تأثير بعض عناصر المناخ على النقل الجوى

أ. د. عبدالسلام عبدالستار إسماعيل
أستاذ الجغرافيا الاقتصادية والخرائط
كلية الآداب– جامعة بور سعيد

مقدمة:

يمثل النقل الجوى عنصراً مهماً من عناصر التنمية الاقتصادية فى جميع دول العالم، لما له من دور رئيس وفعال فى نقل الركاب والبضائع معاً، وعلى الرغم من أن النقل الجوى جاء فى مرحلة تالية للنقل البرى والنقل المائى إلا أنه اصبح له بصماته الواضحة فى تحقيق النمو والتقدم فى جميع المجالات.

ومنذ بدء الخليقة حتى عام ١٨٠٤ لم يكن فى وسع الإنسان ان يقطع رحلة تزيد مسافتها منذ الصباح الباكر حتى الغروب عن ٧٠ ميلا وبانتهاء القرن الماضى ازدادت المسافة الى ٥٠٠ ميل، ثم جاء الطيران فتمكن الإنسان أن يقطع ٧٠٠ ميل فى اثنتى عشرة ساعة ثم قفزت هذه المسافة حتى بلغت ١٢٠٠٠ ميلِ.

والنقل الجوى يتكون من ثلاثة عناصر أساسية، هى: الميناء الجوى (المطار) والخطوط الملاحية الجوية (الطريق) والوسيلة المستخدمة (الطائرة)، ويعد المناخ عاملاً حيوياً فى التأثير على النقل الجوى، لذا تم إنشاء محطة ارصاد جوية بكل مطار، وعناصر المناخ لها تأثير مباشر على النقل الجوى منذ ظهور فكرة الطيران، ويعتمد ذلك تحديداً على مواقع المطارات وتصميمها وتحديد وقت الإقلاع والطيران والهبوط حسب الظروف المناخية السائدة.

لذا يجب عند اختيار موضع المطارات أن تكون فى مناطق لا تتعرض كثيراً لانخفاض مدى الرؤية الأفقية لتسهيل عمليتى الإقلاع والهبوط، كما يتعين اختيار اتجاهات الممرات حسب اتجاه الرياح السائدة فى المنطقة، وفى نفس الوقت تنظم

(ISSN: 2536 - 9555)

مواعيد إقلاع الطائرات وهبوطها حسب العوامل الجوية السائدة والتى تساعد على مرونة حركة الطائرات مثل الرياح والحرارة لتحديد الارتفاع المناسب.

بالإضافة إلى ذلك يتم تزويد الطيارين بمعلومات عن مناطق الزوابع الرعدية والتيارات العمودية والأفقية وارتفاع السحب المنخفضة عن سطح الأرض.

ويتم تنظيم مواعيد وصول الطائرات وإقلاعها طبقاً للظروف الجوية السائدة من حيث معدل الضباب والعواصف الرملية والترابية والشبورة، اما فى طبقات الجو العليا فيحتاج الطيار الى معلومات عن درجة الحرارة وسرعة الرياح بأنواعها فى ارتفاعات مختلفة لتحديد الارتفاع المناسب للطيران.

وتتعدد العوامل المؤثرة فى النقل الجوى فبعضها طبيعى يتعلق بالموضع والموقع والجيولوجيا وأشكال السطح والمناخ، وبعضها الآخر بشرى يتعلق بالسكان والعمران والأنشطة الاقتصادية والسياسية، وتم تطبيق البحث على مطار الاسكندرية ومطار اسوان وذلك لوقوعهما فى اقاليم مناخية مختلفة بهدف اظهار التباين فى عناصر المناخ بالمطاريين وتأثيرها على النقل الجوى.

ويهدف البحث الى ابراز تأثير بعض عناصر المناخ مثل (الإشعاع الشمسى– الحرارة– الرياح– الأمطار– الضغط الجوى– العواصف الرملية والترابة– الضباب– الشبورة– العجاج) على النقل الجوى وتحديد أنسب الأوقات للإقلاع والهبوط، وفى نفس الوقت تحديد انسب الاماكن لإقامة المطارات.

عناصر البحث: ركز البحث على ثلاثة عناصر رئيسة تسبقها مقدمة وتنتهى بخاتمة وهى:

أولاً: عناصر المناخ التى تؤثر على المطارات.

ثانياً: عناصر المناخ التى تؤثر على الطائرات.

ثالثاً: عناصر المناخ التى تؤثر على الطيار (الرؤية).

وفيما يأتى دراسة تفصيلية لعناصر البحث.

أولاً: عناصر المناخ التى تؤثر على المطارات.

١- الإشعاع الشمسى:

الإشعاع الشمسى المصدر الرئيس للحرارة فى 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 (القلاوى: ١٩٩٧، ص١٥٩).

أ- أثر الإشعاع الشمسى على النقل الجوى:

الإشعاع الشمسى هو المصدر الرئيس للضوء والحرارة على سطح الأرض، لذا لعب دوراً مهماً فى التأثير على النقل الجوى، لأن الطيارين يعتمدون بصفة رئيسية على الإضاءة الشمسية فى رؤية الممرات الأرضية أثناء الإقلاع والهبوط نهاراً، مما يؤمن له السلامة الجوية، وبعد زوال الشمس يعتمد الطيارون على الإضاءة الصناعية فى رؤية وتحديد الممرات أثناء عمليتى الإقلاع والهبوط، لذا تم تجهيز المطارات بالعديد من التجهيزات لمواجهة زوال الاشعاع الشمسى فى فترة الليل.

ب- تجهيزات المطارات بعد زوال الشمس:

تحتاج الفترة بعد زوال الشمس حتى شروقها إلى تجهيزات خاصة، وتتمثل هذه التجهيزات فى تزويد ممرات الإقلاع والهبوط بأعمدة الإنارة بفاصل ٢م بين كل كشافٍ إضاءة وذلك لتوفير الإضاءة التى تساعد على عملية الإقلاع والهبوط بأمان وبيبن الجدول (١) المعدل السنوى للإشعاع الشمسى فى محطتى الإسكندرية وأسوان.

(ISSN: 2536 - 9555)

جدول (١) المعدل السنوى للإشعاع الشمسى فى محطتى الاسكندرية واسوان فى الفترة من (١٩٩٠– ٢٠١٧)

المعدل / المحطة	المعدل السنوى	
	ساعة/ يوم	%
الإسكندرية	٩.٥	٧٨.٤
أسوان	١٠.٦	٨٥.٤

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة، للفترة من ١٩٩٠– ٢٠١٧.

