الأرصاد الجوية

مجلة علمية ربع سنوية

رئيس مجلس الإدارة

لواء جوي/ هشام حسن طاحون

الإشراف العلمي

عبدالغفار مصطفى سيد آدم

د. عبدالله عبدالرحمن عبدالله

د. كمال فهمي محمد محمود

الإشراف المالي والإداري

هشام محمد أنور

الاخراج الفني

عيد أحمد محمود

رئيس التحرير

د. أشرف صابر زكي عبدالموجود

نواب رئيس التحرير

غادة محمد زكى أحمد

محمد الهادي قرني حسان

محمد صلاح محمد عكة

مدير التحرير

محمد عادل عبدالعظيم شاهين

سكرتارية التحرير

أحمد محمود محمد عباسي

أحمد عيد إمبابي السيد

محتويات العدد

- كلمة العدد ٢
- واقع التغير المناخى فى الشرق الأوسط وشمال أفريقيا و كيف ستتأثر أفريقيا بتغير المناخ ٤
- الضباب ١٢
- تشكل وتطور السحب فى الغلاف الجوي ١٥
- تقرير دراسى عن العلاقة بين عوامل الأحوال الجوية وجودة الهواء والجائحة (COVID-١٩) ٢٥
- هوية محطات الرصد فى النظام العالمى المتكامل للرصد (WIGOS) ٢٩
- قرأت لك ماذا تعرف عن طقس الفضاء ٤١

المراسلات

الهيئة العامة للأرصاد الجوية. ش الخليفة المأمون. كوبرى القبة. القاهرة ص. ب. ١١٧٨٤

E-mail: ema.support@ema.gov.eg http://nwp.gov.eg

الإدارة العامة لمركز المعلومات ت: ٢٦٨٣٣٦٥٣ فاكس: ٢٤٦٤٦٧١٥ - ISSN 1110 - 5666

عنوان المجلة على بنك المعرفة https://arsad.journals.ekb.eg

كلمة العدد

لواء جوى/ هشام حسن طاحون
رئيس مجلس الإدارة

المنتدى العربى للتوقعات المناخية

بحضور فاعل شـاركت الهيئة العامة للأرصاد الجوية بالدورة السابعة للمنتدى العربي للتوقعـات المناخية (ArabCOF-7) فـي الفترة من ١ إلي ٣ يونيـو ٢٠٢١ بالتزامن مع الدورة الخامسة عشـرة لمنتدى التوقعات المناخية لشمال إفريقيا (PRESANOD-15) والدورة الرابعة لمنتدى التوقعـات المناخية لمجلس التعاون الخليجي (GCCCOF-4). ونظرا للظروف الراهنة من انتشـار فيروس كورونا وتطبيقا للإجراءات الاحترازية للحد من انتشاره والتزاما بقرارات الدولة في هذا الصدد تم عقد الاجتماع عبر شبكة الانترنت.

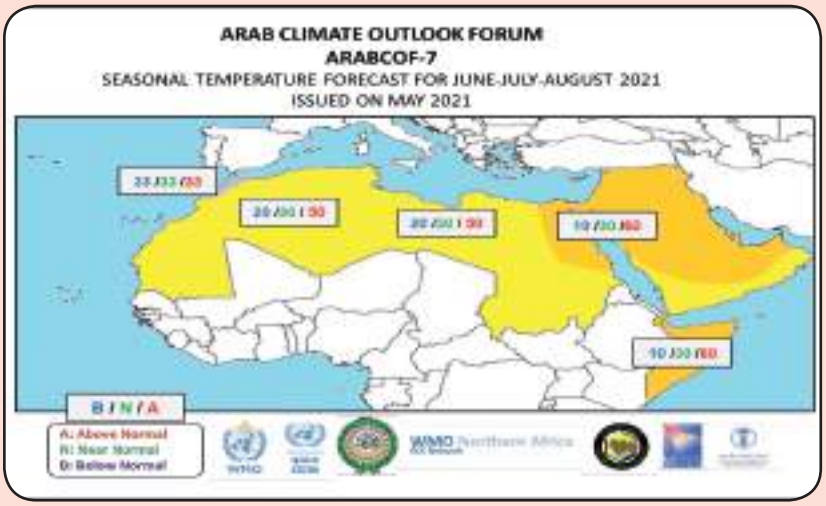
تهدف هذه المنتديات لإصدار التنبؤات الفصلية بصوره توافقية بين الدول المشاركة لصيف٢٠٢١ (يـونيـو - يـوليـو - أغسطس) معتمدا على الاتصالات عن بعد للأنماط الكبيرة والإقليمية وكذلك على مخرجات النماذج الديناميكية والإحصائية. وتتم المناقشات بين خبراء الدول المشاركة للوصول بتنبؤات فصليه عالية اليقين ليستفيد منها كل قطاعات الدول المشاركة في المنتديات ومن ثم اتخاذ كافة الإجراءات المناسبة للاستفادة القصوى من الخدمات المناخية وأيضا تجنب أية مخاطر أو كوارث قد تنشأ كنتيجة لفصل مناخي يتخلله طقس سيء أو ظواهر جوية مدمره كالسيول مثلا.

ومن موقعي كرئيس مجلس إدارة الهيئة العامة للأرصاد الجوية والتي تُصدر التنبؤات الجوية والفصلية والمناخية في مصر ومعي فريق عمل مؤهل وذو خبره علميه كبيره مع التجهيزات عالية المستوى من محطات أرصاد وأقمار صناعية وفى القريب العاجل رادارات طقس وفوق ذلك دعم الدولة للأرصاد خاصة في الآونة الأخيرة أحب أن أوضح أن دقة التنبؤات الجوية في مصر لا تقل عن مثيلاتها في الدول المتقدمة وان التنبؤات الجوية والمناخية ليست رفاهية ولكنها حاجه ملحه وخدماتها في مناحي الحياة تعتبر عامل مؤثر في الأمن الغذائي

والري والنقل بكافة أشكاله الجوى والبحري والطاقة والصحة والبيئة وغيرها.

وأثمرت النقاشات إلى تقرير تم التوافق عليه من كل الدول المشاركة يخلص إلى الاتى

• تشير معظم المتغيرات الرئيسية في الغلاف الجوي والمحيطات في المحيط الهادئ الاستوائي إلى نهاية ظاهرة النينيا (LaNina) خلال أواخر الربيع والعودة إلى ظروف تذبذب النينيو الجنوبي ENSO المحايدة. وفقًا لتحديث النينيو / النينيا الصادر عن المنظمة العالمية للأرصاد الجوية مؤخرًا، تشير معظم النماذج الديناميكية والإحصائية إلى أن الظروف المحايدة لظاهرة النينيو من المرجح أن تستمر خلال فصل الصيف الشمالي. من المتوقع أن تكون درجات حرارة سطح البحر قريبة من المعدل الطبيعي فوق المداري للمحيطين الأطلسي والهندي في فصل الصيف (يونيو ، يوليو ، أغسطس) ويعكس مؤشر نينو المحيط الهندي ظروفًا شبه محايدة ومن المتوقع أن يظل محايدًا خلال فصل الصيف (يونيو ، يوليو ، أغسطس) لعام ٢٠٢١ .



الشكل ١: التنبؤات الفصلية لمتوسط درجة الحرارة لـ JJA ٢٠٢١ (فصل الصيف)

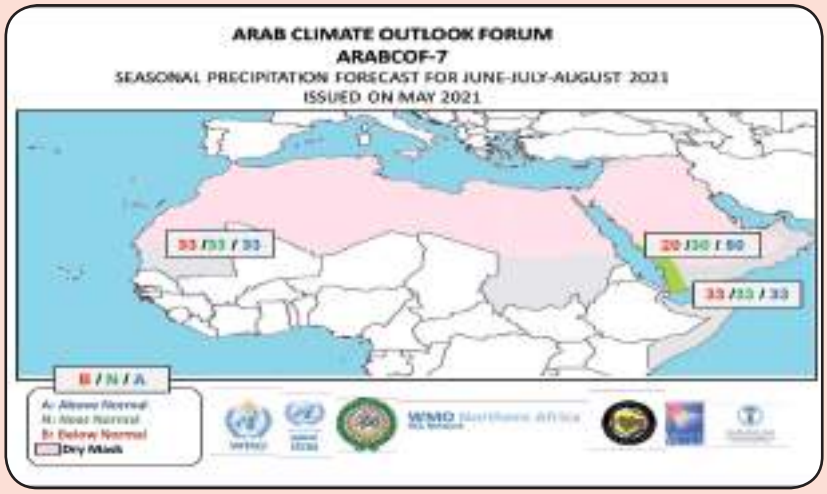
درجة الحراره

خلال فصل الصيف (يونيو ، يوليو ، أغسطس) لعام ٢٠٢١ من المرجح أن تكون درجات الحرارة أعلى من المعدل الطبيعي في جميع أنحاء المنطقة العربية تقريبًا مع احتمال أعلى لظروف أكثر دفئًا من الظروف العادية في شرق مصر ودول الشام والعراق وأغلب مناطق المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة وقطر والكويت والبحرين والصومال وجيبوتي (الشكل ١).

الهطول

ظهور غطاء جاف (الشكل ٢) على معظم المنطقة العربية مع الأخذ في الاعتبار إلى أن موسم الصيف (يونيو ، يوليو ، أغسطس) هو موسم جاف جدًا من الناحية المناخية.

بالنسبة للمناطق المتبقية، خلال شهور يونيو ، يوليو ، أغسطس لعام ٢٠٢١ من المتوقع أن يكون إجمالي هطول الأمطار أعلى من المعدل الطبيعي على أجزاء محدودة في جنوب غرب المملكة العربية السعودية وغرب اليمن (تظليل أخضر). لم يتم إمدادنا بسيناريو محدد لأغلب مناطق موريتانيا والسودان وشمال غرب سوريا وعمان ومعظم مناطق اليمن وشرق الإمارات العربية المتحدة والصومال وجيبوتي (الشكل ٢).



الشكل ٢: التوقعات الموسمية لهطول الأمطار في JJA ٢٠٢١ (فصل الصيف)

واقع التغير المناخى فى الشرق الأوسط وشمال أفريقيا و كيف ستتأثر أفريقيا بتغير المناخ

د. اشرف صابر زكي
رئيس الاداره المركزيه
لبحوث الارصاد والمناخ

القــارة الأفريقية الأكثر تضررا من تغير المناخ. هناك أربعة أسباب رئيسية لذلك:

أولاً، يرتبــط المجتمع الأفريقــى ارتباطًا وثيقًا بالنظام المناخي؛

يعتمد مئــات الملايين من الناس على هطول الأمطار لزراعة طعامهم.

ثانيًــا، يتم التحكم فى نظام المناخ الأفريقى من خلال مزيج معقد للغاية من أنظمة الطقس على نطاق واســع، والعديد منها من أجزاء بعيدة من الكوكب.

تعد التغيرات الشديدة فى درجات الحرارة، والتغيرات فى مستوى سطح البحر، والتحول فى أنماط هطول الأمطار، وزيادة وتيرة حدوث الظواهر الجوية المتطرفة بعضًا من الآثار الرئيسية للتغير المناخي، كما حددتها اللجنة الدولية للتغيرات المناخية.

تعد منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا معرضة بشكل خاص لمثل هذه التأثيرات بسبب بيئتها الجافة وشبه القاحلة، وتواجه تحديات مناخية عديدة، كتراجع المعدل السنوى للهطول المطرى وارتفاع درجات الحرارة وجفاف التربة. من المتوقع أن تتفاقم الظروف المناخية التى تزيد فرصة حدوث مثل هذه الظواهر فى منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

الشكل (١): والبنك الدولى ومنظمة الصحة العالمية إلى مشكلة التغير المناخى باعتبارها واحدة من أكبر التحديات التى تواجه العالم فى القرن الحادى والعشرين، لما تحمله من تأثيرات غير مسبوقة على النظم الطبيعية لكوكب الأرض.

خلال القرن الحادى والعشرين، من المتوقع أن تصبح بعض أجزاء الشرق الأوسط وشمال أفريقيا مناطق غير صالحة للسكن قبل حلول عام ٢١٠٠ فى حال لم تتراجع انبعاثات الغازات الدفيئة فيها بشكل كبير.

من المتوقع أن يضيف التغير المناخى ضغطًا كبيرًا على الموارد المائية والزراعية النادرة بالأصل فى منطقة الشرق الأوسط وشمال

أفريقيا، الأمر الذى يهدد الأمن القومى والاستقرار السياسى فى جميع البلدان المشمولة. لذلك، انخرطت بعض دول المنطقة فى قضية تغير المناخ على المستوى الدولي، من خلال انضمامها للاتفاقيات البيئية، كاتفاق باريس للمناخ. اعتمدت بعض الدول أيضًا بعضَ السياسات الخاصة بمواجهة التغير المناخى فى الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، مع التركيز على تطوير قطاع الطاقات المتجددة.

وبالمقارنة مع جميع المناطق المأهولة الأخرى تقريبًا، فهى غير مكتملة إلى حد كبير. لذلك فهى قادرة على القيام بكل أنواع المفاجآت.

ثالثًا، درجة تغير المناخ المتوقعة كبيرة. يحدث أكبر انخفاضين متوقعين على الأرض فى نهاية القرن فى هطول الأمطار فى أى مكان على هذا الكوكب فوق إفريقيا؛ أحدهما فوق شمال إفريقيا والآخر فوق جنوب إفريقيا وأخيراً، فإن القدرة على التكيف مع تغير المناخ منخفضة؛ يعادل الفقر انخفاض الاختيار على المستوى الفردى بينما يفشل الحكم عمومًا فى تحديد الأولويات والتصرف بشأن تغير المناخ.

هل تسير إفريقيا نائمة نحو كارثة محتملة؟

حذر تقرير أممي، من التهديدات المرتبطة بالتغير المناخى والتى تطرح مخاطر «قصوي» على ثلثى المدن الأفريقية، بسبب زيادة عدد السكان والبنى التحتية الضعيفة وحسب الأمم المتحدة هناك ٨٦ مدينة من أصل ١٠٠ فى العالم تشهد أكبر نمو ديموغرافي، موجودة فى أفريقيا، فيما يحذر الخبراء من تراجع النمو الاقتصادى فى القارة السمراء بسبب الاحترار. ويستعين

الشكل (٢): التغير المناخى يهدد ثلثى مدن أفريقيا

«مؤشر خطر التعرض للتغير المناخى ٢٠١٨»، حيث تقوم شركة «فيريسك مايابلكروفت» ببيانات متوافرة يصل عددها إلى الخمسين محطه او اكثر تقريباً وتتراوح بين النماذج المناخية والعوامل الاقتصادية مروراً بتوقعات النمو الديموغرافي. وجاء فى المؤشر أن بانغى عاصمة جمهورية أفريقيا الوسطى ومونروفيا عاصمة ليبيريا ومبوجي-مای فى جمهورية الكونغو الديمقراطية هى أكثر المدن عرضة للخطر. ان التقرير يقيم القدرة على مقاومة الصدمات المناخية، وهذا ما يجعل المدن الأفريقية أكثر عرضة من بقية مدن العالم .وتحتل ٨ مدن أفريقية مرتبة كبيرة بين أكثر ١٠ مدن فى العالم عرضة لمخاطر التغير المناخى من بينها كينشاسا، حيث يعانى سكانها البالغ عددهم ١٣،٢ مليون نسمة من هذه الآثار لا سيما الفيضانات. ومع نمو السكان الذين يتوقع أن يصل عددهم إلى ٢٦،٧ مليون نسمة بحلول عام ٢٠٣٥ قد تزيد الآثار السلبية المرتبطة بالظواهر المناخية. واظهر معدو التقرير إن الزيادة فى عدد سكان المدن بهذه الوتيرة سيعزز المخاطر المقلقة أساساً فى هذه المدن مشيرين إلى مشاكل تعانيها بالأصل المدن الأفريقية الكبرى مثل النقص فى المياه العذبة والمساكن. وجاء فى التقرير أيضاً أن بعض أكثر المدن تعداداً للسكان فى العالم مثل نيودلهى وبومباى ومكسيكو وكراتشى تواجه خطراً مرتفعاً بتعرض اقتصادها وسكانها لأضرار بسبب التغير المناخي. وعلى العكس فإن غلاسغو وبلفاست وإدنبرة البريطانية هى الأقل عرضة لهذه المخاطر.

الغلاف الحيوى ودوره فى تغير المناخ

أصبحت آثار تغير المناخ وتنوعه على النظم البيئية للغابات مؤكدة فى شمال أفريقيا والشرق الأدني، حيث تدعم معظم منتجات الغابات الأعمال التجارية الأسرية صغيرة النطاق، وتوفر الدخل وفرص العمل للسكان الريفيين، وخصوصا النساء. ويسفر تغير المناخ فى الأراضى

القاحلة للإقليم حاليا عن قلة المتاح من التربة الرطبة، مفاقما من الوضع الحالى للأراضى المتدهورة بالفعل. وقد يسبب تلاشى التربة الرطبة بدوره تدنيا فى إنتاجية الأصناف الحرجية الرئيسية، ويزيد من خطر نشوب الحرائق، مغيرا من الأنماط الرئيسية للآفات والأمراض فى الإقليم ورغم الدور الهام الذى تلعبه الغابات فى سبل العيش والاقتصاديات المحلية، فإن منتجات الغابات فى الشرق الأدنى وشمال أفريقيا تظل مهملة فى عمليات صياغة السياسات وصنع القرار لإدارة الموارد الطبيعية.ولعل اليوم العالمى للغابات هو بمثابة تذكير لصانعى القرار بالدور الهام الذى تلعبه الغابات فى تخفيف آثار تغير المناخ، والمساعدة على إبطال الآثار السلبية له، وتحسين الدورات المائية المحلية، كما انه فى الوقت نفسه، فإن هذا اليوم يؤكد على أهمية إدارة هذه الموارد الهامة باستدامة، حيث إنها يمكنها الإسهام فى تغير المناخ عندما تتم إزالتها. وبحسب التقرير، لا تستطيع الكثير من مناطق الإقليم زراعة الغابات، مع أن الكثير من المناطق يمكن إعادة تشجير الغابات بها إذا استطاعت السياسات أن توفر بيئة مساعدة على زراعة الأشجار. ومن ناحية أخري، فإن الغابات هى عامل أساسى فى تخفيف آثار تغير المناخ، فبينما يمكنها الإسهام فى تغير المناخ، فإن هناك بعض البلدان فى الإقليم، مثل مصر والكويت وعمان والإمارات العربية المتحدة، تكتسب خبرات متميزة فى التشجير واستصلاح المناطق الصحراوية، باستخدام مياه الصرف المعالجة التى توفر فرصا هائلة لزراعة الأشجار وعكس الاتجاه الحالى لتراجع الغطاء النباتي.

ان القارة الإفريقية معرضة أكثر من أى منطقة أخرى فى العالم لتغير أنماط الطقس، ولذا يتوقع أن تكون الأكثر تضرراً نتيجة للتغير المناخي.

هناك أربعة أسباب وراء تعرض القارة الإفريقية لتغير أنماط الطقس أكثر من أى منطقة أخرى فى العالم.

١- المجتمع الإفريقى مرتبط بصورة وثيقة بالنظام المناخي، حيث إن مئات ملايين الأفارقة يعتمدون على تساقط الأمطار من أجل الزراعة وتوفير الغذاء.

٢- النظام المناخى الإفريقى مرتبط بمزيج معقد من أنظمة طقس فى أنحاء عديدة من الأرض، فى حين أنه لم يكن موضع دراسات معمقة. وهذا يعنى أن النظام المناخى فى إفريقيا يمكن أن يأتى بكل أنواع المفاجآت.

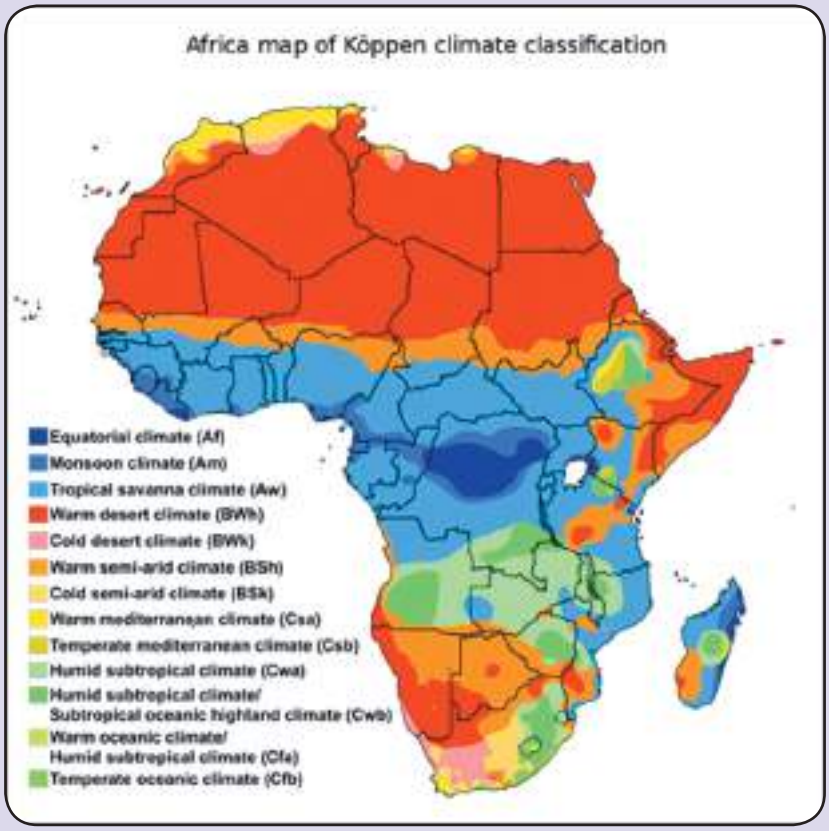
٣- يتوقع العلماء أن يحدث التغير المناخى فى إفريقيا على نطاق واسع. والمنطقتان الأكثر عرضة لتناقص معدلات هطول الأمطار عبر كل الكرة الأرضية تقعان فى إفريقيا، إحداهما إفريقيا الشمالية والثانية إفريقيا الجنوبية.

٤- تتميز إفريقيا بضعف قدرتها على التكيف مع التغير المناخي، إذ إن الفقر على نطاق واسع يحد من خيارات الأفراد، فى حين أن الحكومات تخفق عموماً فى تحديد الأولويات التى تقتضى إجراءات عملية لمواجهة التغير المناخي.

فهل هذا يعنى أيضاً أن إفريقيا تتجه نحو كارثة محتملة؟

من الصعب الإجابة عن هذا السؤال بصورة قاطعة. فالنظام المناخى الإفريقى شديد التعقيد. والصحراء الكبرى - أكبر صحارى العالم مساحة - تتميز بأن طبقاتها السفلى تتسبب بحر شديد أكثر من أى مكان آخر فى العالم. وخلال شهرى يونيو / حزيران ويوليو / تموز، تشهد الصحراء الكبرى العواصف الغبارية الأكثر عنفاً والأوسع نطاقاً على مستوى الكرة الأرضية، وهى عواصف تملأ الجو بجزيئيات تؤثر فى المناخ بطرق لم يفهمها العلم كلياً حتى الآن.وقد سجل العلماء منذ السبعينات تراجعاً فى معدلات هطول الأمطار فى نحو ٣٠٪ من مساحة الصحراء الكبري، وهذا أدى إلى مجاعات أودت بأرواح مئات آلاف الناس، ودفعت ملايين إلى النزوح. ولم تشهد أى منطقة أخرى من العالم مثل موجة الجفاف الحادة والواسعة النطاق هذه.وفى شرق القارة الإفريقية، وجد العلماء أن موسم الأمطار التقليدي، من مارس / آذار إلى مايو / أيار، أصبح يبدأ فى وقت متأخر إلى حد ما، وينتهى بعد وقت أقصر إلى حد ما. وبالتزامن مع هذا التغير، يتوقع العلماء تزايد معدلات سقوط الأمطار خلال موسم الأمطار التقليدى ذاته، وهذا لغز أطلق عليه العلماء اسم »مفارقة المناخ فى شرق إفريقيا« .وبالنسبة لمنطقة وسط إفريقيا، فهى تقترب بخطورة بالغة من الحد الأدنى من تساقطات الأمطار اللازمة من أجل بقاء ثانى أكبر نظام غابات مطيرة فى العالم (بعد حوض الأمازون).

وحتى الانخفاض الطفيف فى المستقبل فى معدلات سقوط الأمطار فى وسط إفريقيا يمكن أن يعرض للخطر غابات وسط إفريقيا، ويؤثر بذلك فى قدرتها على امتصاص مقادير ضخمة من الكربون وتخزينها تحت الأرض، علماً بأن تزايد معدلات الكربون فى الغلاف الجوى هو السبب الرئيسى



شكل (٣) التصنيف المناخى للقارة الأفريقية

للاحترار المناخي. وعلى الجبهة العلمية، هناك أمل، إذ إن فرق علماء عبر العالم تعمل بتعاون وثيق من أجل تحسين القدرات العلمية لتوقع المناخ وتغيراته. وهذه الفرق العلمية تضم علماء وخبراء من جميع مناطق العالم. وهذا التعاون العلمى على مستوى عالمى يغذى الآمال بإمكانية التعامل بنجاح مع أزمة التغير المناخى التى تمثل تهديداً وجودياً البشرية.

١. الزراعة والأمن الغذائى فى افريقيا :

سيؤثر تغير المناخ بشكل متزايد على أفريقيا بسبب عوامل عديدة. والواقع أن هذه التأثيرات محسوسة بالفعل وسيزداد حجمها إذا لم تتخذ إجراءات للحد من الانبعاثات الكربونية العالمية. وتشمل هذه التأثيرات ارتفاع درجات الحرارة والجفاف وتغير أنماط سقوط الأمطار وزيادة تغير المناخ. وتؤثر هذه الظروف على إنتاج الطاقة واستهلاكها. وقد أثر الجفاف الأخير فى العديد من البلدان الأفريقية الذى ارتبط بتغير المناخ تأثيرًا سلبيًا على أمن الطاقة والنمو الاقتصادى فى جميع أنحاء القارة.

١- ان الزراعة بطبيعتها تتأثر كثيرًا بالظروف المناخية، وهى من أكثر القطاعات عرضة لمخاطر تغير المناخ العالمى وآثاره. القطاع الزراعى فى معظم البلدان الأفريقية هو فى الأساس يعتمد على الأمطار، مما يجعله عرضة بشكل خاص لتقلب المناخ وآثاره. ومن المرجح أن تؤدى الاضطرابات الملحوظة والمتوقعة فى أنماط هطول الأمطار بسبب تغير المناخ إلى تقصير الفصول المتزايدة والتأثير على إنتاجية المحاصيل فى العديد من أجزاء أفريقيا. وعلاوة على ذلك، يهيمن على القطاع الزراعى فى أفريقيا مزارعون من أصحاب الممتلكات الذين لديهم إمكانية محدودة للحصول على التكنولوجيا والموارد اللازمة للتكيف، كان التغير المناخى ومايزال يمثل المصدر الرئيسى لتقلبات إنتاج الغذاء العالمى فى بلدان العالم النامية التى يعتمد فيها الإنتاج على الأمطار اعتمادًا شديدًا.

٢- ان قطاع الزراعة يتأثر كثيرًا بتغير المناخ، ولا سيما التباين بين السنوات فى الهطول، وأنماط درجات الحرارة، والظواهر الجوية الشديدة (الجفاف والفيضانات).

٣- ويتوقع أن تزداد هذه الأحداث المناخية فى المستقبل ويتوقع أن تكون لها آثار كبيرة على قطاع الزراعة. وسيكون لذلك تأثير سلبى على أسعار الأغذية والأمن الغذائى والقرارات المتعلقة باستخدام الأراضي.

٤- يمكن تخفيض المحاصيل الناتجة عن الزراعة المطرية فى بعض البلدان الأفريقية بنسبة تصل إلى ٥٠٪ فى عام ٢٠٢٢ من أجل منع الآثار المدمرة مستقبلا والناجمة عن تغير المناخ على الإنتاج الغذائي، من الأهمية بمكان تعديل أو اقتراح السياسات الممكنة لمواجهة التقلبات المناخية المتزايدة.

٥- ويتعين على البلدان الأفريقية أن تبنى إطارا قانونيا وطنيا لإدارة الموارد الغذائية وفقا للتقلب المناخى المتوقع. ولكن قبل وضع سياسة لمواجهة آثار تغير المناخ، ولا سيما فى قطاع الزراعة،

من الأهمية بمكان أن يكون هناك فهم واضح لكيفية تأثير تقلب المناخ على مختلف المحاصيل الغذائية.

II. تغيير الرياح الموسمية:

المناخ الأفريقى مليء بالتعقيد والأعاجيب. الصحراء هى أكبر صحراء فى العالم بها أعمق طبقة من التسخين المكثف فى أى مكان على وجه الأرض. فى شهرى يونيو ويوليو، كما هو واضح فى شكل (٤)، تملأ العواصف الترابية الأكثر انتشارًا وشدة الموجودة فى أى مكان على الكوكب الهواء بجزيئات دقيقة تتداخل مع المناخ بطرق لا نفهمها تمامًا.

المنطقة خالية تمامًا من قياسات الطقس، لكنها محرك رئيسى لنظام الرياح الموسمية فى غرب إفريقيا، والتى تجلب ثلاثة أشهر من الأمطار التى تقطع موسم الجفاف الذى يستمر تسعة أشهر عبر منطقة الساحل، جنوب الصحراء. على مدى العقود التى أعقبت الستينيات وبلغت ذروتها فى عام ١٩٨٤، كان هناك تراجع فى هطول الأمطار بنحو ٣٠٪ عبر منطقة الساحل، مما أدى إلى مجاعة وموت مئات الآلاف من الأشخاص وتشريد ملايين عديدة.

لم تقم أى منطقة أخرى بتوثيق مثل هذا الجفاف الطويل والشديد من الناحية المكانية. تشير الدلائل إلى تلوث الهباء الجوى الغربى الصناعي، الذى أدى إلى تبريد أجزاء من المحيط العالمي، وبالتالى تغيير نظام الرياح الموسمية، كسبب. من المتوقع أن يستمر الانتعاش الملحوظ فى الأمطار حاليًا خلال القرن الحادى والعشرين، ولا سيما فى منطقة الساحل الأوسط والشرقى كما يبين شكل (٥) القدرة الافريقيه على التكيف مع تغير

شكل (٤) : من غير المعروف كيف تؤثر العواصف الترابية على المناخ على المدى الطويل

المناخ وهى قدره منخفضة جدا - وأدى هذا العام إلى انهيارات أرضية فى كينيا وبعض الدول الاخرى فى القاره الافريقيه .

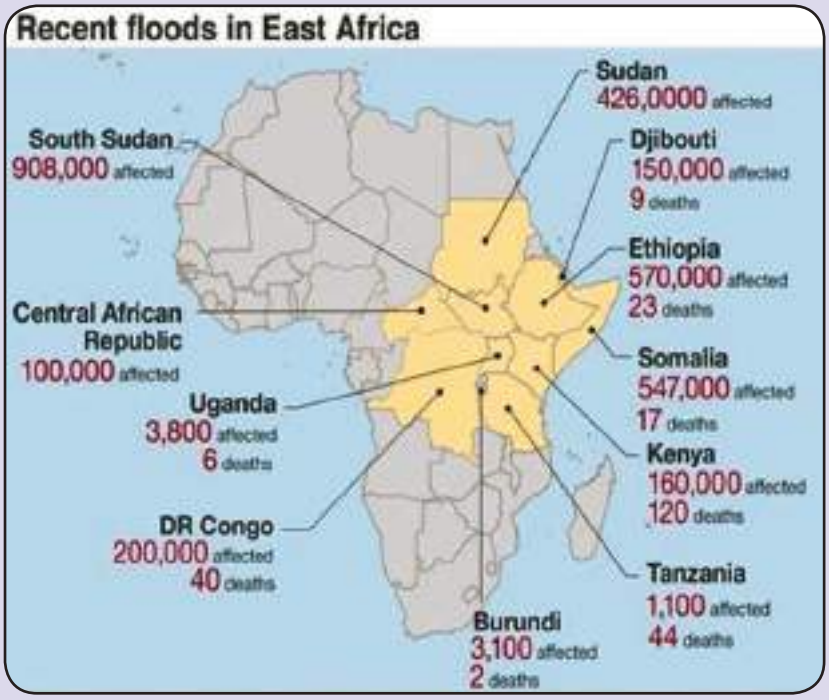
لكن يبدو أن هذا التغيير يعتمد على المكان الذى يصل فيه ارتفاع درجات الحرارة فى المستقبل فى وسط الصحراء إلى ذروته بالضبط، مما يؤكد بقسوة على المنطقة التى لا نفهمها كثيرًا. فى جنوب إفريقيا، نشهد تأخيرًا فى بداية وجفاف أمطار الصيف المبكرة كما يتضح فى شكل (٦)، والتى من المتوقع أن تزداد سوءًا فى العقود القادمة. ومن المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة هناك بخمس درجات أو أكثر، لا سيما فى أجزاء من ناميبيا وبوتسوانا وزامبيا التى تعانى بالفعل من ارتفاع درجات الحرارة بشكل لا يطاق. مفارقة شرق إفريقيا وفى الوقت نفسه، فوق كينيا وتنزانيا، تبدأ الأمطار الطويلة من مارس إلى مايو فى وقت لاحق وتنتهى فى وقت أقرب - مما يؤدى إلى انخفاض إجمالى فى هطول الأمطار.

هذا التغيير الملحوظ يأتى بشكل غير مريح بجانب التنبؤات بمستقبل أكثر رطوبة فى نفس الموسم - وهى مشكلة أطلق عليها العلماء مفارقة المناخ فى شرق إفريقيا. وسط أفريقيا، واحدة من ثلاث مناطق على الكوكب حيث تقود

شكل (٥): قدرة افريقيا على التكيف مع تغير المناخ منخفضة - وأدى هذا العام إلى انهيارات أرضية فى كينيا

العواصف الرعدية بقية أنظمة الطقس المدارية وشبه الاستوائية على الكوكب، تعيش بشكل خطير بالقرب من الحد الأدنى من هطول الأمطار اللازم لدعم نظام من هطول الأمطار اللازم لدعم ثانى أكبر نظام للغابات المطيرة فى العالم.

يبين شكل (٧) الدور الذى تلعبه الغابات المطيرة فى قيادة أنظمة الطقس العالمية .ان القليل من هطول الأمطار فى المستقبل يمكن أن يعرض الغابة ومخزون الكربون الضخم للخطر. نحن نعرف القليل بشكل ملحوظ عن هذا النظام المناخى - نادراً ما تتم مراقبته - هناك تقارير عن مقاييس الأمطار فى مقاطعة أوكسفوردشاير فى المملكة المتحدة أكثر من حوض الكونغو بأكمله. يتأثر النظام المناخى المعقد فى إفريقيا، بشكل غير عادي، بأحواض المحيطات العالمية الرئيسية الثلاثة.نشأ الإعصاران المداريان إيداى وكينيث فى مارس وأبريل ٢٠١٩ من أحد تلك المحيطات التى ترتفع درجة حرارتها بسرعة، مما أدى إلى تدمير أجزاء من موزمبيق وزيمبابوى وملاوي، مع اتباع كينيث مسارًا غير



شكل (٦): الفياضانات الحديثه فى شرق القارة الافريقية.

شكل (٧): تلعب الغابات المطيرة دورًا كبيرًا فى قيادة أنظمة الطقس العالمية

عادى فوق تنزانيا كما هو واضح فى شكل (٨).

الانبعاثات

حددت اللجنة الدولية للتغيرات المناخية، مع الغالبية العظمى من علماء المناخ، انبعاثات الغازات الدفيئة التى ينتجها البشر على أنها المسبب الرئيسى للتغير المناخي. كما تضاعفت انبعاثات الغازات الدفيئة فى منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا فى العقود الثلاثة الماضية أكثر من ثلاثة أضعاف، ويرتفع متوسط حصة كل فرد من الانبعاثات فى تلك المنطقة عن المتوسط العالمي، وتتربع العديد من دول الشرق الأوسط فى المراكز العشرة الأولى بقائمة الدول حسب انبعاثات ثانى أكسيد الكربون للفرد. من الممكن القول بأن دولتان اثنتان هما المسئولتان بالمقام الأول عن المستويات المرتفعة لانبعاثات الغازات الدفيئة فى هذه المنطقة، وهما المملكة العربية السعودية وإيران، يحتل هذين البلدين المركزين التاسع والسابع فى قائمة الدول الأكثر إنتاجًا لغاز ثانى أكسيد الكربون فى العالم، وينتج البلدان معًا ما نسبته ٤٠٪ من انبعاثات الغاز فى منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. تعتمد دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

بشكل أساسى على الوقود الأحفورى لتوليد الكهرباء، فعلى سبيل المثال، تحصل تركيا على ٩٧٪ من الطاقة التى تحتاجها من النفط والغاز الطبيعى والفحم يعتبر استخراج وتصدير الوقود الأحفوري مكونًا مهمًا من مكونات الاقتصاد فى بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، التى تمتلك ٦٠٪ من احتياطات النفط العالمية، إضافة إلى ٤٥٪ من احتياطات الغاز الطبيعى العالمية المعروفة.

تسبب فشل خطة إصلاح الدعم الإيرانية خلال العقد الثانى من القرن الحادى والعشرين فى جعل إيران أكبر داعم للوقود الأحفورى فى العالم لعام ٢٠٢١. لكن، وعلى عكس الدول الأخرى التى نجحت فى إلغاء دعم المواد النفطية من خلال العمل التدريجي، حاولت الحكومة الإيرانية فى نهاية العقد خفضَ الدعم عن مادة البنزين، ما تسبب بإشعال موجة من أعمال شغب بين الإيرانيين تأثيرات الحالية والمتوقعة للتغير المناخى على منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

توقعت اللجنة الدولية للتغيرات المناخية أن يرتفع متوسط درجات الحرارة العالمية أكثر من ١,٥ درجة مئوية فى نهاية القرن الحادى والعشرين واعتبرت اللجنةُ منطقةَ الشرقِ الأوسط وشمال أفريقيا بؤرةً ساخنةً لتغيرات درجات الحرارة فى المستقبل القريب بسبب ظروفها البيئة القاحلة. من المتوقع أن تكون معدلات الاحترار خلال أشهر فصل الشتاء منخفضة، بالمقابل، تشير نفس التوقعها إلى حدوث ازدياد فى درجات حرارة فصل الصيف بشكل كبير. من المتوقع أيضًا أن يؤثر تزايد درجات الحرارة على خفض معدلات

شكل (٨): لقى أكثر من ١٠٠٠ شخص مصرعهم بعد أن ضرب إعصار إيداى موزمبيق وزمبابوي

الهطولات المطرية وما يرتبط بها من استنزاف لرطوبة التربة، والحد من التبريد التبخيري. نتيجة لذلك، من المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة القصوى وأن يزداد تواترها فى منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. ووفقًا لدراسة نشرها معهد ماكس بلانك للكيمياء عام ٢٠١٦،ان عدد الأيام الحارة للغاية، فى الفترة ما بين سبعينيات القرن العشرين والوقت الذى نُشر فيه التقرير. تتوقع الدراسة حدوث موجات حر مدتها ٨٠ يومًا بحلول عام ٢٠٥٠، و ١١٨ يوم بحلول عام ٢١٠٠. من المتوقع أن تتسبب الارتفاعات فى درجات الحرارة فى زيادة عدد العواصف الرملية المرتبطة بفترات الجفاف الطويلة، وستجعل أجزاءٍ كبيرة من منطقة الشرق الأوسطِ وشمال أفريقيا أماكن غير قابلة للسكن. كان متوسط درجات الحرارة خلال أكثر الأيام حرارة فى السنوات الثلاثين الماضية ٤٣ درجة مئوية. توقع علماء المناخ المتخصصين بالغلاف الجوي، أن تصل درجة الحرارة القصوى إلى ٥٠ درجة مئوية، وذلك وفقًا للسناريوهات المناخية الحالية التى وضعتها اللجنة الدولية للتغيرات المناخية. كما أنه من المتوقع أن يرتفع متوسط درجات الحرارة فى الصيف بنسبة تصل إلى ٧٪ فى جميع مناطق الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وبنسبة تصل إلى ١٠٪ فى المناطق شديدة التحضر. اعتُبرت درجات الحرارة العالية تهديدًا لصحة الإنسان، إذ تزيد من فرص تعرض الأفراد للإرهاق والنوبات القلبية والوفاة توقع علماء المناخ أن يتضاعف معدل الوفيات المرتبطة بارتفاع درجات الحرارة فى منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا عشرين مرة بحلول نهاية القرن، مقارنة مع مثيله فى الوقت الحالي.

شح المياه

تواجه مناطق الشرق الأوسط وشمال أفريقيا فى الوقت الحالى شحًا كبيرًا فى المياه، إذ تقبع ١٢ من دول هذه المنطقة فى قائمة أكثر ١٧ دولة فى العالم معاناةً من الإجهاد المائي. يعتبر البنك الدولى منطقة ما تعانى من إجهاد مائي، عندما تنخفض حصة الفرد من الإمدادات المائية فيها دون ١٧٠٠ متر مكعب فى السنة. يبلغ متوسط إمدادات المياه للفرد الواحد فى جميع أنحاء

منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا ١٢٧٤ متر مكعب فى السنة، ويصل فى بعض البلدان إلى ٥٠ متر مكعب فقط. يعتمد القطاع الزراعى فى منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بشكل كبير على أنظمة الرى التقليدى بسبب مناخه الجاف، إذ يُستخدم ٨٥٪ من موارد المياه العذبة للأغراض الزراعية. تشير اللجنة الدولية للتغيرات المناخية إلى أن السبب فى التغير الحالى فى توزيع الهطولات المطرية فى العالم يكمن فى زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة، إذ ازداد معدل هطول الأمطار فى المناطق الرطبة ذات خطوط العرض المرتفعة والمتوسطة، وانخفض فى المناطق الاستوائية الجافة كمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. تسببت هذه التغيرات بالضغط بشكل كبير على القطاع الزراعى فى المنطقة، وارتفع تواتر وشدة حالات الجفاف فى المنطقة بشكل ملحوظ خلال العقد الماضي.

انجاز علمي

لكن على الصعيد العلمى هناك أمل. فى الجهود التعاونية نحن نعمل بجد لتحسين التنبؤ بالمناخ. تعتمد توقعات تغير المناخ على النماذج المناخية التى يوجد منها العشرات، كل منها معقد للفهم مثل العالم الحقيقي.من خلال جهود مثل مستقبل المناخ لأفريقيا (FCFA)، وهو برنامج تموله وزارة التنمية الدولية ومجلس أبحاث البيئة الطبيعية فى المملكة المتحدة، أدت خبرة ورؤى علماء المناخ الأفارقة إلى قفزة ملحوظة فى قدرتنا على فهم المناخ الأفريقى النموذجي.لدينا رؤى جديدة تم جلبها من خلال تلك البراعة العلمية. تتغير كل منطقة

شكل (٩): فشلت الحكومات الأفريقية بشكل عام فى إعطاء الأولوية لتغير المناخ

ومنطقة فرعية فى أفريقيا بشكل مختلف، لكن القاسم المشترك الناشئ هو التحول نحو هطول أمطار أكثر كثافة - حتى فى حالة حدوث جفاف مستقبلى ملحوظ ومتوقع.يصل هطول الأمطار على دفعات أقصر، مما يتسبب فى مزيد من الجريان السطحى ونوبات الجفاف الأطول بينهما.النماذج الجديدة، التى تم تطويرها كجزء من FCFA، تعمل الآن بدقة عالية للغاية مع تباعد شبكى يبلغ حوالى ٤ كيلومترات (٢,٥ ميل) للقارة بأكملها.

فهم العواصف الرعدية

تشير النتائج بشكل لا لبس فيه إلى زيادة فى كثافة هطول الأمطار وطول فترات الجفاف، ولدينا سبب قوى لتصديقها. يعد سلوك العواصف الرعدية أمرًا محوريًا فى هذا التغير فى هطول الأمطار، والتى توفر حوالى ٧٠٪ من الأمطار الأفريقية.يمكن للنماذج المناخية العالمية القياسية أن تمثل هذه الأنظمة الرئيسية بشكل غير مباشر فقط ولكن النماذج الجديدة قادرة على تمثيل أنظمة العواصف الرعدية بشكل مناسب لأول مرة.هذا جزء من النهج الذى نعتمده - لمعرفة بالضبط كيف تحاكى النماذج الطقس المتغير.من مختبر متواضع للغاية وفى الكاميرون، على سبيل المثال، يكشف ويلفريد بوكام وفريق من الباحثين عن الطريقة التى يرتبط بها نظام المناخ فى وسط إفريقيا والجنوب الأفريقي، وبالتالى كسر قالب نظرتنا الإقليمية الجزئية العنيدة لمناخ القارة . مثل هذه الاختراقات غير محتملة عندما تفكر فى أن هؤلاء الباحثين يقومون بتنزيل مجموعه بيانات ضخمة من خلال بطاقات رخيصة فى هواتفهم المحمولة وتحليل الناتج بين عشية وضحاها.فى النهار، يحافظون على تشغيل أول نظام الليدر فى وسط إفريقيا. يقيس اليدرالرياح فى أقل بضعة كيلومترات من الغلاف الجوي، مما يساعد على ملء فراغ البيانات الهائل فى وسط إفريقيا. إنهم جزء من مجموعة من العلماء الشباب الذين ينضمون إلى السباق لبدء التكيف مع تغير المناخ قبل أن تغمر إفريقيا. إنها مسألة عدالة اجتماعية أن ننجح. ستكون أفريقيا الأكثر تضررا من تغير المناخ، لكنها أقل مساهمة فى إحداث هذا التغيير.ويوضح شكل (٩) التحرك الشعبى على مستوى القاره الافريقيه لمجابهه التغيرات المناخية.

الضباب

بقلم الأستاذ / عبد الغفار آدم
رئيس الإدارة المركزية لشئون
مكتب رئيس مجلس الإدارة

شهد ت البلاد فى الفترة من ٢٠٢٠/١٢/٢٨ إلى ