسوان ، ومناطق أخرى متفرقة في الصحراء الغربية .
 - شملت الدرجة الثانية نصف مساحة مصر تقريبا فبلغت ٤٩٢٤٦٠,٨ كم^٢ بنسبة ٤٩,٥ % ، وتوجد في مناطق متفرقة من جنوب الدلتا حتى جنوب مصر ، ووسط سيناء .
 - تعد المناطق المرتفعة بيئة غير ملائمة لإنشاء مطارات جديدة ، حيث احتلت الدرجة الرابعة حتى الثامنة بنسبة منخفضة بلغت ٢,١ % من إجمالي مساحة مصر .
- جدول (٩٨) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق مظاهر السطح

النسبة %	المساحة كم ^٢	درجة الملائمة
٣٧,٨	٣٧٥٩٠,٨	الدرجة الأولى
٤٩,٥	٤٩٢٤٦٠,٨	الدرجة الثانية
١٠,٧	١٠٦٣٣٥,٨	الدرجة الثالثة
١,٧	١٧٣٦٠,١	الدرجة الرابعة
٠,٣	٢٥١٨,٢	الدرجة الخامسة
٠,١	٥٣٥,٢	الدرجة السادسة
صفر	١٤٨,٩	الدرجة السابعة
صفر	١٨,٦	الدرجة الثامنة
١٠٠	٩٩٥٢٨٦,٥	الإجمالي

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١٠٨) تصنيف مصر طبقاً لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق مظاهر السطح

المصدر : تم إعداده اعتماداً على برنامج Arc GIS ١٠ .

ك- الانحدار :

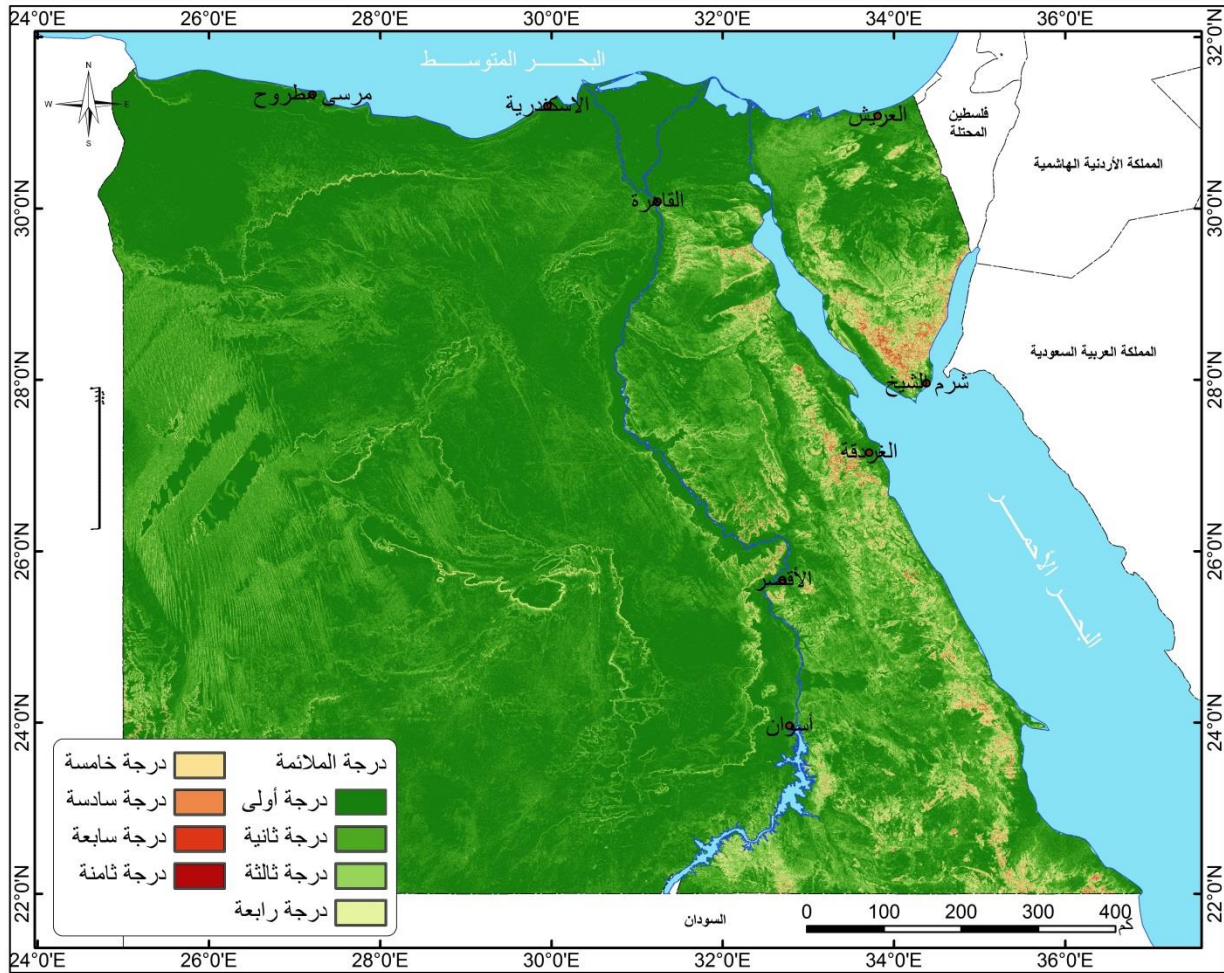
تبين من تحليل جدول (٩٩) وشكل (١٠٩) الآتي :

- أخذت الدرجة الأولى ما يقرب من ثلثي مساحة مصر ٦١٣٥٢٨ كم^٢ بنسبة ٦١,٦ % ، وذلك لانخفاض درجة الانحدار في مصر بوجه عام ، والتي تعد بيئة مثلى لإنشاء مطارات جديدة ما عدا المناطق الجبلية .
- أخذت الدرجة الثانية ما يقرب من ثلث مساحة مصر ٢٩٣٣٩٠,٥ كم^٢ بنسبة ٢٩,٥ % من إجمالي المساحة .
- انخفاض درجة الملائمة لإنشاء مطارات جديدة في جنوب شبه جزيرة سيناء ، وعلى جبال البحر الأحمر والعيونيات ، حيث أخذت الدرجة الخامسة حتى الثامنة في التصنيف بمساحة لا تتجاوز ١,٧ % من إجمالي مساحة مصر .

جدول (٩٩) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق درجة الانحدار

درجة الملائمة	المساحة كم ^٢	النسبة %
الدرجة الأولى	٦١٣٥٢٨,٠	٦١,٦
الدرجة الثانية	٢٩٣٣٩٠,٥	٢٩,٥
الدرجة الثالثة	٦٣٠٤٦,٠	٦,٣
الدرجة الرابعة	٨٨٢٢,٤	٠,٩
الدرجة الخامسة	٩٨٠٣,٦	١,٠
الدرجة السادسة	٤٧٦٢,٩	٠,٥
الدرجة السابعة	١٧٧٢,٦	٠,٢
الدرجة الثامنة	١٦٠,٦	صفر
الإجمالي	٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١٠٩) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق درجة الانحدار

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .

ل- التركيب الجيولوجي :

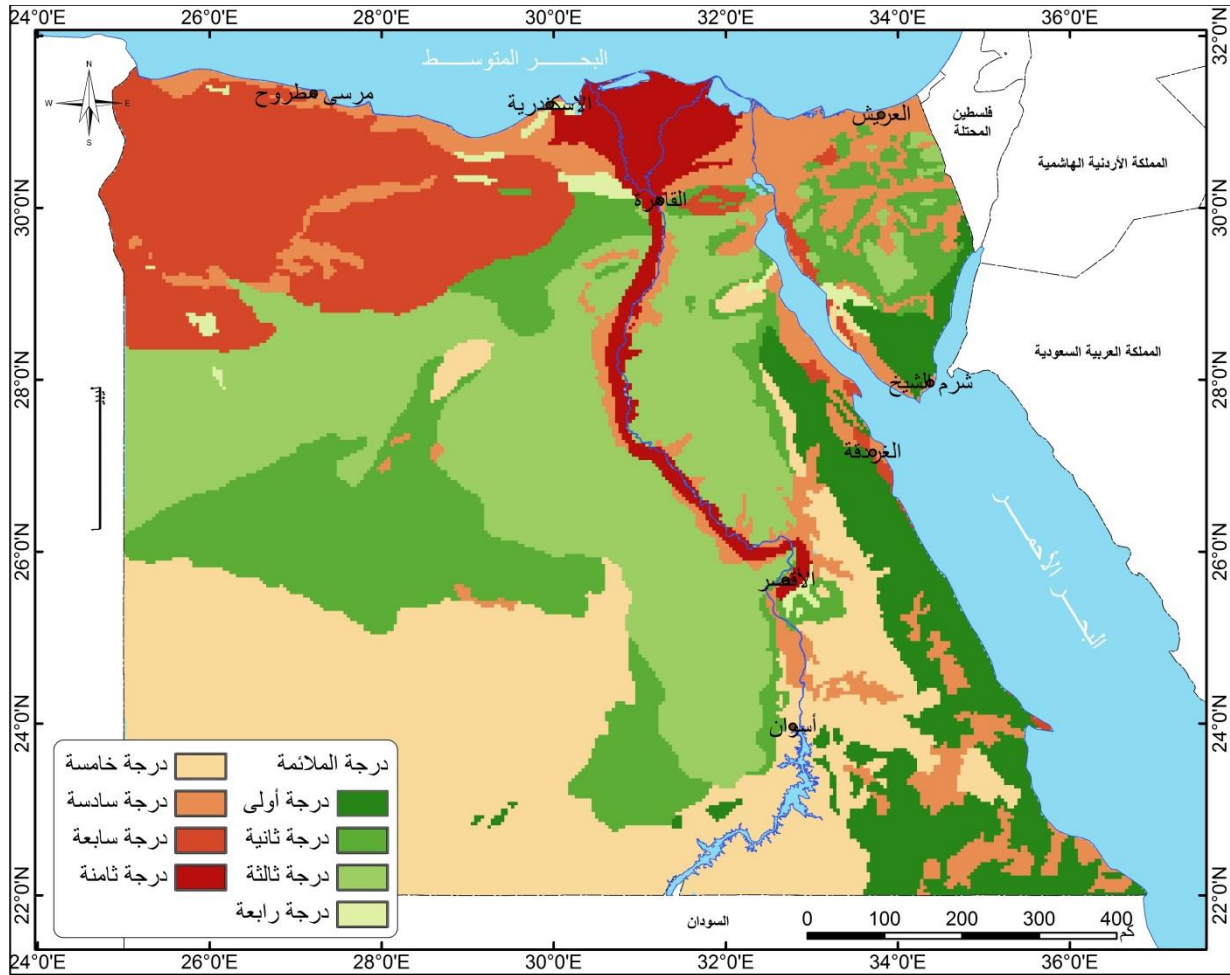
وجد من دراسة جدول (١٠٠) وشكل (١١٠) الآتي :

- انخفاض المساحة المثلى لإنشاء مطارات جديدة ، حيث احتلت الدرجة الأولى في التصنيف بمساحة بلغت ٩٨٠٥٦,٩ كم^٢ بنسبة ٩,٩ % ، وتمثلت في المناطق ذات التركيب الأركي على البحر الأحمر ، وجنوب شبه جزيرة سيناء .
- احتلت الدرجة الثانية مساحة بلغت ١٤٢٠٩١,٨ كم^٢ بنسبة ١٤,٣ % ، وهي المناطق ذات التكوينات الكريتاسية والأليجوسينية ، وهي بيئة ملائمة لإنشاء مطارات جديدة .
- يعد خمس مساحة مصر هي البيئة الأقرب لإنشاء مطارات جديدة ، حيث جاءت في الدرجة الثالثة في التصنيف بمساحة بلغت ١٩٧٤٧٦,٥ كم^٢ بنسبة ١٩,٨ % ، وهي ذات تكوينات أيوسينية .
- احتلت الدرجة الخامسة المساحة الأكبر من مصر حيث بلغت ٣٠٦١٠٩,١ كم^٢ بنسبة ٣٠,٨ % ، وهي عبارة عن حجر نوبي ، وتتمثل في الثلث الجنوبي من مساحة مصر وهي غير ملائمة لإنشاء مطارات جديدة ، بينما بلغت الدرجة السادسة والسابعة والثامنة ٢٤,٥ من إجمالي مساحة مصر .

جدول (١٠٠) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق التركيب الجيولوجي

نوع التركيب	درجة الملائمة	المساحة كم ^٢	النسبة %
كمبري	الدرجة الأولى	٩٨٠٥٦,٩	٩,٩
كريتاسي - أليجوسين	الدرجة الثانية	١٤٢٠٩١,٨	١٤,٣
أيوسين	الدرجة الثالثة	١٩٧٤٧٦,٥	١٩,٨
الكربوني - بلايوسين	الدرجة الرابعة	٦٩١٥,١	٠,٧
حجر نوبي	الدرجة الخامسة	٣٠٦١٠٩,١	٣٠,٨
الزمن الرابع	الدرجة السادسة	٩٢٨١٦,٤	٩,٣
ميوسين - جوراسي	الدرجة السابعة	١٢٠٨٧٤,٢	١٢,١
السهل الفيضي	الدرجة الثامنة	٣٠٩٤٦,٦	٣,١
الإجمالي		٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١١٠) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق

التركيب الجيولوجي

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .

م- الكثافة السكانية :

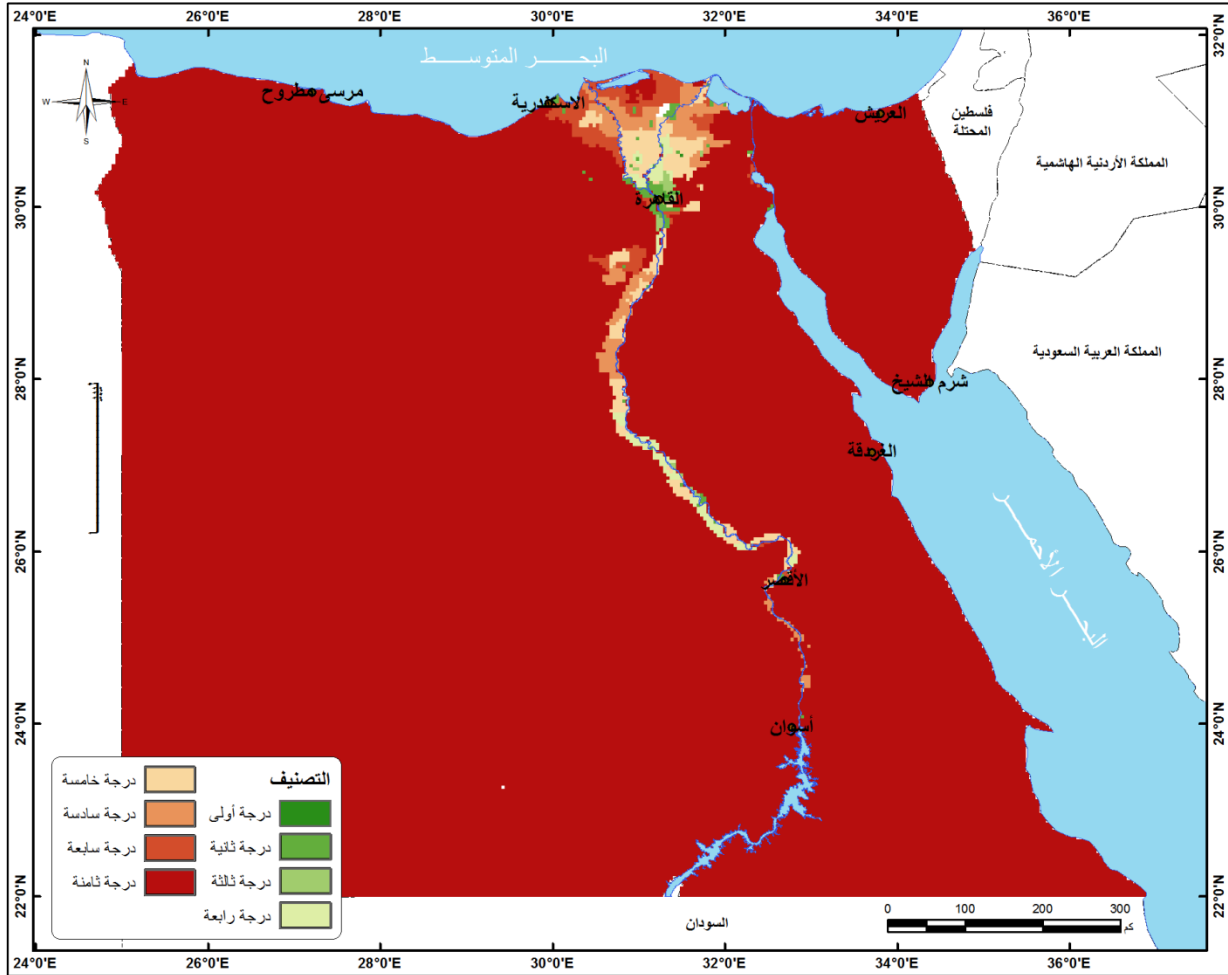
أثر التوزيع السكاني الغير العادل في مصر على نشأة المطارات الجديدة ، فكما حددت منظمة الإيكاو أن تبعد المطارات عن المناطق ذات الكثافة السكانية بمسافة تبلغ ٦٠ كم فتبين من دراسة جدول (١٠١) وشكل (١١١) ما يلي :

- ضالة المساحة التي احتازت علي الدرجات الأولى ، والثانية ، والثالثة ، والرابعة ، والخامسة، والسادسة ، والسابعة ، فلا تتجاوز ٣,١ % من إجمالي مساحة مصر .
- احتلت الدرجة الثامنة المساحة الأكبر حيث بلغت ٩٦٤٦٢٠,٢ كم^٢ بنسبة ٩٦,٩ %، وهي غير ملائمة لإنشاء مطارات جديدة .

جدول (١٠١) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق الكثافة السكانية

م	التصنيف	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	الدرجة الأولى	٦٦٩,٨	٠,١
٢	الدرجة الثانية	٣٤٤٣,٧	٠,٤
٣	الدرجة الثالثة	٢٥٨,٣	صفر
٤	الدرجة الرابعة	٢١٧٩,٣	٠,٣
٥	الدرجة الخامسة	٨٢٥٨,٩	١,٠
٦	الدرجة السادسة	٨٩٢٨,٠	١,١
٧	الدرجة السابعة	٦٩٢٨,٣	٠,٨
٨	الدرجة الثامنة	٩٦٤٦٢٠,٢	٩٦,٩
	الإجمالي	٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١١١) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق الكثافة السكانية

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .

ن- المسافة بين المطارات الحالية :

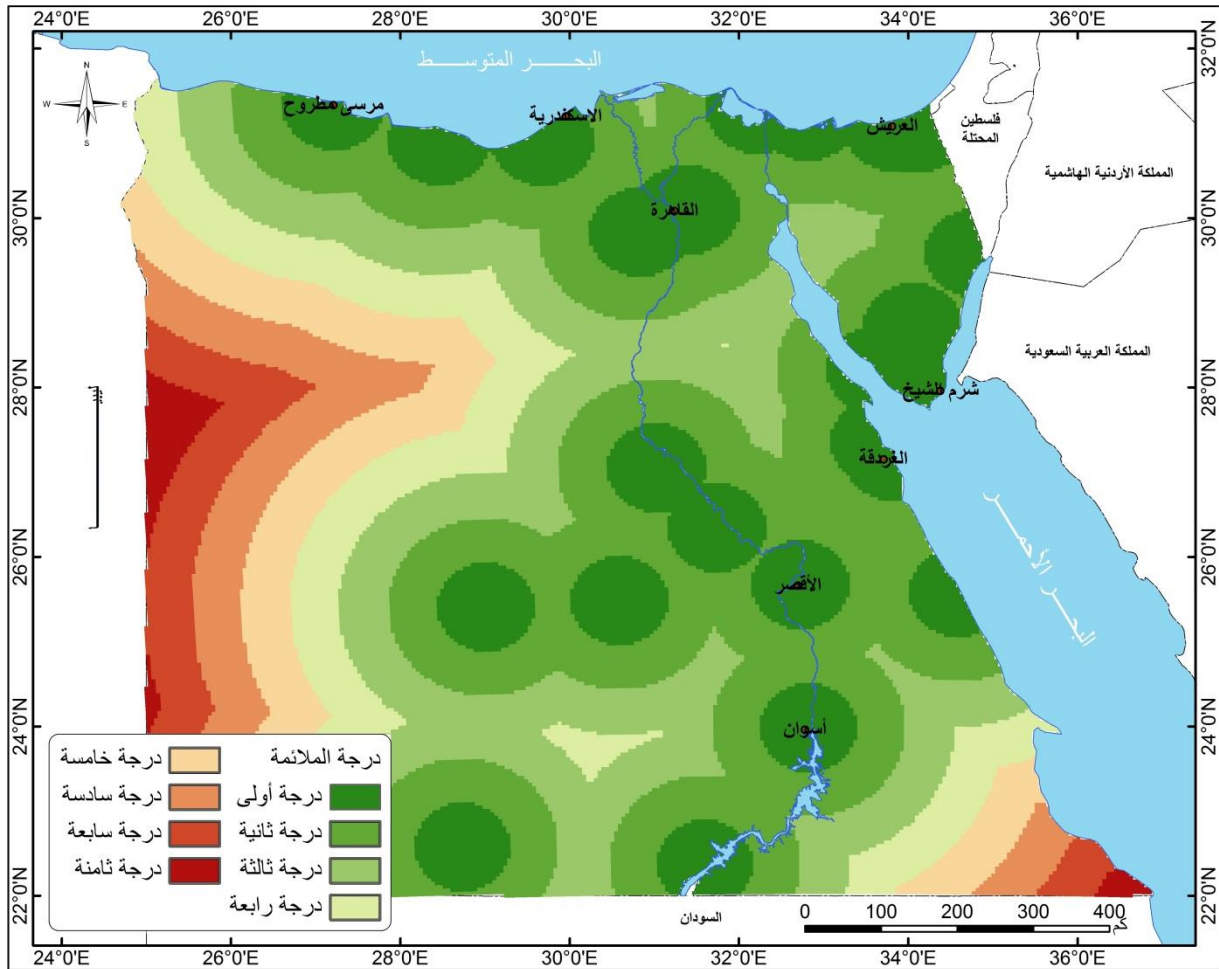
عند إنشاء مطارات جديدة لابد من الأخذ في الاعتبار المطارات القديمة لمراعاة عامل المسافة بين المطار القديم والجديد ، وتبين من تحليل جدول (١٠٢) وشكل (١١٢) مايلي :

- الدرجة الأولى للتصنيف هي المناطق التي يقع فيها المطارات الحالية ولا يصلح فيها إنشاء مطارات جديدة ، وتبلغ مساحتها ١٦١٤٧٨ كم^٢ بنسبة ١٦,٢ % ، وتم عمل Buffer بجوار هذه المطارات بفاصل ٦٠ كم ، وهي المسافة التي حددتها منظمة الإيكاو بين كل مطار وآخر .
- تمثلت حوالي نصف مساحة مصر في الدرجة الثانية والثالثة في مدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة بنسبة ٥٠,٤ % .
- جاءت الدرجة الرابعة والخامسة بمساحة قدرها ١٩٨٨١٢,١ كم^٢ ، بنسبة ٢٠% من إجمالي مصر ، أما جاء الدرجة السادسة والسابعة والثامنة بنسبة بلغت ١٣,٤ % .

جدول (١٠٢) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق المسافة بين المطارات الحالية

م	التصنيف	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	الدرجة الأولى	١٦١٤٧٨,٠	١٦,٢
٢	الدرجة الثانية	٢٩٤٩٥٠,٢	٢٩,٦
٣	الدرجة الثالثة	٢٠٧١٦٢,٤	٢٠,٨
٤	الدرجة الرابعة	١١٠٣٢٤,٩	١١,١
٥	الدرجة الخامسة	٨٨٤٨٧,٢	٨,٩
٦	الدرجة السادسة	٦٩٦٨٨,١	٧,٠
٧	الدرجة السابعة	٥١٧١٩,٦	٥,٢
٨	الدرجة الثامنة	١١٤٧٦,٢	١,٢
	الإجمالي	٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١١٢) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق المسافة بين المطارات الحالية

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .

٢- تقييم المطارات القائمة حالياً طبقاً للنموذج :

تبين من تحليل جدول (١٠٣) وشكل (١١٣) ما يلي :

- لم يحصل أي مطار من مطارات مصر على الدرجة المثالية في التقييم (٨/٨) .
- يعد مطار الداخلة هو المطار الأفضل في التقييم ، حيث حصل على درجة ٨/٧ بنسبة ٨٧,٥ % نتيجة لموقعه ، يليه مطارات كل من أسوان ، ومبارك ، وشرق العوينات ، وأسيوط ، والخارجة ، وأبوسمبل ، والأقصر ، ومرسى علم ، بدرجة تقييم ٨/٦ بنسبة ٧٥ % ، حيث يعد النصف الجنوبي من مصر أكثر ملائمة من حيث المعايير المناخية وغيرها .
- تعد مطارات كل من شرم الشيخ ، والغردقة ، ومبارك ، والطور ملائمة إلى حد ما من حيث التقييم فحصلت على ٨/٥ بنسبة ٦٢,٦ % ، نتيجة لموقعها المكاني .
- بلغ عدد المطارات الغير صالحة للملاحة الجوية وفقاً لمعايير النموذج اثني عشر مطارا وتتمثل في مطارات مرسى مطروح ، والعلمين ، وبرج العرب ، والإسكندرية ، وبورسعيد ، والعريش ، والجورة ، وطابا ، وسانت كاترين ، والقاهرة ، وألماطة ، وأكتوبر ، نتيجة إلى موقعهم في الربع الشمالي من مصر ، وهي أكثر منطقة معرضة لانخفاض درجة الحرارة ، وقلة عدد ساعات الإشعاع الشمسي ، وكثرة مرور العواصف الرملية والترابية ، والرعدية ، والضبب ، والشابورة ، والسحب ، وهي ذات تركيب جيولوجي مخلخل ، ولكنها ملائمة وفق المعايير الأخرى مثل الكثافة السكانية ، ودرجة الانحدار ، ومظاهر السطح ، لذلك جاءت مطارات الساحل الشمالي في أقل درجة في التقييم ، وحصلت على ٨/٢ بنسبة ٢٥ % من درجة الملائمة ، نتيجة لعدم مناسبتها للمعايير المناخية ، ولذلك عند عمل توسعات لهذه المطارات فيأخذ كل من مطار برج العرب ، والإسكندرية ، وبورسعيد الاتجاه الجنوبي الغربي ، بينما يأخذ مطار كل من مرسى مطروح ، والعلمين ، والعريش عند التوسع الاتجاه الجنوبي .
- جاءت مطارات جنوب الدلتا ووسط سيناء بعد مطارات الساحل الشمالي من حيث التقييم ، فحصلت على ٨/٣ بنسبة ٣٧,٥ % ، نتيجة ملائمة التركيب الجيولوجي لإنشاء مطارات جديدة ولكنها غير ملائمة وفق المعايير المناخية ، ويفضل عند التوسع في مطارات سانت كاترين ، وطابا ، أن يكون في الاتجاه الجنوبي الغربي ، بينما مطارات كل من القاهرة ، وأكتوبر ، وألماطة يجب أن يكون في اتجاه الجنوب .

جدول (١٠٣) تقييم مدى ملائمة المطارات الحالية وفق معايير النموذج

نوع المطار	اسم المطار	دوائر العرض	خط الطول	التقييم ٨/٨	النسبة %	الحالة	اتجاه التوسع المقترح
المطارات الدولية الرئيسية	الإسكندرية	٣١°١٠'٥٤"	٢٩°٤٩'٤١"	٢	٢٥	غير ملائم	الجنوب الغربي
	أسوان	٢٣°٥٧'٥٢"	٣٢°٤٩'١٢"	٦	٧٥	ملائم	————
	برج العرب	٣٠°٥٥'٠٥"	٢٩°٤١'٤٥"	٢	٢٥	غير ملائم	الجنوب الغربي
	القاهرة	٣٠°٠٦'٤١"	٣١°٢٤'٥٠"	٣	٣٧,٥	غير ملائم	الجنوب
	الغردقة	٢٧°١٠'٤٣"	٣٣°٤٨'٠٣"	٥	٦٢,٥	ملائم	————
	الأقصر	٢٥°٤٠'١٥"	٣٢°٤٢'٢٣"	٦	٦٢,٥	ملائم	————
	مرسى علم	٢٥°٣٣'٢٩"	٣٤°٣٤'٥٩"	٦	٦٢,٥	ملائم	————
	شرم الشيخ	٢٧°٥٨'٤٣"	٣٤°٢٣'٣٦"	٥	٦٢,٥	ملائم	————
المطارات المتاحة للطيران الدولي	ألماطة	٣٠°٠٥'٣١"	٣١°٢١'٣٥"	٣	٣٧,٥	غير ملائم	الجنوب
	العلمين	٣٠°٥٥'٢٨"	٢٨°٢٧'٤١"	٢	٢٥	غير ملائم	الجنوب
	أسيوط	٢٧°٠٢'٤٨"	٣١°٠٠'٤٣"	٦	٦٢,٥	ملائم	————
	العريش	٣١°٠٤'٢٤"	٣٣°٥٠'٠٩"	٢	٢٥	غير ملائم	الجنوب
	مبارك	٢٦°٢٠'٣٤"	٣١°٤٤'٣٤"	٥	٧٥	ملائم	————
	بورسعيد	٣١°١٦'٤٦"	٣٢°١٤'٢٤"	٢	٢٥	غير ملائم	الجنوب الغربي
	شرق العوينات	٢٢°٣٥'٠٠"	٢٨°٤٢'٥٨"	٦	٧٥	ملائم	————
	سانت كاترين	٢٨°٤١'٠٧"	٣٤°٠٣'٤٥"	٣	٣٧,٥	غير ملائم	الجنوب الغربي
	طابا	٢٩°٣٥'١٦"	٣٤°٤٦'٤١"	٣	٣٧,٥	غير ملائم	الجنوب الغربي
	أبوسمبل	٢٢°٢٢'٣٣"	٣١°٣٦'٤٢"	٦	٧٥	ملائم	————
المطارات المحلية	الداخلية	٢٥°٢٤'٤٢"	٢٩°٠٠'٠٦"	٧	٨٧,٥	ملائم	————
	الجورة	٣١°٠٤'٢٤"	٣٤°٠٨'٥٨"	٢	٢٥	غير ملائم	الجنوب
	الخارجة	٢٥°٢٨'٢٥"	٣٠°٣٥'٢٧"	٦	٧٥	ملائم	————
	الطور	٢٨°١٣'٠٠"	٣٣°٣٨'٠٦"	٥	٦٢,٥	ملائم	————
	الجونة	٢٧°٢٢'٠١"	٣٣°٤٠'٠٥"	٥	٦٢,٥	ملائم	————
	مرسى مطروح	٣١°١٩'٣١"	٢٧°١٣'١٨"	٢	٢٥	غير ملائم	الجنوب
	أكتوبر	٢٩°٤٨'٤٤"	٣٠°٤٩'٢٤"	٣	٣٧,٥	غير ملائم	الجنوب

المصدر : تم إعداده اعتمادا على Arc GIS ١٠ .



شكل (١١٣) مواقع المطارات غير الملائمة وفقا لمعايير النموذج

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .

٣- خريطة تصنيف مصر لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة :

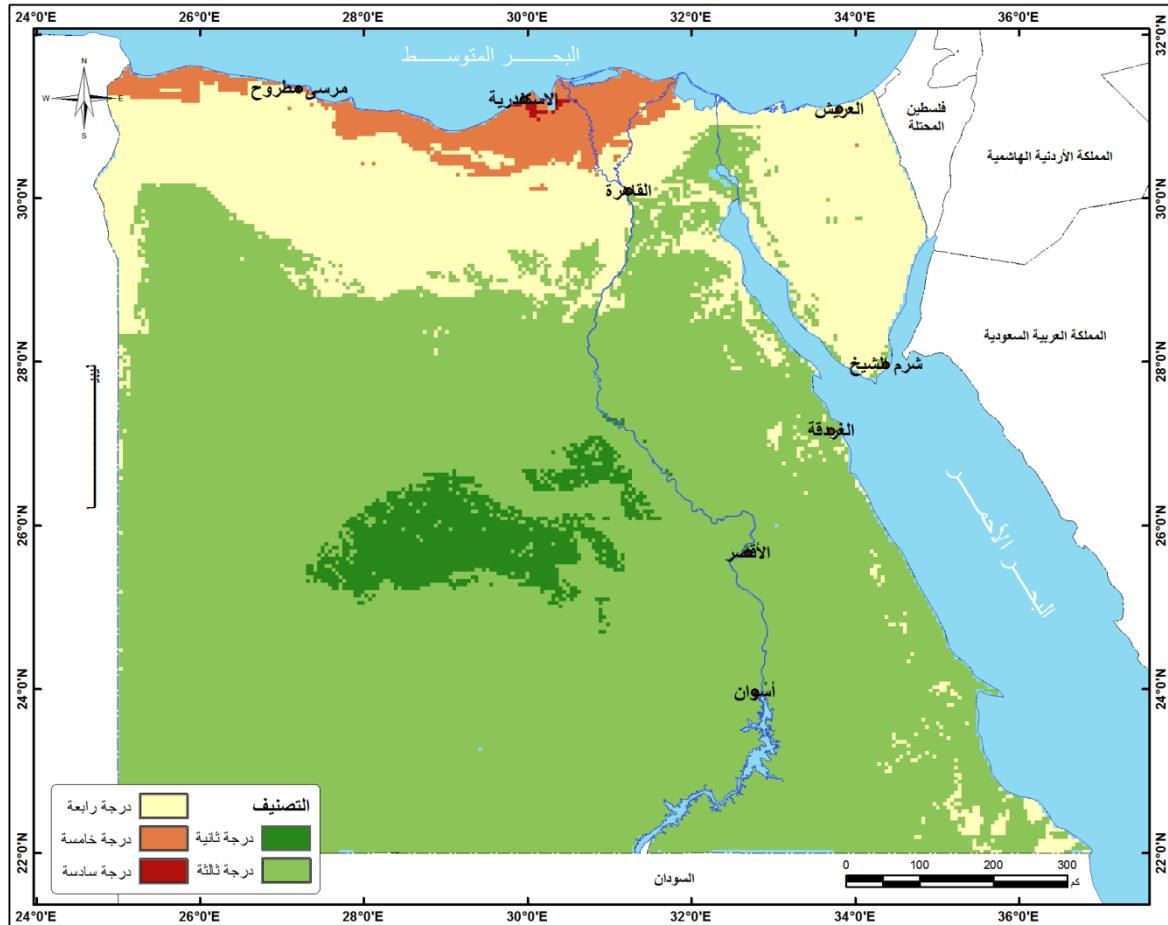
اتضح من تحليل جدول (١٠٤) وشكل (١١٤) ما يلي :

- لم يحصل أي مكان في مصر على الدرجة الأولى والسابعة والثامنة ، نظرا لصعوبة توافر مكان يضم كل المعايير المناخية والمعايير الأخرى .
- انخفضت مساحة الدرجة الثانية في التصنيف وفق مدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة حيث بلغت ٤٠٣٢٠,٦ كم^٢ بنسبة ٤,١ % .
- احتلت الدرجة الثالثة المساحة الأكبر ، حيث بلغت ما يقرب من ثلاثة أرباع مساحة مصر ٧٣٠٨١٣,٨ كم^٢ وبنسبة ٧٣,٤ % .
- جاءت الدرجة الرابعة في شبه جزيرة سيناء ، وجنوب الدلتا ، وشرق فرع دمياط ، والفيوم ، وسيوه بمساحة بلغت ١٩٢٢٩٥,٦ كم^٢ ، بنسبة ١٩,٣ % .
- احتلت منطقة الدلتا ، والساحل الشمالي من فرع دمياط حتى السلوم غربا الدرجة الخامسة والسادسة من حيث مدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة بمساحة بلغت ٣١٨٥٦,٥ كم^٢ بنسبة ٣,٢ % وذلك لعدم مطابقتها لمعايير النموذج .

جدول (١٠٤) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق النموذج

م	التصنيف	المساحة كم ^٢	النسبة %
١	الدرجة الأولى	صفر	صفر
٢	الدرجة الثانية	٤٠٣٢٠,٦	٤,١
٣	الدرجة الثالثة	٧٣٠٨١٣,٨	٧٣,٤
٤	الدرجة الرابعة	١٩٢٢٩٥,٦	١٩,٣
٥	الدرجة الخامسة	٣١٢٨٥	٣,١
٦	الدرجة السادسة	٥٧١,٥	٠,١
٧	الدرجة السابعة	صفر	صفر
٨	الدرجة الثامنة	صفر	صفر
الإجمالي		٩٩٥٢٨٦,٥	١٠٠

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .



شكل (١١٤) تصنيف مصر طبقا لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفق النموذج

المصدر : تم إعداده اعتمادا على برنامج Arc GIS ١٠ .

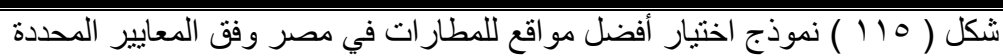
٤- إنتاج خريطة أفضل المواقع للمطارات الجديدة وفق النموذج :

بعد الإنتهاء من مراحل إعداد النموذج ، وتحديد الأوزان النسبية للمعايير تم تشغيل النموذج كما هو موضح في شكل (١١٥) لإخراج أفضل مواقع لإنشاء مطارات جديدة وفق المعايير المحددة، ونتج عن النموذج عشرة مواقع مطابقة ، منها سبعة مواقع أخذت درجة تقييم ٨ / ٧ وتمثلت في مدن الإسماعيلية ، وسيوه ، والفرافرة ، والمنيا ، ورأس غارب ، وحلايب ، وأبورديس ، وثلاثة أخرى أخذت درجة تقييم ٨/٦ بنسبة ٧٥% ، وتمثلت في بني سويف ، والسادات ، والسويس كما هو موضح في جدول (١٠٥) وشكل (١١٦) .

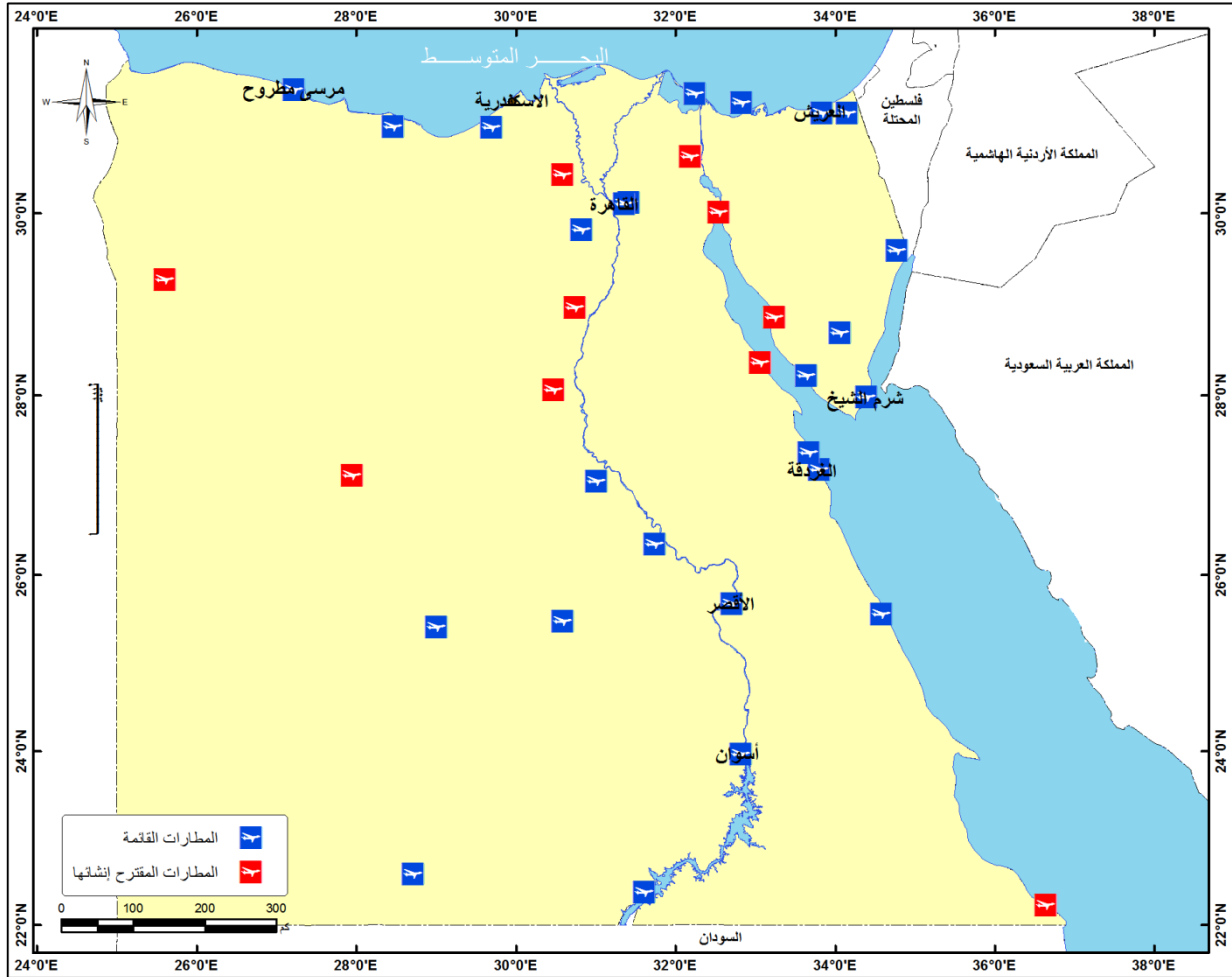
جدول (١٠٥) مواقع أفضل المطارات وفق النموذج

المدينة	خط طول	دائرة العرض	التقييم ٨/—	النسبة %
بني سويف	°٣٠'٤٢	°٢٩	٦	٧٥
الفرافرة	°٢٨	°٢٧	٧	٨٧,٥
المنيا	°٣٠'٣٠	°٢٨'١٦	٧	٨٧,٥
السادات	°٣٠'٣٦	°٣٠'٢٤	٦	٧٥
السويس	°٣٢'٣٠	°٣٠	٦	٧٥
رأس غارب	°٣٣'٠٦	°٢٨'٢٤	٧	٨٧,٥
أبورديس	°٢٣'١٢	°٢٩'٣٤	٧	٨٧,٥
حلايب	°٣٦'٣٦	°٢٢'١٣	٧	٨٧,٥
الإسماعيلية	°٣٢'١٢	°٣٠'٣٦	٧	٨٧,٥
سيوه	°٢٥'٣٦	°٢٩'١٧	٧	٨٧,٥

المصدر : تم إعداده اعتمادا على شكل (١٣٢) وشكل (١٣٣) .



۳۲۹



شكل (١١٦) أفضل المواقع للمطارات الجديدة في مصر وفق المعايير المحددة

المصدر: تم إعداده اعتماداً على شكل (١٣٢) باستخدام Arc GIS ١٠ .

الخلاصة :

تناول هذا الفصل النمذجة المكانية للمطارات المصرية في ضوء المعايير المناخية والمعايير الأخرى ، ولقد اتضح من الدراسة مايلي :

- بلغ عدد المعايير التي تم الاعتماد عليها ثلاثة عشر معيارا ، منها ثمانية معايير مناخية وخمسة معايير أخرى .
- تعد الأجزاء الشمالية من مصر غير ملائمة لإنشاء مطارات جديدة وفق المعايير المناخية كافة ماعدا درجة الحرارة ، بينما جاء جنوب مصر ملائما لإقامة مطارات جديدة .
- بلغ اثنتي عشرة مطار من المطارات القائمة حاليا غير ملائم للمعايير المستخدمة في نموذج التحليل المكاني .
- تم تحديد أفضل عشرة مواقع لإنشاء مطارات جديدة وذلك من خلال نموذج التحليل المكاني ، وتمثلت في بني سويف ، والفرافرة ، والمنيا ، والسادات ، والسويس ، ورأس غارب ، وأبورديس ، وحلايب ، والإسماعيلية ، وسيوه .

الخاتمة

أولا : أهم النتائج .

ثانيا : التوصيات .

الخاتمة :

تتمثل في أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة بالإضافة إلى مجموعة من التوصيات كما يلي:

أولا : أهم النتائج :

- انقسم المجال الجوي المصري إلى قسمين أولها المجال الجوي الأفقي ، وثانيها المجال الجوي الرأسى ، وبلغت مساحته ١٣٠٩٢٠,٨ كم^٢ ، حيث تمثل نسبة مساحة اليابسة ٧٦,٤ % ، والمياه الإقليمية ٢٣,٦ % .
- تم تحديد نقاط الدخول والخروج إلى المجال الجوي المصري من خلال شبكة الإحداثيات ، وتمثلت في تسع نقاط شمالا وثمانية شرقا وثلاث نقاط جنوبا ونقطتان غربا .
- بلغ عدد المطارات المصرية ٢٥ مطار ، منها ثمانية مطارات دولية رئيسة ، وتسعة مطارات متاحة للطيران الدولي ، وثمانية مطارات محلية ، حيث اعتمدت نشأتها في المقام الأول على تتبع مناطق الكثافة السكانية والكتل العمرانية .
- اتضح من الدراسة عدالة توزيع المطارات الدولية الرئيسية والمحلية مما أدى إلى تحقيق معيار كفاءة الخدمة ، بينما تعاني المطارات المتاحة للطيران الدولي من قصور في التوزيع الجغرافي .
- يعد موقع مصر ذات أهمية كبرى للنقل الجوي ، وذلك لأنها أكثر قربا من أسواق العالم ومراكز الثقل السكاني ، وبالتالي ترتب عليه زيادة تطور حركة الطائرات والركاب بشكل عام ، وإن كان هناك قصور في بعض السنوات ، ويعود ذلك لأسباب سياسية أو صحية .
- تحتاج حوالي ٧٥ % من ممرات مطارات مصر إلى الرصف بشكل دوري ، نتيجة نشأتها فوق تكوينات الزمن الرابع والحجر النوبي ، بينما وجد أن ٢٥ % من ممرات مطارات مصر لا تحتاج إلى الرصف دوريا ، ويعزى ذلك إلى نشأتها على التكوينات الأركية والأليجوسينية .
- تعد مظاهر السطح عامل مؤثر في تحديد مواقع المطارات ، وتحديد المناسيب التي يطير عليها الطيران في مصر ، حيث بلغ الحد الأدنى لارتفاع الطيران ١٢١٩,٢ م في أسوان ، وأقصى ارتفاع ٣٢٠٠,٤ في منطقة سانت كاترين .
- ثمة ارتباط طردي ضعيف بين عدد السكان وحركة الركاب ، كما يؤثر نمو الكتل العمرانية على مواقع المطارات بشكل سلبي ، حيث أدى إلى نقل مطار الإسكندرية إلى برج العرب ، ونقل مطار المازة إلى القاهرة .

- انخفاض معدل عدد ساعات السطوع الشمسي في أقصى شمال مصر ، وزيادته بالاتجاه نحو الجنوب ، بينما يعد فصل الشتاء هو الأقل في معدل السطوع الشمسي ثم فصل الربيع والخريف وأخيرا الصيف ، ويعد شهر يوليه أكثر شهور العام في عدد ساعات السطوع الشمسي ، وفي المقابل يعد شهر يناير الأقل في عدد ساعات السطوع الشمسي .
- تحتاج الفترة منذ غروب الشمس حتى شروقها إلى تجهيزات خاصة على طول الممرات الأرضية وعلى جسم الطائرة ، مما يزيد من الأعباء الاقتصادية نتيجة زيادة معدل استهلاك الكهرباء ، حيث يعد شهر يناير أكثر شهور العام في استهلاك الكهرباء على طول الممرات الأرضية ، وفي المقابل يعد شهر يونيه هو الأقل في استهلاك الكهرباء ، وتبين أن هناك علاقة ارتباط عكسي قوي بين معدل عدد ساعات السطوع الشمسي ومعدل استهلاك الكهرباء بلغت - ٠,٩ .
- تزداد درجة الحرارة العظمى والصغرى السطحية على الساحل الشمالي وتقل بالاتجاه نحو الجنوب ، ويعد فصل الصيف هو الأعلى في درجة الحرارة بينما فصل الشتاء هو الأقل ، وسجلت أعلى درجة حرارة خلال شهر يوليه وأدناها في شهر يناير .
- تؤثر درجة الحرارة السطحية على طول الممرات الأرضية ، فكلما ارتفعت درجة الحرارة السطحية درجة واحدة ، أدى ذلك إلى زيادة طول الممر الأرضي بنسبة ١% وتسمي زيادة درجة التصحيح ، وتبين أن هناك زيادة في أطوال الممرات الأرضية للمطارات المصرية بشكل عام ، نتيجة لارتفاع درجة الحرارة مما يؤدي إلى زيادة المسافة التي تقطعها الطائرة على الممر .
- عدم وضع درجة الحرارة في الاعتبار عند تصميم الممرات الأرضية مما جعل ثمة ارتباط طردي ضعيف بين درجة الحرارة وأطوال الممرات الأرضية ، كما اتضح أن هناك ارتباطا طرديا قويا بين درجة الحرارة وعدد أعطال الطائرات ، وبلغ أقصى زيادة للأعطال خلال فصل الصيف .
- تؤثر درجة الحرارة على حمولة الطائرة ، حيث يعد أقل حمولة للطائرة في المطارات الجنوبية أسوان ، والأقصر ، والداخلية ، والخارجية ، وأقصى حمولة على مطارات الساحل الشمالي العريش ، والإسكندرية ، وبورسعيد ، ومرسى مطروح ، والجورة ، بينما يؤثر ارتفاع درجة الحرارة بشكل سلبي على هيكل الطائرة وذلك لارتفاعه عن درجة الحرارة المثلى لهيكل الطائرة ١٥ ° م .

- انخفاض درجة الحرارة في طبقات الجو العليا بالارتفاع لأعلى وتسجل أقصاها في طبقة الضغط السطحية وأدناها في طبقة ضغط ٦٠٠ إلى ٥٠٠ هكتوبسكال ، مما يؤدي إلى تراكم الجليد على جسم الطائرة وزيادة وزنها ونقص سرعتها ، ويعد فصل الشتاء هو الأقل في درجة الحرارة في طبقات الجو العليا ، ويليه فصل الربيع والخريف ثم الصيف .
- ثمة ارتباط طردي قوي بين درجة الحرارة في طبقات الجو العليا وسرعة الطائرة ، حيث إن أقل سرعة تسجلها الطائرة تكون خلال فصل الشتاء وأكثر سرعة في فصل الصيف .
- سيادة اتجاه الرياح الشمالية الغربية ثم الشمالية ثم الغربية ثم الشمالية الشرقية وذلك وفق الاختلاف المكاني والاختلاف الزمني ، وبلغ معدل سكون الرياح أقصاه في فصل الصيف نتيجة استقرار الأحوال الجوية ، وبلغ أدناه في فصل الربيع ، وتباين سرعة الرياح في مصر من مكان لآخر حيث تزداد على الساحل الشمالي ، وتقل سرعتها بالاتجاه نحو الداخل ، ويعد فصل الربيع الأكثر في سرعة الرياح في مصر ، نتيجة المنخفضات الخماسينية ، ثم فصل الشتاء ، ويعتبر شهر أبريل هو الأكثر في سرعة الرياح .
- تمثلت الممرات الصالحة للإقلاع والهبوط في ٩ ممرات بنسبة ٣٠% ، وتمثلت في كل من مطارات الخارجة ، وأسوان ، وممر واحد في مرسى مطروح ، والجونة ، والغردقة ، وبرج العرب ، وأسيوط ، والعلمين ، وممر واحد في ألماتة . بينما بلغت الممرات الغير صالحة للإقلاع والهبوط حوالي ٢١ ممر بنسبة ٧٠% من الإجمالي ، وتمثلت في مطارات أبوسمبل ، والإسكندرية ، والعريش ، والقاهرة ، والداخلية ، والجورة ، والأقصر ، ومرسى علم ، ومبارك ، وأكتوبر ، وبورسعيد ، وسانت كاترين ، وشرم الشيخ ، وطابا ، وممر واحد في مرسى مطروح ، وألماتة .
- تعد سرعة الرياح الخلفية من العوامل الإيجابية للنقل الجوي وتبلغ أقصاها خلال فصل الشتاء ، بينما سرعة الرياح المقابلة تقلل من سرعة الطائرة وتزداد خلال فصل الشتاء والربيع ، بينما سرعة الرياح الجانبية تشكل خطر على سلامة الرحلة الجوية وتزداد خلال فصل الشتاء .
- 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 .

- زيادة معدل الضباب والشابورة على الساحل الشمالي مقارنة بالداخل ، ويعد فصل الصيف الأكثر تكرارا لهما ، يليه فصل الخريف ، ثم الشتاء ثم الربيع .
- 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 .
- زيادة العواصف الرعدية على الساحل الشمالي وتقل بالاتجاه نحو الجنوب ، ويعد فصل الشتاء الأكثر في تكرارها ، وتكاد تنعدم خلال فصل الصيف ، وتؤثر العواصف الرعدية على عدد الرحلات الجوية حيث تؤدي إلى تحويلها أو إلغائها وإغلاق المطار بشكل كلي .
- تزداد نسبة تكون السحب على الساحل الشمالي وانخفاضها بالاتجاه نحو الجنوب ، ويعد فصل الشتاء هو الأكثر في نسبة السحب ، بينما تتخفض خلال فصل الصيف ، وتؤدي السحب إلى تقليل مستوى الرؤية الأفقية لأقل من ٢٠٠ م ، مما يشكل خطر على سلامة الرحلة الجوية ، بالإضافة إلى تكون الجليد داخل السحب الذي يلحق ضرر بمحرك الطائرة ، وزيادة وزنها.
- تعد الأجزاء الشمالية من مصر غير ملائمة لإنشاء مطارات جديدة ، بينما جاءت الأجزاء الجنوبية الأفضل من حيث الملائمة .
- يعد سطح مصر ملائم لإنشاء مطارات جديدة من حيث درجة الانحدار ، فبلغت المساحة المثالية ما يقرب من ثلثي مساحة مصر .
- انخفاض المساحة المثلى لإنشاء مطارات جديدة في مصر من حيث التركيب الجيولوجي وجاءت بحوالي ٩,٩ % من إجمالي مساحة مصر .
- بلغ عدد المطارات الغير صالحة للملاحة الجوية وفقا لمعايير النموذج اثني عشر مطار وتتمثل في مطار مرسى مطروح والعلمين وبرج العرب والأسكندرية وبورسعيد والعريش والجورة وطابا وسانت كاترين ، والقاهرة وألماظة و أكتوبر .
- جاءت المدن الأكثر ملائمة لإنشاء المطارات الجديدة في عشرة مدن وهي بني سويف ، والفرافرة ، والمنيا ، والسادات ، والسويس ، ورأس غارب ، وأبورديس ، وحلايب، والإسماعيلية ، وسيوه .

ثانيا التوصيات :

- ١- تفعيل دور الأرصاد الجوية في خدمة الطيران من حيث الدقة في رصد الأحوال الجوية والتنبؤ بها حتى تتم جدولة مواعيد الرحلات بشكل جيد .
- ٢- 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 .
- ٣- التخطيط لاستخدام الطاقة المتجددة النظيفة في تشغيل المطارات ، وخاصة إن أغلب المطارات تقع في الأماكن المفتوحة مما يسمح بعمل السخانات الشمسية ، والاعتماد عليها في توليد الطاقة المستخدمة .
- ٤- يوصى بعمل الإضاءة على طول الممرات الأرضية بشكل ليزر معلق يعمل بخاصية المستشعرات بحيث تكون الإضاءة تلقائية عند هبوط أو إقلاع الطائرات على الممرات ، وبعد انتهاء العملية تغلق الإضاءة تلقائيا لتوفير الطاقة .
- ٥- يفضل عند تصميم المطار أن تتم دراسة التركيب الجيولوجي واختيار موقع المطار خاصة ذات التركيبات الأركية أو الأليجوسينية .
- ٦- يوصى أن تكون المطارات الجديدة بعيدة عن الحيز العمراني ومناطق الكثافة السكانية بمسافة لا تقل عن ٦٠ كم .
- ٧- لابد من اختيار مادة طلاء هيكل الطائرات من المواد العازلة للحرارة والجليد منعا للصدأ والتآكل .
- ٨- يجب وضع درجة الحرارة في الاعتبار عند تصميم أطوال الممرات الأرضية حتى يتم انشاؤها بشكل اقتصادي .
- ٩- يجب دراسة اتجاه الرياح عند تصميم اتجاهات الممرات الأرضية ، بحيث يكون عكس اتجاه الرياح السائدة في المنطقة .
- ١٠- يفضل عند توسع المطارات الحالية أن تكون وفق الزاوية والاتجاه المقترح للتطوير المتبع في نموذج التحليل المكاني للمطارات ، حيث يفضل عند توسع مطارات برج العرب، والأسكندرية ، وبورسعيد ، وسانت كاترين ، وطابا تأخذ الاتجاه الجنوبي الغربي ، بينما يأخذ مطار مرسى مطروح ، والعلمين ، والعريش والقاهرة والمأظة وأكتوبر تأخذ الاتجاه الجنوبي لتلائم المعايير المناخية وتقليل الخسائر الاقتصادية .

- ١١- يجب على الطيار أن يتفادى العواصف الرعدية ، لأن الدخول وسط العاصفة الرعدية يفقده التحكم في الطائرة ، وذلك من خلال الطيران بعيدا عن العاصفة الرعدية ، أو الطيران في الثلث الأسفل من المسافة بين الأرض وقاعدة السحابة ، لتفادي التيارات التصاعدية الشديدة ويجب أن لا يعبر الطيار أسفل السحابة في المناطق الجبلية .
- ١٢- تفادي المرور داخل السحب لأنها تحجب الرؤية مما يشكل خطر على سلامة الرحلة الجوية .
- ١٣- تجريم البناء في حرم المطار أو الأعمال المخالفة التي تقلل من مستوى الرؤية الأفقية أثناء عملية الإقلاع والهبوط ، بالإضافة إلى تجنب إنشاء المطارات بجوار الجبال والمظاهر التضاريسية لأنها تعمل على تشويش الاتصال بالطائرات .
- ١٤- يفضل عند تصميم مطارات جديدة أن تكون في هذه المدن بني سويف ، والفرافرة ، والمنيا ، والسادات ، والسويس ، ورأس غارب ، وأبورديس ، وحلايب ، والإسماعيلية ، وسيوه .

المراجع والمصادر

أولا : المراجع العربية .

ثانيا : المراجع الأجنبية .

ثالثا : الشبكة المعلوماتية .

المراجع والمصادر

أولاً : المراجع العربية :

١- 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 .

٢- الأطالس والخرائط :

- الأطلس المناخي (١٩٩٦) : القاهرة .
- أطلس مصر الطبوغرافي ، مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠٠٠ .
- خريطة مصر الجيولوجية ، مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠٠ .
- عبدالقادر عبدالعزيز على (٢٠٠٢) : أطلس مصر والعالم ، طبع في هيئة المساحة العسكرية بالقوات المسلحة المصرية .

٣- الرسائل الجامعية :

- أحمد عبد الحميد الفقي (١٩٩٩) : *الرياح في مصر " دراسة في الجغرافية المناخية "* ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس .
- أحمد علي رحوم (٢٠١١) : *النقل الجوي في الجمهورية السورية " دراسة في الجغرافية الاقتصادية "* ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية البنات ، جامعة عين شمس .
- حبيب أبو المجد محمد العوضي (٢٠٠٨) : *المناخ وأثره على حوادث الطرق في وسط الدلتا " دراسة في المناخ التطبيقي "* ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة طنطا .

- حسن سيد حسن (١٩٧٨) : *جغرافية النقل الجوي في جمهورية مصر العربية* ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية البنات ، جامعة عين شمس .
- دينا جلال الديب (٢٠١١) : *أثر المناخ على النشاط البشري في محافظتي كفر الشيخ والمنيا " دراسة في المناخ التطبيقي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد "* ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة طنطا .
- زهران بسيوني زهران (٢٠٠٢) : *المناخ وأثره على استهلاك مياه الري في محافظتي البحيرة وأسيوط " دراسة مقارنة في المناخ التطبيقي "* ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية البنات ، جامعة عين شمس .
- زينهم سيد إبراهيم محمد مجد (٢٠٠٧) : *المخاطر المناخية وأثرها على الزراعة في الهوامش الغربية لدلتا النيل " دراسة في المناخ التطبيقي "* ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة طنطا .
- شحاته سيد أحمد طلبه (١٩٩٠) : *المطر في مصر " دراسة في الجغرافية المناخية "* ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة .
- _____ (١٩٩٤) : *موجات الحر والبرد وأثرها على المحاصيل الزراعية ، دراسة في المناخ التطبيقي* ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة .
- طارق زكريا إبراهيم سالم (١٩٩٣) : *مناخ شبه جزيرة سيناء والساحل الشرقي لمصر " دراسة في الجغرافية المناخية "* ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة الزقازيق .
- _____ (١٩٩٧) : *دور المنخفضات الجوية في مناخ مصر " دراسة في الجغرافيا المناخية "* ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب ، قسم الجغرافية ، الزقازيق .
- عبدالعزيز عبداللطيف يوسف (١٩٨٢) : *الخصائص المناخية لعنصر الحرارة في مصر خلال القرن العشرين " دراسة في الجغرافية المناخية "* ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، عين شمس .

- محمد توفيق إبراهيم (٢٠٠٤) : المناخ وأثره على راحة الإنسان في السواحل المصرية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة سوهاج .
- محمود عبدالفتاح عنبر (٢٠١٠) : مناخ شرقي دلتا النيل وآثاره البيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة .
- مسعد سلامة مندور (٢٠٠٢) : الإشعاع الشمسي في مصر " دراسة في الجغرافية المناخية " ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة المنصورة .
- منى علي حسن السيسي (٢٠١١) : المطارات كأداة تنمية محلية وإقليمية ودولية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم العمارة ، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة .
- هشام داود صدقي بدوي (٢٠٠٧) : المناخ وأثره على محاصيل الفاكهة في محافظتي مطروح وأسيوط " دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي " ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة طنطا .

٤- الأبحاث والمجلات العلمية :

- إيملي محمد حملي حمادة (٢٠٠٨) : طاقة الرياح في مصر ، دراسة في المناخ التطبيقي ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٥٢ ، ج ٢ .
- حسن سيد حسن (١٩٩٥) : بعض مظاهر التغير في خريطة النقل الجوي في مصر خلال الفترة ١٩٧٦ - ١٩٩٤ ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد التاسع والعشرون ، جزء أول .
- حسين زهدي (٢٠٠٦) : الموجات شديدة الحرارة .. لماذا ؟ ، مجلة الأرصاد الجوية ، العدد السابع ، القاهرة .
- حسين محمد حسن القلاوي (١٩٩٤) : بعض الجوانب المناخية في ساحل مصر الشمالي ، حولية كلية الآداب ، العدد ١٧ ، جامعة عين شمس .
- _____ (١٩٩٧) : الأحوال المناخية وعلاقتها ببعض مشكلات البيئة " دراسة حالة منطقة الإحساء بالملكة العربية السعودية " ، مجلة البحوث ، كلية الآداب ، العدد ٢٩ ، جامعة المنوفية .

- عبدالقادر عبدالعزيز علي (١٩٩٢) : التباين الزماني والمكاني لدرجات الحرارة لجمهورية مصر العربية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٢٤ .
- عبدالقادر عبدالعزيز علي (٢٠٠٢) : تكنولوجيا صيانة الطرق وإمكانيات تحسين الأمان ، المؤتمر القومي الأول للنقل في مصر ، فبراير ، وزارة النقل.
- عصر الطيران (١٩٥٥) : الطيران وصناعاته ، عدد ٤ " ديسمبر " ، وزارة الطيران.
- فتحي ناصر (١٩٦١) : الطيران في مصر بين الماضي والمستقبل ، مجلة عصر الطيران ، ديسمبر ، عدد ٥٦ .
- كمال نجيب (١٩٥٧) : قصة الطيران في مصر ، مجلة عصر الطيران ، مايو ، عدد ٢١ .
- محمد فوزي أحمد عطا (١٩٩٩) : الأحوال المناخية في الإحساء بالمملكة العربية السعودية ، مجلة الجغرافية والتنمية ، كلية الآداب ، يونيو ، العدد ١٧ ، جامعة المنوفية.
- نعمان شحادة (١٩٩٠) : موجات الحر في الأردن خلال الصيف ، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية ، قسم الجغرافية ، جامعة الكويت ، العدد ٨٩ .
- ياسر أحمد السيد (٢٠٠٥) : الرؤية الأفقية في جمهورية مصر العربية ، دورية الإنسانيات ، كلية الآداب بدمنهور ، جامعة الإسكندرية ، العدد ٢١ .
- ————— (٢٠١٠) : تغير الضغط والرياح في التبروسفير بجمهورية مصر العربية ، دورية الإنسانيات ، كلية الآداب بدمنهور ، جامعة الإسكندرية ، العدد ٣٤ .

٥- الكتب :

- أحمد عبدالملك عفيفي (١٩٨٤) : دراسة تحليلية للنظريات المعمارية المختلفة لتصميم وتخطيط المطارات ، الأنجلو المصرية ، القاهرة .
- جمال حمدان (١٩٨٢) : شخصية مصر ، دراسة في عبقرية المكان ، الجزء الثاني ، عالم الكتب ، القاهرة.
- حسين زهدي (٢٠٠٢) : الأرصاد الجوية ونظرة إلى المستقبل ، سلسلة العلم والحياة ، مركز الأهرام للترجمة والنشر ، القاهرة .
- سعيد عبده (٢٠٠٧) : جغرافية النقل مغزاها وممرها ، الأنجلو المصرية ، القاهرة .

- شاهد جمال أغا (١٩٩٩) : المناطق الجافة والتصحر ، مطبعة الاتحاد ، دمشق .
- صالحة مصطفى عيسى (٢٠٠٦) : الجغرافية المناخية ، دار الفكر العربي ، القاهرة .
- صلاح بشير موسى (٢٠٠٥) : المناخ الطبيعي ، المكتب الحديث الجامعي ، الإسكندرية .
- عبدالحميد أحمد كليو (١٩٩٩) : الأرصاد الجوية ، مطابع جامعة المنصورة ، المنصورة .
- عبدالعزيز طريح شرف (١٩٩٦) : الجغرافيا المناخية والنباتية ، مع التطبيق على مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي ، ط ١١ ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .
- _____ (٢٠٠٠) : الجغرافية المناخية والنباتية ، مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية .
- عبدالقادر عبدالعزيز علي (١٩٩٥) : الطقس والمناخ والمترولوجيا ، دار الجامعة للطباعة والنشر ، القاهرة .
- عبداللطيف محمد الصباغ (٢٠٠٤) : الطيران المدني في مصر دراسة في تاريخ مؤسسة مصر للطيران " ١٩٣٢-١٩٥٦ " ، دار الكتب والوثائق القومية ، كلية الآداب ، بينها ، جامعة الزقايق .
- عبدالملك عبدالكليب (١٩٧٥) : الطقس والمناخ في دولة الكويت ، دار الأرقم للطباعة والنشر ، الكويت .
- عبد علي الخفاف و علي الشلش (٢٠٠٠) : جغرافية النقل والاتصالات والتجارة ، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع ، عمان .
- علي أحمد غانم (٢٠٠٣) : الجغرافية المناخية ، دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة ، عمان ، الأردن .
- علي حسن موسى (١٩٩٤) : أساسيات علم المناخ ، دار الفكر المعاصر ، بيروت ، لبنان .
- فاروق كامل عز الدين (١٩٨١) : جغرافية النقل أسس ومناهج وتطبيقات ، الأنجلو المصرية ، القاهرة .
- _____ (٢٠٠٥) : النقل أسس ومناهج وتطبيقات ، الأنجلو المصرية ، القاهرة .

- فتحي محمد أبو عيانة (١٩٩٥) : جغرافية السكان " أسس وتطبيقات " ، دار المعرفة الجامعية ، ط ٥ ، الإسكندرية .
- فهمي هلالى أبو العطا (١٩٧٠) : " الطقس والمناخ " دراسة طبيعة الجو ، دار المعرفة الجامعية ، ط ٣ ، الإسكندرية .
- كامل حنا سليمان (١٩٧٨) : مناخ جمهورية مصر العربية ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، القاهرة .
- محمد إبراهيم حسن (٢٠٠١) : القرن الأفريقي وحوض البحر المتوسط دراسة مقارنة للمظاهر الطبيعية والبشرية والإقليمية ، مؤسسة شباب الجامعة ، الإسكندرية .
- محمد جمال الدين الفندي (١٩٦٠) : طبيعيات الجو وظواهره ، مكتبة النهضة ، ط ٢ ، القاهرة .
- محمد خميس الزوكه (٢٠٠٤) : جغرافية النقل ، دار المعرفة الجامعية ، ط ٢ ، الإسكندرية .
- محمد صبري محسوب (٢٠٠٢) : جغرافية مصر الطبيعية ، ط ٢ ، القاهرة .
- محمد صفى الدين أبو العز (٢٠٠٢) : مورفولوجية الأراضي المصرية ، دار النهضة المصرية ، القاهرة .
- محمد عبدالقادر العاملي وآخرون (١٩٦٥) : الأرصاد الجوية للطيران ، الهيئة العامة للأرصاد ، الدار القومية للطباعة والنشر ، ط ١ ، القاهرة .
- محمد محمود إبراهيم الديب (٢٠٠٥) : الجغرافيا السياسية منظور معاصر ، الأنجلو المصرية ، ط ٦ ، القاهرة .
- نعمان شحادة (١٩٨٣) : المناخ العملي ، دار البشير ، عمان ، الأردن .
- ————— (١٩٩١) : مناخ الأردن ، دار البشير ، عمان ، الأردن .
- يوسف عبدالمجيد فايد (١٩٧٢) : مناخ لبنان بين البحر والجبل ، جامعة بيروت العربية ، بيروت .
- يوسف عبدالمجيد فايد وآخرون (١٩٩٤) : مناخ مصر ، دار النهضة العربية ، القاهرة .

ثانيا : المراجع الأجنبية :

1- Reports and statistics :

- Egyptian Meteorological Authority (2000): Preliminary Wind Atlas for Egypt, National Laboratory, Roskilde, Denmark.
- The Ministry of civil aviation – Cairo: 2011 , air traffic service system En_route chart , ICAO , Enr 6-1.

2- Scientific Thesis :

- Jully, O., (2012): Assessment of the effect of fog on road and air transport, PhD, Department of meteorology, University of Nairobi.

3- Scientific Papers :

- Ali , A., A., (1987) : On the genesis and structure of Winter depressions in Egypt , Bulletin of the Faculty of Arts , Cairo Univ , V. xxxxiv and xxxv , Part , 1 , 11, pp103 -132 .
- Brando , J ., (2005) : Aviation Meteorology , Harvard University Press , Cambridge , pp. 122- 154 .
- Cagle , M ., (2002) : A wind tunnel model to explore unsteady circulation Acontrol for general aviation applications , American Institute of Aeronautics and Astronautics , NASA Langley Research Center , V 23681 , pp. 264 -288 .
- David, E., (2005): Revisiting radiosonde upper air temperatures from 1958 to 2002, Journal of Geophysical Research Atmospheres , by the American Geophysical Union, V47, pp. 253- 269.
- Dian , J ., (2005) : Diurnal cycle of upper-air temperature estimated from radiosondes , American Geophysical Union, Journal of Geophysical Research , Vol110, Issue D9, 16 May 2005, pp. 57-71 .
- El – Fandy , G., (1944) : The formation of depressions of Khamsin type ,Quart , J . R. Met. Soc , V. 66 .

- El-Hussainy, F., M., (1975): Distribution of sunshine and solar radiation over Egypt , *Met. Res. Bull.* V. G, pp. ٨١, Cairo.
- Jany , N., (2004) : The dependence of numerically simulated convective storms on vertical wind shear and buoyancy national center for atmospheric research, Boulder, CO 80307, PP 32- 61 .
- Junhong , W ., (1995) : Determination of cloud vertical structure from upper-air observations , Department of Geological Sciences, Columbia University, New York, Volume 34, Issue 10 October pp 48-60 .
- Larry , M., (1998) : Upper-tropospheric relative humidity observations and implications for cirrus ice nucleation , *Geophysical Research Letters*, volume 25 , Issue 9, pp. 1343–1346
- Liebmann, B., (٢٠٠٢): Upper air trains over Mediterranean sea, Sao Paulo , Brazil . NOAA – Aeronomy pp٠٢٢٣- ٢٤٢.
- Peterson, E., and Russell S., (1997): An overview of the global historical climatology Network temperature database, *Mateo. Soc.*, V. 78, Issue 12, pp. 59- 78.
- Rickard , J ., K ., (2001) : The met office upper air winds prediction and verification in the context of commercial aviation , State University of New York at Purchase, Purchase, New York, USA , *Meteorology. Appl*, pp.351–360.
- Rindsberger , M ., (1983) : The relation between air mass trajectories and the water isotope composition of rain in the Mediterranean Sea area , *Geophysical Research Letters* , V. 10 , pp. 43-46 .
- Selchi , M ., E ., (2006) : Characteristics and structure of an upper air clod vortex in the subtopic of south America , Oxford University , United Kingdom , V. 2, pp. 203-220.

- Sterin, A, M., (2009): Upper-air temperature trends, Russian Research Institute for Hydrometeorological Information , V. 64, Spring .
- Soliman, K ., H., (1972) : The climate of the united arab republic world survey of climatology, " climate of Africa " , London , Vol. 10. " pp73-92.
- Sutton, J., (1923): A barometric depression of the khamasin type, Physical Department, No.10, Cairo.

4- Books :

- Antonin, K., Robert, E., (2009): Airport design and operation, Second Edition , Oxford , United Kingdom , pp 488.
- Bonavia, M., (1960): The economics of transport, digswell place James Nesbit & Co. Ltd., Cambridge, pp.2-19.
- Frank, G., (1999): Development of airport, Praegers Publishers, New York .
- Grifith , F ., (1976) : Applied climatology " climate of Africa " , Oxford Unvi , pp. 48-63 .
- Hill, G., (2007): Upper air wind and temperature, Dublin 9, Ireland.
- Joson , K., (2002) : The climate of the air transport , Oxford university Press , Oxford , pp. 34 -49.
- Jones , A ., (2003) : Hemispheric and large-scale surface air temperature variations , Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich, Norfolk, United Kingdom , pp206–223.
- Jousef , R ., (2010) : Cloud visibility , meteo pub , V.13 , London
- Juorry, H., (2009): Thunderstorms, London, V.7 pp. 122- 141.
- Howard, P., (1960): Climatology, U. S. A, P 343.
- Landsberg, H., (1968): Physical Climatology, UK, London.

- Naguib , M ., K ., (1970) : Precipitation in the UAR in relation to difernt Synoptic Patterns , Meteorological , London .
- Norman , A ., and Paul , H ., (2009) : Airport Engineering , Third Edition , New York , p 79.
- Richardson , H ., W ., (1973) : Regional growth theory , New York, ATA , President p 177 .
- Rigas, D., (1990): Airport business, New York, P132.
- Strahler, N., and Strahler, H., (1989): Element of physical Geography, 4ed New York.

ثالثا : الشبكة المعلوماتية :

- [http: // weather . uwyo . edu /upper air / sounding.html](http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html) .
- [http ://www.el-balad.com/1328612](http://www.el-balad.com/1328612) .
- <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/realtime/?calendar> .
- [http://www.eumetsat.int/website/home/Images/ImageLibrary/index.html
l?pState=1&search=&rPP=12.](http://www.eumetsat.int/website/home/Images/ImageLibrary/index.html?pState=1&search=&rPP=12)
- [www. Google Earth2015](http://www.google.com/earth/), cones spot Image .

ملخص الرسالة

أولا : الملخص العربي .

ثانيا : الملخص الإنجليزي .

الملخص

تناولت هذه الدراسة أثر المناخ على النقل الجوي في مصر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ، وتتألف من ستة فصول تسبقها مقدمة وتنتهي بخلاصة ، وذلك للتعرف على مدى تأثير العناصر المناخية السطحية وفي طبقات الجو العليا على النقل الجوي .

اشتملت **المقدمة** على : تحديد منطقة ومحطات الدراسة ، وأهميتها ، وأسباب اختيار موضوع الدراسة ، وتساؤلات وفرضيات الدراسة ، وأهدافها والمناهج والأساليب المستخدمة ، بالإضافة إلى الدراسات السابقة ، والمصطلحات المستخدمة فيها ، ومحتويات وصعوبات الدراسة .

أما **الفصل الأول** : فقد تناول الخصائص العامة للنقل الجوي في مصر ، وتمثل في نشأته وتطوره ، وتحديد حدود المجال الجوي المصري ، وتصنيف المطارات وتوزيعها ، وتطور حركة النقل الجوي ، والعوامل الجغرافية المؤثرة عليه سواء كانت الطبيعية أو البشرية ، وتبين من خلال الدراسة تأخر دخول النقل الجوي إلى الأجواء المصرية حتى بداية القرن العشرين ، وينقسم المجال الجوي إلى قسمين المجال الأفقي والرأسي ، وبلغ عدد المطارات في مصر ٢٥ مطار ، تنوعت بين الدولية الرئيسة والمتاحة للطيران الدولي والمحلية ، وشهد النقل الجوي زيادة مستمرة في السنوات الأخيرة من حيث عدد الركاب والرحلات والطائرات .

وتناول **الفصل الثاني** : دراسة تأثير الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة السطحية على النقل الجوي في مصر ، وذلك من خلال دراسة خصائص كل من الإشعاع الشمسي ، ودرجة الحرارة العظمى والصغرى السنوية والفصلية ، لتحديد تأثيرهما على النقل الجوي ، واتضح من الدراسة تزايد كلاهما بالاتجاه جنوبا ، وتبين أن هناك علاقة ارتباط عكسية قوية بين كل من معدل الإشعاع الشمسي وكمية الطاقة المستهلكة على الممرات الأرضية ، وهناك علاقة ارتباط طردية ضعيفة بين درجة الحرارة وطول الممرات ، وأخرى طردية قوية مع أعطال الطائرات ، وتؤثر درجة الحرارة على هيكل الطائرة ومادة رصف الممرات بشكل سلبي .

ودرس **الفصل الثالث** : تأثير درجة الحرارة في طبقات الجو العليا على النقل الجوي في مصر ، وتم من خلاله دراسة خصائص درجة الحرارة في طبقات الجو العليا السنوية والفصلية في

طبقات ضغط ١٠٠٠ إلى أكثر من ٨٥٠ هكتوبسكال و ٨٥٠ إلى أكثر من ٧٠٠ هكتوبسكال و ٧٠٠ إلى أكثر من ٦٠٠ هكتوبسكال و ٦٠٠ إلى أكثر من ٥٠٠ هكتوبسكال ، وتبين من خلال الدراسة أنه يعد فصل الشتاء هو الأبرد على مستوى كافة طبقات الدراسة ، بينما يعد فصل الصيف هو الأدفء ، وتعد الكتل الهوائية والتيارات والجبهات والتيار النفاث والحمل الحراري والرطوبة هي العوامل الرئيسية التي تؤثر على درجة الحرارة في طبقات الجو العليا ، كما اتضح من الدراسة أن هناك علاقة طردية بين سرعة الطائرة ودرجة الحرارة فكلما زادت درجة الحرارة زادت سرعة الطائرة ، وعندما تنخفض درجة الحرارة دون الصفر المئوي يمثل خطورة على الطائرة نتيجة لتراكم الجليد على جسمها مما يؤدي إلى زيادة الوزن وانخفاض سرعتها.

وعرض الفصل الرابع : تأثير الرياح السطحية وفي طبقات الجو العليا على النقل الجوي في مصر ، وتم من خلاله تناول خصائص الرياح السطحية من حيث الاتجاه والسرعة السنوية والفصلية وتأثيرهما على النقل الجوي ، كما تناول خصائص سرعة الرياح في طبقات الغلاف الجوي المختلفة وتأثيرها على النقل الجوي ، وتبين من خلال الدراسة سيادة اتجاه الرياح الشمالية الغربية ، وانخفاض سرعتها بالاتجاه نحو الجنوب ، وأن ٧٠% من ممرات المطارات غير صالحة لعمليتي الإقلاع والهبوط ، وتبين أن سرعة الرياح تزداد بالارتفاع إلى أعلى ، وتعد السرعة الخلفية من العوامل المساعدة على الطيران بينما السرعة الجانبية تشكل خطرا على سلامة الرحلة الجوية .

ودرس الفصل الخامس : تأثير بعض ظواهر الطقس الفجائية الحرجة على النقل الجوي في مصر ، وتمثلت هذه الظواهر في العواصف الرملية والترابية ، والضباب والشابورة ، والعواصف الرعدية ، والسحب ، وتم دراستهم من خلال الخصائص السنوية والفصلية ، ودراسة أثر كل ظاهرة على مستوى الرؤية الأفقية التي تؤدي بدورها إلى تقليل سلامة الرحلة الجوية ، مما يؤدي إلى تحويل الرحلات الجوية أو تأجيلها أو إغلاق المطار كلياً ، فينتج خسائر اقتصادية بالغة .

وتناول الفصل السادس : النمذجة المكانية للمطارات المصرية في ضوء المعايير المناخية ، وتناول التحليل التقني لنمذجة اختيار أفضل مواقع للمطارات الجديدة من حيث تحديد أهداف النمذجة ، والمعايير والبيانات المستخدمة ، وتجهيز وإنتاج البيانات لبناء النموذج ، وتناول تحليل مخرجات عملية النمذجة وذلك من خلال تصنيف مصر طبقاً لمدى ملائمتها لإنشاء مطارات جديدة وفقاً لمعايير

النمذجة ، وتقييم المطارات الحالية ووضع خطة التوسع لها وفق النموذج ، وتبين من خلال عملية النمذجة أن هناك أفضل عشرة مواقع لإنشاء مطارات جديدة وتمثلت في بني سويف ، والمنيا ، والفرافرة ، والسادات ، والسويس ، ورأس غارب ، وأبورديس ، وحلايب ، والإسماعيلية ، وسيوه .

وعن **الخاتمة** : فهي تتناول أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة ، والوصول إلى مجموعة من التوصيات.

Summary

This study examines the impact of climate on air transport in Egypt by using GIS and remote sensing. It consists of six chapters, preceded by introduction and a summary to identify the impact of climatic elements of the surface and of the upper atmosphere on air transport.

The introduction includes: determine the study area and stations, and the reasons for choosing the study, questions and hypotheses and objectives, approaches and methods used, as well as previous studies, and the terminology used, and determine the contents, and difficulties of the study.

Chapter one: deals with the general characteristics of air transportation in Egypt. It is origins and its development. It defines the limits of the Egyptian airspace, the classification of airports distribution, and the development of their movement, and the natural and human geographic factors affecting it. The study shows that the late entry of air transport in Egypt was until the beginning of the twentieth century. The airspace is divided into two parts, horizontal and vertical. The number of airports in Egypt is ٢٥ it varies from major international, available for international aviation and local airports. Air transport has seen a continuous increase in the latest years in terms of the number of passengers, flights and aircraft.

Chapter Two: studies the effect of solar radiation and surface temperature on air transportation in Egypt. Through examining the annual and seasonal properties of solar radiation and the greatest and smallest temperature to determine their impact on air transport. The study shows that both increase in the South direction. There is a strong inverse correlation between solar radiation rate and the amount of energy rate consumed at the pathways. There is also a weak direct correlation between temperature and length of the pathways, and other strong direct correlation with aircraft

crashes, and the temperature influences negatively on the structure of aircraft and the material of pavement of pathways.

Chapter Three: examines the effect of temperature in the upper atmosphere on air transportation in Egypt, and it has studied the characteristics of temperature in the upper atmosphere annual and seasonal in layers of pressure (1000 to more than 850 HPA) , (850 to more than 700 HPA) , (700 to more than 600 HPA) and (600 to over 500 HPA). The study finds that the winter is the coldest at the level of all the studied layers while the summer is the warmest season. The air masses, currents, fronts, jet stream, heat load and humidity are the main factors that affect the temperature in the upper atmosphere. The study shows that there is a direct correlation between the speed of aircraft and temperature, if the temperature increases, the speed of the plan will increase. When the temperature decreases below zero percentage, it becomes dangerous to the aircraft as a result of ice accumulation on its body which leads to weight increase and reduced speed.

Chapter Four: deals with the effect of winds on the surface and in the upper atmosphere on air transportation in Egypt. It has dealt with the characteristics of surface wind through the annual and seasonal direction and speed, and their impact on air transport. Also, it has handled characteristics of the wind speed at different layers of the atmosphere and their impact on air transport. The study it appears that, the supremacy of the North West wind direction, low speed with direction towards the South, 70% of the airport pathways are not suitable for taking off and landing and the wind speed increases by rising to the top. The back speed is one of the helpful elements for the aviation while the side speed forms danger on the safety of the flight.

Chapter five: studies the influence of some sudden critical weather phenomena on air transportation in Egypt. These phenomena are sand , dust storms, fog, mist, thunderstorms and clouds; they have been studied through

annual and seasonal features. The study of the impact of each phenomenon on the level of horizontal visibility, which reduces the safety of the flight, leading to the transfer or delaying of the flights or the closing the airport entirely. this producing severe economic losses.

Chapter Six: deals with Spatial modeling of Egyptian airports according to the climatic criteria. It has talked about technical analysis to model choosing of the best locations for new airports within determining the targets of modeling, criteria, used data, preparing and producing data to build the model. It deals with the analysis of the output of the modeling process through classifying Egypt according to the sufficiency of establishing new airports according to the criteria of modeling and evaluation of the current airport and putting an expansion plan according to the model. The modeling process shows the best ten sites which are suitable to build new airports and they are represented in (Bani souif, El Minya, Farafra, El Sadat, Suez, Raas Ghareb, Abo Rides, Halaib, Ismailia, and Siwa).

And for the conclusion: it treats the most important results of the study, and access to a set of recommendations.

Damietta University
Faculty of Arts
Department of Geography
Graduate Studies



Climate Impact on Air Transport in Egypt

By Using GIS and Remote Sensing

A Thesis

Submitted for the master degree of Arts, Department of Geography

Prepared by

Samia Ali Ali Mabrouk

Supervised by

Prof.

Shihata Sayed Ahmed Tolba

Professor of physical geography
Faculty of Arts
Cairo University

Prof.

Salah Marof Abdou Amasha

Professor of physical geography
Faculty of Arts
Damietta University