من الجدول (١) تبين أن المعدل السنوى للإشعاع الشمسى فى محطة أسوان (١٠.٦ ساعة/ يوم) وهذه المدة أكبر من المعدل السنوى للإشعاع الشمسى فى محطة الإسكنرية (٩.٥ ساعة/ يوم) وذلك لوقوع مدينة أسوان بالقرب من مدار السرطان والذى يزيد عنده عدد ساعات سطوع الشمس.

ج– الطاقة المستهلكة فى المطارات بعد زوال الشمس:

الإشعاع الشمسى من العوامل التى توفر كثيراً على شركات الطيران وذلك لعدم احتياج المطارات إلى إضاءة فى هذا الوقت، وبحلول الليل يبدأ استهلاك الكهرباء على طول الممرات.

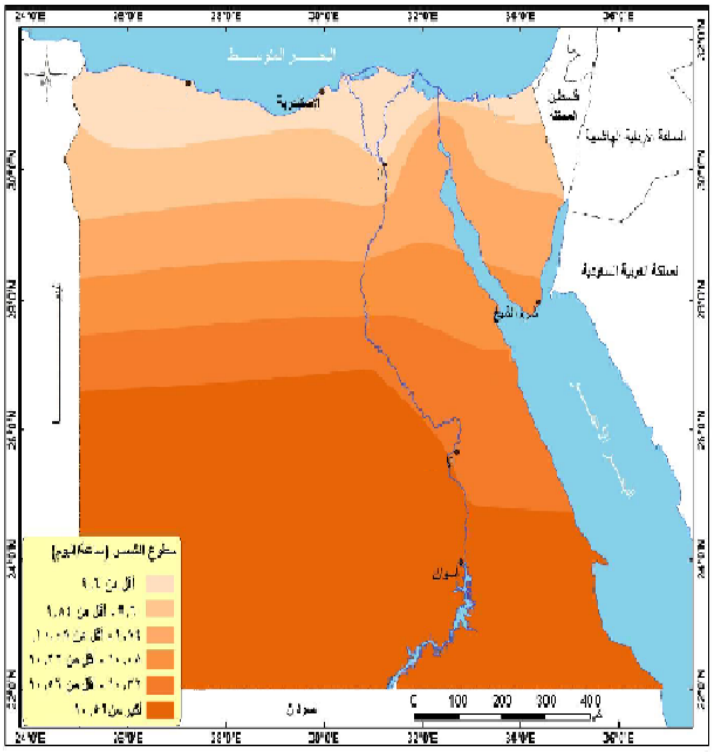
وبلغ متوسط استهلاك الكهرباء عام ٢٠١٧ على ممرات مطار الإسكندرية ٦٤٥٤ ك. و. س.

ويعد شهر يونيه أقل شهور السنة استهلاكاً للكهرباء، فبلغ حوالى ٥٤٧٨ ك. و. س وذلك لطول فترة الإشعاع الشمسى وبلغ متوسط الإشعاع الشمسى الفعلى فى نفس الشهر ١٢.١ ساعة/ يوم وهو الأكثر خلال السنة.

فى حين جاء شهر يناير أكثر شهور السنة استهلاكاً للكهرباء على طول الممرات حيث بلغ ٧٣٦٥ ك.و.س بمتوسط سطوع فعلى ٧.٤ساعة/ يوم، وهو

الأدنى فى فترة الإشعاع الشمسى. أما متوسط استهلاك الكهرباء عام ٢٠١٧ على ممرات مطار أسوان فبلغت ٥٩٨١ ك. و. س. حيث يعد شهر يونيه أقل شهور السنة استهلاكاً للكهرباء، فبلغ حوالى ٤٩٨٦ ك. و. س وبلغ متوسط الإشعاع الشمسى الفعلى فى نفس الشهر ١٢.٩ ساعة/ يوم.

- فى حين جاء شهر يناير أكثر شهور السنة استهلاكاً للكهرباء على طول الممرات حيث بلغ ٦٢٤٨ ك. و. س بمتوسط سطوع فعلى ٨.٥ ساعة/ يوم، وهو الأدنى طوال العام.



شكل (١) المعدل السنوى لعدد الساعات الفعلية للاشعاع الشمسى فى الفترة (١٩٩٠– ٢٠١٧)

(ISSN: 2536 - 9555)

٢– الحرارة:

للحرارة تأثير فى تحديد أطوال الممرات الأرضية، فعندما ترتفع درجة الحرارة يؤدى ذلك إلى زيادة المسافة اللازمة لإقلاع الطائرة وهبوطها، فهناك علاقة طردية بين درجة الحرارة وطول الممر الأرضى، فارتفاع درجة الحرارة بمعدل درجة مئوية واحدة يقابله زيادة فى طول الممر بنسبة ١٪، ويسمى ذلك بتصحيح درجات الحرارة "Correction Of Temperature" (Landsberg, H., 1968, p 178).

وقد أدى ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة أطوال الممرات الأرضية فى ضوء أن درجات الحرارة المثلى لعمل الطائرات هى ١٥°م، وأن الحد الأدنى لطول الممر هو ٢٢٠٠ متر ويوضح الجدول (٢) المعدل السنوى لدرجات الحرارة العظمى والصغرى لمحطتى الدراسة وطول الممرات.

جدول (٢) المعدل السنوى لدرجات الحرارة العظمى والصغرى وطول الممرات لمحطتى الدراسة

المحطة	الحرارة العظمى	الحرارة الصغرى	عدد الممرات	طول الممر بالمتر
الإسكندرية	٢٥	١٩	٢	٢٧٠١/ ١٨٠١
أسوان	٣٤.٢	١٩.٨	١	٣٤٠٢

المصدر:

١–الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة، للفترة من ١٩٩٠– ٢٠١٧.

٢–دليل الطيران المدنى المصرى (٢٠١٥) صفحات مختلفة واتضح من تحليل جدول (٢) ما يأتى:

– درجة الحرارة فى وأمطار الإسكندرية ٢٥°م، وبه ممران الأول بلغ طوله ٢٧٠١م والثانى ١٨٠١م. أما فى أسوان فبلغت درجة الحرارة ٣٤.٢°م وطول

الممر ٣٤٠٢م. وزيادة طول الممر مع ارتفاع درجات الحرارة يؤدى إلى زيادة المسافة التى تقطعها الطائرة على الممر فى الإقلاع والهبوط، ومرد ذلك إلى انخفاض كثافة الهواء.

وفى نفس الوقت عندما ترفع درجة الحرارة بصورة كبيرة تؤدى إلى ليونة فى الممرات الأرضية للمطارات مما يؤدى إلى حدوث نحر فى الممرات وخاصة فى أماكن هبوط الطائرات مما يؤدى إلى ظهور قناتين متوازيتين فى وسط الممر تعرقل حركة الطائرات أثناء الهبوط والإقلاع.

شكل (٢) المعدل السنوى لدرجات الحرارة العظمى والصغرى فى محطتى الاسكندرية

(ISSN: 2536 - 9555)

٣– الريـاح:

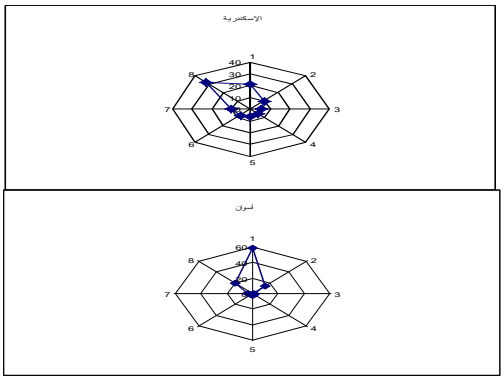
من العناصر المهمة المؤثرة فى النقل الجوى، ولكل من الرياح السطحية والعليا تأثيرها فى النقل الجوى، فالرياح السطحية تؤثر فى الممرات الأرضية، حيث إن عمليتى الإقلاع والهبوط دائماً تكون عكس اتجاه الرياح، وذلك لأن الرياح تساعد فى رفع مقدمة الطائرة على الممر فى حالة الإقلاع، وكذلك فى حالة الهبوط الذى دائماً مايتم على العجلات الخلفية للطائرات.

ونظراً لاختلاف اتجاه هبوب الرياح على المطار تتعدد اتجاهات الممرات في المطار الواحد حسب اتجاهات الرياح السائدة. ووفقا لاتجاه الرياح يحدد قائد الطائرة الممر الذى يريد الهبوط عليه، ويتعرف الطيار على اتجاه الرياح في هذه المطارات عن طريق العلامات فى داخل كل مطار ومنها ما يعرف باسم "كُم الرياح" (هو عبارة عن كُم مفتوح من الجانبين يعلق على عمود داخل المطار بالقرب من الممرات ويتم من خلاله تحديد اتجاه الرياح السائدة فى المطار) ويبين الجدول (٣) المعدل السنوى للنسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح فى محطتى الإسكندرية وأسوان.

جدول (٣) المعدل السنوى للنسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح فى محطتى الاسكندرية واسوان خلال (١٩٩٠–٢٠١٧)

الإتجاه / المحطة	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	السكون
الإسكندرية	٢٠.٩	٩.٧	٥.٦	٥.٢	٦.٥	٧.٥	١٠.٢	٣٢.٥	٢
أسوان	٥٧.٤	١٣.٢	٠.٩	١.٣	٢.١	١	٣.٨	١٩.٥	١

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة، الفترة من ١٩٩٠– ٢٠١٧.



شكل (٣) المعدل السنوى للنسبة المئوية لتكرار هبوب الرياح فى محطتى الاسكندرية واسوان

أ- سرعة الرياح السطحية:

سرعة الرياح من العناصر المناخية المؤثرة فى النقل الجوى، حيث تؤثر فى سرعة عملية الإقلاع، وتحديد حجم حمولة الطائرة، وعليه فإنها ترتبط ارتباطاً وثيقاً بمعدل الانحدار البارومترى أى تناقص الضغط أفقياً، فكلما كان الانحدار البارومترى كبيراً 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 فى 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).

(ISSN: 2536 - 9555)

ب- تأثير اتجاه الرياح السطحية على النقل الجوى:

اتجاه الرياح عامل مهم فى تنظيم عمليتى الإقلاع والهبوط حيث يرتبط ارتباطاً قوياً بهما، لأنه من الثابت أن الطائرة لا بد لها من الصعود أو الهبوط فى عكس اتجاه الرياح السائدة (فاروق عز الدين: ١٩٨١، ص١٧)، لذلك فإنه عند تصميم مطار جديد لا بد من معرفة اتجاه الرياح ودراستها فترة لا تقل عن ١٥ عاماً الأمر الذى يؤمن سلامة الرحلة الجوية (Howard: 1960, p. 343)، وتؤكد منظمة الإيكاو على المواصفات الفنية للممرات فى المطارت ومن ضمنها أن يكون فى الاتجاه الذى يصلح للإقلاع والهبوط بنسبة ٩٥% من العام على أقل تقدير ويبين الجدول (٤) اتجاهات الرياح السائدة فى مطارى الإسكندرية وأسوان.

جدول (٤) تقييم مدى ملائمة اتجاه الممرات لاتجاه الرياح السائدة فى مطارى الاسكندرية واسوان

المطار	اتجاه الممر الحالى		الرياح السائدة	التقييم	الاتجاه الصحيح للممر	
	بداية الاتجاه	نهاية الاتجاه			بداية الاتجاه	نهاية الاتجاه
الإسكندرية	شمالى شرقى	جنوبى غربى	الشمالية الغربية	غير ملائم	جنوبى شرقى	شمالى غربى
	جنوبى	شمالى	الشمالية الغربية	غير ملائم	جنوبى شرقى	شمالى غربى
أسوان	جنوبى	شمالى	الشمالية	ملائم	جنوبى	شمالى

المصدر:

١- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة، للفترة من ١٩٩٠-٢٠١٧.

٢- دليل الطيران المدنى المصرى (٢٠١٥) صفحات مختلفة.

تبين من الجدول (٤) أن مطار الإسكندرية يوجد به ممران أحدهما ذات اتجاه شمالى شرقى جنوبى غربى والآخر جنوبى شمالى واتجاه الرياح السائدة الشمالية

الغربية، لذلك يجب أن يكون اتجاه الممر جنوبياً شرقياً شمالياً غربياً وهذا يعنى ان الممرات الموجودة الآن غير مناسبة لعمليتى الإقلاع والهبوط حسب اتجاه الرياح السائدة. أما مطار أسوان فالممر ملائم لاتجاة الرياح (جنوبى– شمالى).

ج– تأثير سرعة الرياح السطحية على النقل الجوى:

سرعة الرياح من العوامل المهمة التى توضع فى الاعتبار بالنسبة للطيار عند عمليتى الإقلاع والهبوط، لذا يمد الطيار بمعلومات عن سرعة الرياح على الممرات قبل الإقلاع والهبوط لتحديد المسافة والسرعة وتحديد وقت الإقلاع والهبوط، ولقد حددت منظمة الإيكاو أن هناك علاقة واضحة بين سرعة الرياح وطول الممر، فكلما زادت سرعة الرياح ١٣ كم/ ساعة زاد طول الممر ٦٠٠م. ويبين الجدول (٥) أقصى سرعة مسموح بها على الممرات الأرضية للرياح فى مطارى الإسكندرية وأسوان.

جدول (٥) أقصى سرعة مسموح بها على الممرات الأرضية للرياح فى مطارى الإسكندرية وأسوان

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
الإسكندرية	٢	٢٧٠١	٥٨	٢٧.٢	٣٠.٨
		١٨٠١	٣٩	٢٧.٢	١١.٨
أسوان	١	٣٤٠٢	٧٣.٧	١٥.٧	٥٨

المصدر:

١– الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة، للفترة من ١٩٩٠– ٢٠١٧.

٢– دليل الطيران المدنى المصرى (٢٠١٥) صفحات مختلفة.

(ISSN: 2536 - 9555)

اتضح من الجدول (٥) ان طول ممرى مطار الإسكندرية ٢٧.١م و١٨٠١م، وأقصى سرعة للرياح عليهما ٥٨كم/ساعة و٣٩ كم/ ساعة، بينما سرعة الرياح السائدة فى الإسكندرية ٢٧.٢كم/ ساعة بفارق ٣٠.٨كم/ ساعة و١١.٨كم/ ساعة على الترتيب، أما مطار أسوان فطول ممره ٣٤٠١م واقصى سرعة للرياح عليه ٧٣.٧ كم/ساعة وسرعة الرياح السائدة ١٥.٧ كم/ ساعة بفارق ٥٨كم/ ساعة.

د– الأمطار:

للأمطار تأثير لا يمكن إغفاله فى النقل الجوى، خاصة فى الممرات الأرضية فى المطارات، فكثرة الأمطار تؤدى إلى اجتياح الممرات وتسبب تشققها وتكّون الحفر بها، مما يؤدى إلى تعرض الطائرات للحوادث أثناء عمليات الإقلاع والهبوط، ويبدو التأثير الأكبر للأمطار فيما تسببه من سيول تؤثر فى الخدمات الأرضية الخاصة بالمطارات.

ثانياً: عناصر المناخ التى تؤثر على الطائرات.

١– الإشعاع الشمسى:

تجهز الطائرات بعد زوال الشمس بمجموعة كبيرة من الأضواء لتفادى الحوادث بينها منها:

أ– التجهيزات التى يدرك منها قائد الطائرة موقعه من الطائرة الأخرى وهى كالتالى:

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

- الإضاءة المانعة للحوادث، وهى عبارة عن إضاءة تظهر وجود الطائرات الحاملة لها، ومنها الضوء الأحمر المتقطع، والأبيض الدائرى، وتتوزع هذه الإضاءة على الأجنحة، وفوق قمة الذيل، ومن تحت الطائرة (AIB: 2011, p ENR 3, 1-20).

٢- الحرارة:

ولما كان عمل الطائرات يحتاج إلى ما يسمى ظروف يوم قياسى ذى درجة حرارة معينة (١٥ْ م)، ومن ثم فتعد شهور الشتاء هى الأنسب لعمل الطائرات، وإن كانت شركات إنتاج الطائرات حالياً تضع فى اعتباراتها هذه الظروف المناخية، خاصة فى المناطق المدارية التى ترتفع فيها درجات الحرارة وإن كانت لاتؤدى دورها بنفس الكفاءة مقارنةً بالعروض المعتدلة.

فمحركات الطائرات لاتعمل بشكل جيد فى ظل ارتفاع درجات الحرارة، والتى أثرت أيضاً فى زيادة أطوال الممرات الأرضية بالمطارات.

يؤثر توزيع درجة حرارة الهواء فى تكوين الضباب وتساقط الثلوج، إضافة إلى تأثر محركات الطائرات بما يطرأ على درجة الحرارة من تغييرات، خاصةً المفاجئة منها، ويظهر تأثير درجة الحرارة على الطائرة فى أدائها، فقد صممت الطائرات لكى تعمل فى ظروف مناخية قياسية أو مايسمى ظروف يوم قياسى ذى درجة حرارة معينة (١٥° م) (سراج الدين محمد، ٢٠٠٠، ص ٩٤).

أ- تأثير درجة الحرارة على أعطال الطائرات:

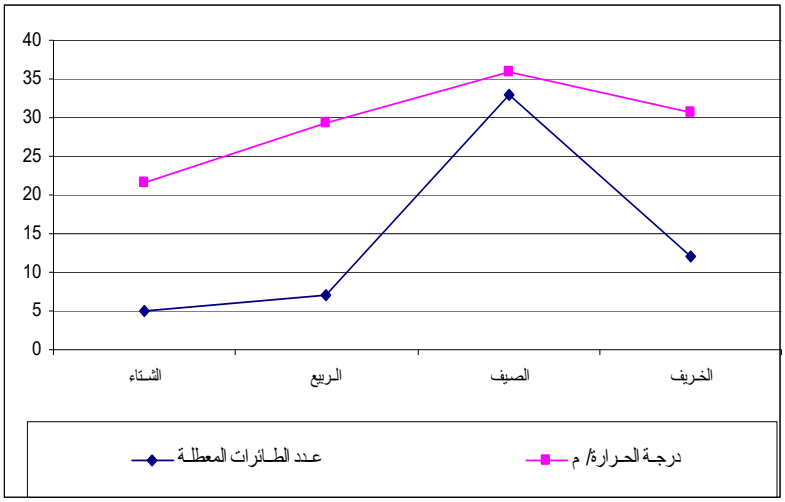
تعد أعطال الطائرات أحد المصاعب التى تواجه مهندسى وفنيى الطيران والتى تزداد خلال فصل الصيف بسبب ارتفاع درجة الحرارة حيث بلغ عدد الطائرات المعطلة ٣٣ طائرة، وبلغ معدل درجة الحرارة ٣٥.٩ م، ويأتى بعده فصل الخريف ١٢ طائرة بمعدل درجة حرارة ٣٠.٧ م، ثم يليه فصل الربيع ٧ طائرات بمعدل درجة حرارة ٢٩.٤ م، وأخيراً سجل فصل الشتاء أدنى فصول السنة فى الأعطال ٥ طائرات بمعدل درجة حرارة ٢١.٦م.

(ISSN: 2536 - 9555)

جدول (٦) درجات الحرارة وعدد الطائرات المعطلة خلال الفترة (٢٠٠٥-٢٠١٧)

الفصل	عدد الطائرات المعطلة	درجة الحرارة/ م
الشتاء	٥	٢١.٦
الربيع	٧	٢٩.٤
الصيف	٣٣	٣٥.٩
الخريف	١٢	٣٠.٧

المصدر: وزارة الطيران المدنى، الشركة القابضة للمطارات، إدارة الأزمات، قسم الإحصاء، بيانات غير منشورة.



شكل (٤) درجات الحرارة وعدد الطائرات المعطلة خلال الفترة (٢٠٠٥- ٢٠١٧)

ب- تأثير درجة الحرارة على حمولة الطائرة:

تؤثر درجة الحرارة على حمولة الطائرة، حيث يلاحظ عندما ترتفع درجة الحرارة أكثر من ٣٥م يراعى إنقاص حمولة الطائرة سواء كانت الحمولة ركاباً أو

بضائع أو بريداً، وإذا زادت درجة الحرارة عن ٣٥م فكل درجة مئوية إضافية تقلل من حمولة الطائرة ١٠٠كجم (فاروق عز الدين: ١٩٨١، ص ١٥).

ج- تأثير درجة الحرارة على هيكل الطائرة:

يؤثر ارتفاع درجة الحرارة على هيكل الطائرة بصورة واضحة، ويرجع ذلك إلى أن الطائرة صممت لكى تعمل فى ظل ظروف مناخية مناسبة أو ما يسمى ظرف اليوم القياسى ذى درجة حرارة معينة لا تزيد عن ١٥م (أحمد عفيفى: ١٩٨٤، ص ٥٨).

د- تأثير درجة الحرارة على النقل الجوى فى طبقات الجو العليا:

تعد درجة الحرارة المسئولة الأولى عن ديناميكية الهواء التى تؤثر بدورها على الطائرات والأجسام المتحركة فى الغلاف الجوى وبالتالى تؤثر على النقل الجوى من حيث سرعة الطائرة، واستخدام أجهزة التكييف، واستهلاك الوقود وتتمثل فيما يلى:

هـ- تأثير درجة الحرارة فى طبقات الجو العليا على سرعة الطائرة:

تؤثر درجة الحرارة فى طبقات الجو العليا على سرعة الطائرات، حيث إن هناك نوعين من السرعة: **أولها:** السرعة الحقيقية True Airspeed وهى سرعة اصطدام الطائرة بالتيار الهوائى المحيط بها أو هى سرعة مرور الطائرة بالهواء المحيط وتقاس بواسطة السرعة الحقيقية، **ثانيها:** السرعة المؤشرة Indicated Airspeed وهى قيمة افتراضية تساوى 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: 2005, p.132)، ووجد أن الظروف القياسية التى تطير عليها الطائرة ١٥م، وعندما تنخفض درجة الحرارة

(ISSN: 2536 - 9555)

عن هذه القيمة تصبح سرعة الطائرة ٧٥٠كم/ ساعة، أما إذا انخفضت درجة مئوية واحدة عن هذه القيمة فإن ذلك يؤدى إلى تقليل سرعة الطائرة ١٨كم/ ساعة (دليل الطيران المصرى: ٢٠١٥، ص٢٣).

و- تأثير درجة الحرارة على تكون الجليد على جسم الطائرة:

يؤدى انخفاض درجة الحرارة دون الصفر المئوى إلى تكاثف بخار الماء على جسم الطائرة ويتحول إلى جليد، ويعد تكون الجليد على جسم الطائرة من أبرز المخاطر التى تهدد الطيران، حيث إنه يزيد من وزن الطائرة ويقلل من سرعتها وقدرتها على الصعود واندفاعها، كما يهدد بعطل المحرك، وأجهزة الاتصالات اللاسلكية، وتقديم معلومات خاطئة عن أجهزة الملاحة، وتعطيل أجهزة الهبوط (Larry: 1998. p.1344)، وعادة تعمل المعدات الإلكترونية فى مجال معين من درجة الحرارة، ومع تغير مستوى ارتفاع الطيران تتغير درجة الحرارة مما يؤثر على هذه التجهيزات المتمثلة فى ضبط درجة حرارة الطائرة سواء من الخارج أو الداخل.

ووجود التكييف على جسم الطائرة من التجهيزات المهمة خاصة عندما تصل درجة الحرارة دون الصفر المئوى، ومع بداية تكون الجليد يقوم فريق الطائرة بتشغيل التكييف الخارجى من أجل إذابته 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 المئوى عند ارتفاع ٣٠٠٠م، ولكنها لم تصل دون الصفر المئوى فى باقى فصول السنة إلا على ارتفاع ٤٥٠٠م فوق منسوب سطح البحر.

٢- الضغط الجوى:

يعد الضغط الجوى من عناصر المناخ المؤثرة بشكل بالغ فى النقل الجوى لارتباط كثافة الهواء بالتغيرات التى تحدث فى كل من درجات الحرارة والضغط الجوى، وكثافة الهواء هى العامل الحاسم فى تحديد طاقة الطائرة وقدرتها على الارتفاع عن طريق المراوح.

ونظراً لتناقص الضغط الجوى بالارتفاع فوق منسوب سطح البحر بمعدل عشرة ملليبارات لكل مائة متر فإن كثافة الهواء تتناقص بنحو ١٠٪ لكل ٣٠٠٠ قدم (٩٧٥٠متر)، لذلك تبلغ كثافة الهواء عند منسوب ٢٠ ألف قدم (٦٥٠٠٠ متر) نحو نصف كثافته عند منسوب سطح البحر، وهوعامل لايؤثر فقط فى عمليات الطيران بالارتفاعات المختلفة، بل يسهم فى تحديد مواقع المطارات فى نطاقات الهضاب المرتفعة (محمد خميس الزوكة، ٢٠٠٢، ص ٢٤١).

وبسبب الضغط الجوى تظهر المطبات الهوائية التى تحدث عند انتقال الطائرة من مناطق الضغط الجوى المرتفع إلى مناطق الضغط الجوى المنخفض (سراج الدين محمد محمد، ٢٠٠٠، ص ٩٣) والتى تؤدى بالطائرة إلى الدخول فى دوامة تنتهى بسقوطها فجأة دون التحكم فيها، كما يؤثر الضغط فى حدوث الاضطرابات الجوية وما يصاحبها من حالات عدم استقرار التى تساعد على تكون السحب وسقوط الأمطار وحدوث العواصف الرعدية والعواصف الرملية والترابية.

ويمتد تأثير الضغط الجوى إلى الطائرة أثناء هبوطها فى المطار لأن تحديد ارتفاع الطائرة عن سطح البحر أو سطح الأرض يتم بواسطة أجهزة قياس الضغط الموجودة بالطائرة، فعند دخول الطائرة إلى المجال الجوى لأى مطار بهدف الهبوط تقوم بعملية تغيير أو انتقال من ارتفاع ٦٠٠٠ قدم (١٩٥٠٠ متر) وهو المستوى العالمى إلى ٤٥٠٠ قدم (١٤٦٢٥ متر) وهو المستوى المحلى، وهنا تصبح الطائرة فى نطاق المراقبة والاتصال لمطار الهبوط.

(ISSN: 2536 - 9555)

وتعد قراءة الضغط الجوى على درجة كبيرة من الأهمية أثناء عملية الهبوط، حيث يتم على أساسها تحديد بداية الهبوط على الممر، نظراً لأن الفرق فى مستوى الضغط ملليمتراً واحداً يعطى فرقاً قدره ٥٠ متراً على الممر أثناء الهبوط، بمعنى أنه لو كانت قراءة الضغط التى أعطاها برج المراقبة للطائرة أقل من معدلها الطبيعى (الموجود فى نفس وقت هبوط الطائرة) فإن الطائرة تهبط قبل بداية الممر، أما إذا كانت القراءة أكبر من معدلها الطبيعى (أثناء الهبوط) فإن الطائرة إما أن تقطع مسافة كبيرة على الممر قبل بداية الهبوط أو تصطدم بالممر أثناء الهبوط.

٣- الرياح:

تؤثر الرياح العليا على الطائرات أثناء تحليقها فى الجو، حيث تؤدى إلى زيادة سرعة الطائرة إذا كانت فى اتجاهها والعكس صحيح، وقد تزيد هذه الرياح من معدلها وتكون عاصفة تؤدى لسرعة الطائرة وصعوبة التحكم فيها (فاروق كامل عز الدين،١٩٨١، ص١٧)، كما تتصف الارتفاعات التى يتراوح منسوبها بين ٢٥، ٤٠ ألف قدم فوق منسوب سطح البحر، ويتراوح الضغط الجوى فيها بين ٢٠٠، ٣٠٠ ملليباراً فى الأقاليم المعتدلة بنصف الكرة الشمالى بوجود التيارات الهوائية النفاثة التى تتحرك من الغرب إلى الشرق فى نطاق المحيط الأطلسى (محمد خميس الزوكة، ٢٠٠٢، ص ٢٤٥)، مما يساعد الطائرات على زيادة سرعتها وتوفير الوقت والوقود.

ويتم تخطيط الممر الأرضى على أن يكون عكس اتجاه الرياح تفادياً لحدوث ظاهرة النفحات والنقصانات وهى تحدث نتيجة لاصطدام الهواء بالعوائق (كالمبانى والمرتفعات) فيتولد عنها دوامات هوائية تدور حول نفسها فى اتجاه التيار العام للرياح فتحدث زيادة أو انخفاض مفاجىء فى سرعة الرياح السطحية تؤثر فى حركة الطائرة، وقد تنحرف هذه الدوامات إلى الممرات الأرضية فى حالات الرياح

الشديدة، كذلك يتم تصميم الممرات بهذا الشكل تفادياً لحدوث الاضطراب الذيلى الذى يحدث فى أعقاب حركة الطائرات المقلعة أو الهابطة والتى تسبب اضطرابات هوائية تزداد خطورتها على الطائرات الصغيرة فى أعقاب هبوط الطائرات الكبيرة وإقلاعها)سراج الدين محمد محمد، ٢٠٠٠، ص ٦٠).

أما من حيث سرعة الرياح، فيظهر تأثيرها فى النقل الجوى إذا ما تجاوزت السرعة ٥٠ كيلومتر فى الساعة (فاروق كامل عز الدين، ١٩٨١، ص١٧).

أ- تأثير سرعة الرياح على النقل الجوى فى طبقات الجو العليا:

سرعة الرياح لها تأثير واضح على النقل الجوى، خصوصاً فى طبقات الجو العليا، حيث تشتد تيارات الرياح نظراً لانعدام العوائق الأرضية، ولكن مع ازدياد الرحلات الجوية طويلة المدى، وارتفاع أسعار الوقود، أصبح تأثير سرعة الرياح فى طبقات الجو العليا أمراً حيوياً ومهماً فى التعامل معه، خاصة أن شركات الطيران تسعى الى تقنين كمية استهلاك الوقود قدر الإمكان، ويهتم القائمون على سلامة الرحلات الجوية برصد سرعة الرياح فى طبقات الجو العليا بشكل مستمر طول الرحلة لتفادى أخطارها، ويوجد داخل الطائرة أجهزة ذات اتصال بالأقمار الصناعية تساعد الطيار على معرفة سرعة الرياح فى طبقات الغلاف الجوى المختلفة.

تبين أن اتجاه الرياح فى طبقات الجو العليا لم يكن مؤثراً بالنسبة للطيار مثلما تؤثر سرعة الرياح،لأن الطائرة مجهزة لمقاومة اتجاه الرياح، بينما سرعة الرياح تؤثر إما بصورة إيجابية أو سلبية، حيث يكمن دورها الإيجابى فى تقليل وقت الرحلة، وكمية الوقود المستخدم، أما عن أثرها السلبى فقد تعمل على تأخير وقت وصول الرحلة الجوية، وبالتالى زيادة استهلاك الوقود، وقد تسبب هبوطاً اضطرارياً للطائرة فى أقرب مطار إذا زادت سرعة الرياح عن الحد المسموح به. (Geson: 2002, p 122).

(ISSN: 2536 - 9555)

وحددت منظمة الإيكاو سرعة الطائرة، فوجد أنه كلما زادت سرعة الرياح الخلفية عن ٢٥كم/ ساعة، فإن ذلك يؤدى 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 اضطرارى فى أقرب مطار لأنها تعمل على فقدان توازن الطائرة (Jany: 2004, p 47).

ثالثاً: عناصر المناخ التى تؤثر على الطيار (الرؤية).

تتمثل هذه الظاهرات فى الشابورة والضباب والعجاج والعواصف الترابية والرملية، ويؤدى حدوث هذه الظواهر إلى إعاقة الرؤية لأقل من ١٠٠٠ متر، أو تنعدم تماماً وفقاً لكثافة ظاهرة من هذه الظواهر وتركزها فى ساعات معينة من أيام حدوثها، وفى هذه الحالة تصبح حركة النقل الجوى محفوفة بالأخطار.

تؤثر العواصف الرعدية والرملية والترابية والضباب والشابورة، والسحب على النقل الجوى من حيث خفض مستوى الرؤية الأفقية، وصعوبة عمليات الإقلاع والهبوط، مما يؤدى إلى تأجيل الرحلات الجوية أو استخدام المطارات البديلة فى الهبوط لحين تحسن الأحوال الجوية، وكل هذه الآثار يترتب عليها زيادة الأعباء الاقتصادية.

١: العواصف الرملية والترابية:

تعد من أخطر الظواهر الجوية التى تؤثر على النقل الجوى، حيث تعمل على خفض مستوى الرؤية الأفقية فتجبر الطيار على الإقلاع أو الهبوط فى وقت محدد كما تجبره على الهبوط فى مطارات بديلة إذا لزم الأمر، أو تلغى الرحلات أو تؤجل موعدها، مما يسبب خسائر مادية على شركات الطيران وتأخير أعمال الركاب، وتنفق شركات الطيران الأموال لتزويد الطائرات بالوقود لاستكمال الرحلة فى المطار البديل والعودة للمطار الرئيس بعد انتهاء العاصفة، وحجز وعمل ترانزيت، وحجز فنادق للركاب، وصيانة الطائرة، وتزداد تكلفتها كلما زاد الانتظار فى المطار الاحتياطى.

وتعد مصر من أكثر المناطق المعرضة للعواصف الرملية والترابية، نتيجة لموقعها فى الإقليم شبه المدارى الجاف، فضلاً عن وجود الصحراء الشرقية

والغربية ذات التربة المفككة وقليلة التماسك، الأمر الذى يؤدى 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، وفى هذه الحالة يطلق عليها الرياح الحرجة، (محمد الفندى: ١٩٦٠، ص١٨٦). ويهب على مطار الإسكندرية ٢٠١ عاصفة، و١٥٧ عاصفة على مطار أسوان.

جدول (٧) المعدل السنوى والفصل لعدد العواصف الرملية والترابية (١٩٩٠-٢٠١٧)

الفصل / المحطة	الشتاء			%	الإجمالى	الربيع			%	الإجمالى
	ديسمبر	يناير	فبراير			مارس	أبريل	مايو		
الإسكندرية	١٤	٢٣	٣١	٣٤	٦٨	٣٨	٢٩	٢٢	٤٤	٨٩
أسوان	١١	٢٠	٣٠	٣٩	٦١	٣٢	١٥	٧	٣٥	٥٥

الصيف			%	الإجمالى	الخريف			%	الإجمالى	المجموع السنوى
يونيه	يوليه	أغسطس			سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر			
٩	٠	٠	٤	٩	١٩	١٠	٦	١٧	٣٥	٢٠١
٣	٠	٠	١	٢	٢١	١١	٧	٢٥	٣٩	١٥٧

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة، للفترة من ١٩٩٠-٢٠١٧.

٢: الضباب والشبورة:

تشكل الظاهرة المائية (الضباب والشبورة) أهمية كبيرة بالنسبة للنقل الجوى، لأنهما يؤثران على مستوى الرؤية الأفقية التى 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 فى مرحلة الهبوط تحديداً، وهى تحتاج إلى قدرات خاصة بسبب تعرض الطيار لاحتمالات الخداع البصرى (فاروق عز الدين: ٢٠٠٥، ص ٦٥٨)، ووجد أن الطائرات لا تستطيع الإقلاع أو الهبوط إذا قل مستوى الرؤية الأفقية دون ١٠٠٠م، وذلك حتى يتمكن الطيار على وجه الدقة من معرفة مدى الرؤية على الممر المستخدم فى الإقلاع والهبوط (محمد العاملى: ١٩٦٥، ص٦٢).

(ISSN: 2536 - 9555)

جدول (٨) المعدل السنوى للضباب والشبورة فى مصر منذ (١٩٩٠حتى ٢٠١٧)

المحطة	الضباب	الشبورة
الإسكندرية	٢٢.٥	٢٢.٥
أسوان	صفر	صفر

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة، للفترة من ١٩٩٠– ٢٠١٧.

ويعد الضباب والشبورة من أكثر الظواهر الجوية الفجائية التى تسبب مخاطر عديدة على النقل الجوى وتتمثل فى تقليل السلامة الجوية، وزيادة الوقت المستخدم فى عمليتى الإقلاع والهبوط (Jully: 2012, p 213) وكما تؤثر على الجانب الاقتصادى بشكل كبير، فى تشكيل خسائر مالية كبيرة، ويعزى ذلك إلى انتظار الركاب لحين زوال الضباب والشبورة، مما يكلف شركات النقل الجوى أعباء اقتصادية.

جدول (٩) التكلفة الاقتصادية الناتجة عن انتظار إقلاع الطائرة عن الميعاد المحدد لها

مدة الانتظار	التكلفة للفرد/ جنيه	الحالة
ربع ساعة	لا يوجد	استخدام ساحة الانتظار بخدماتها
نصف ساعة	٧٠	استخدام ساحة الانتظار بخدماتها + مشروب
ساعة	١٢٩	استخدام ساحة الانتظار بخدماتها + مشروب+ وجبه سريعة
ساعتان	١٤٢	استخدام ساحة الانتظار بخدماتها + مشروب+ وجبه + مشروب مرة أخرى
ثلاث ساعات	٢٠٥	استخدام ساحة الانتظار بخدماتها + مشروب+ وجبه غذائية كاملة
من أربع إلى ٧ ساعات	٣٠٠	الانتظار فى فندق المطار+ وجبة كاملة+ مشروب

المصدر: وزارة الطيران المدنى، الإدارة العامة للإيرادات، شريحة الانتظار والإيواء لقانون ٩٣ لسنة ٢٠٠٣.

٣: العواصف الرعدية:

تعد من أخطر ظواهر الطقس التى تهدد سلامة الرحلة الجوية، لذلك يجب على الطيار دراستها بعناية فائقة، وخاصة عندما تكون فى عنفوان نضوجها واكتمالها حيث تكون مصحوبة بالتيارات الهوائية الصاعدة والهابطة العنيفة، وهطول المطر والبرد وحدوث البرق والرعد (محمد العاملى: ١٩٦٥، ص٨٩) وتتمثل أنواع العواصف الرعدية فى **أولها:** عواصف رعدية ذات خلية واحدة: وهى يصعب التنبؤ بها وليست شديدة فى قوتها، ولا تستمر أكثر من نصف ساعة، **ثانيها:** عواصف رعدية متعددة الخلايا: وهى من أكثر العواصف شيوعاً 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 الجولف، 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 (Jourry:2009,p56)، والعواصف الرعدية Thunderstorms تمثل خطراً حقيقياً على النقل الجوى لما يحدث بها من مقصات هوائية Wind Shear وهى التغير فى مقدار اتجاه وسرعة الرياح فى وحدة المساحة، مما يتطلب ابتعاد الطائرات عن السحب الركامية CB التى يحدث بها مثل هذه الأحوال الجوية غير الطبيعية وانحرافها عن مساراتها الأساسية وهو ما قد يجعلها تزدحم فى نقطة عبور ضيقة فى الجو قد تربك المراقب الجوى فى التفكير فى كيفية الخروج منها.

٤: السحب:

تعد السحب من الظواهر التى تؤثر على النقل الجوى، وخاصة أنها تؤثر على مستوى الرؤية الأفقية بسبب عامل التغيم وهو مقدار ما تحجبه السحب من

(ISSN: 2536 - 9555)

السماء ولقد اتبع النظام العشرى المتفق عليه دولياً فى معرفة مدى تغطية السماء بالسحب، فإذا انخفضت قيمة تغطية السماء بالسحب عن ٢٥% من النظام العشرى فذلك يدل على صفاء السماء، أما إذا تراوحت النسبة بين ٢٥% إلى ٧٥% فيعد تغيماً متوسطاً، أما إذا زادت عن ٧٥% فيعد ذلك التغيم كثيفاً، ويكون الجليد داخل السحب مؤثراً على النقل الجوى.

جدول (١٠) معدل كمية السحب السنوية والفصلية والشهرية فى الفترة (١٩٩٠-٢٠١٧)

الفصل / المحطة	فصل الشتاء			المعدل الفصلى	فصل الربيع			المعدل الفصلى
	ديسمبر	يناير	فبراير		مارس	أبريل	مايو	
الإسكندرية	٥.٢	٤.٧	٥	٥	٤.٢	٣.٩	٣.٤	٣.٨
أسوان	٠.٩	١.٢	١.٣	١.١	١.٢	١.١	٠.٩	١.١

فصل الصيف			المعدل الفصلى	فصل الخريف			المعدل الفصلى	المجموع السنوى
يونيه	يوليه	أغسطس		سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر		
٢.١	٢.٨	٢.٣	٢.٤	٣	٤.١	٤.٥	٣.٩	٣.٨
٠.٩	٠.٧	٠.٦	٠.٧	٠.٤	٠.٩	١	٠.٨	٠.٧

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة، للفترة من ١٩٩٠-٢٠١٧.

٦- العجاج:

هو عبارة عن ذرات دقيقة جداً من الشوائب العالقة فى الهواء لايمكن رؤيتها بالعين المجردة، كالأتربة أو الرمال الدقيقة، أو كالجزيئات الملحية الصلبة التى ينثرها رشاش البحر أو كالجزيئات الصلبة الناتجة عن الاحتراق، ويؤثر العجاج فى مدى الرؤية السطحية الأفقية تأثيراً ملحوظاً ولكنها لاتقل عن ١٠٠٠ متر عادة.

المراجع والمصادر

أولاً: باللغة العربية:

١- أحمد عبد الحميدّ الفقى (١٩٩٩)، الريأح فى مصر "دراسة فى الجغرافيةّ المناخيةّ"، رسالة ماجستيرّ غيرّ منشورة، قسم الجغرافيةّ، كليةّ الآداب، جامعة عينّ شمس.

٢- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة، للفترة من ١٩٩٠-٢٠١٧.

٣- حسينّ محمد حسن القلاوي، (١٩٩٧) الأحوال المناخيةّ وعلاقتها ببعض مشكلات البيئة، دراسة حالة منطقة الإحساء بالمملكة العربيةّ السعوديةّ ، مجلة البحوث، كليةّ الآداب، جامعة المنوفيةّ، العدد ٢٩.

٤- دليل الطيران المدنى المصرى (٢٠١٥) صفحات متنوعة.

٥- سراج الدين محمد محمد (٢٠٠٠) النقل الجوى ومشكلة الألفية الثالثة، الهيئة العامة لقصور الثقافة، القاهرة.

٦- فاروق كامل عز الدين (٢٠٠٥) النقل أسس وتطبيقّات، الأنجلو المصريةّ، القاهرة.

٧- فاروق كامل عز الدين، (١٩٨١) جغرافيةّ النقل أسس وتطبيقّات، الأنجلو المصريةّ، القاهرة.

٨- محمد جمال الدينّ الفندي (١٩٦٠) طبيعّيأّت الجو وظواهرة، مكتبة النهضة، ط ٢، القاهرة.

٩- محمد خميسّ الزوكه (٢٠٠٤) جغرافيةّ النقل، دار المعرفة الجامعيةّ، ط ٢، الإسكندريةّ.

١٠-محمد عبدالقادر العاملى وآخرون الأرصاد الجويةّ للطيرّان، الهيئّة العامة للأرصاد، الدار القوميةّ للطباعة والنشر، ط ١، القاهرة.

١١-يأسر أحمد السيدّ (٢٠٠٥) الرؤيةّ الأفقيةّ فى جمهوريةّ مصر العربيةّ، دوريةّ الإنسانيأّت، كليةّ الآداب بدمنهور، جامعة الإسكندريةّ، العدد ٢١.

١٢-يوّسف عبد المجيدّ فايدّ وآخرون (١٩٩٤) مناخ مصر، دار النهضه العربيةّ، القاهرة.

(ISSN: 2536 - 9555)

ثانياً: باللغة الأجنبية:

1- Brando, J., (2005): Aviation Meteorology, Harvard University Press, Cambridge.

2- Howard, P., (1960): Climatology, U. S. A,

3- Jany, N., (2004): The dependence of numerically simulated Convective storms on vertical wind shear and buoyancy national center for atmospheric research, Boulder.

4- Joson, K., (2002): The climate of the air transport, Oxford University Press, Oxford.

5- Jully, O., (2012): Assessment of the effect of fog on road and air transport, PhD, Department of meteorology, University of Nairobi.

6- Juorry, H., (2009): Thunderstorms, London, V.7

7- Landsberg, H., (1968): Physical Climatology, UK, London.

8- Larry, M., (1998): Upper-tropospheric relative humidity observations and implications for cirrus ice nucleation, Geophysical Research Letters, volume 25, Issue6.

9- Sealy, K.R.,(1968) The Geography of Air Transport, (2nd ed.), Hutchinson university, London.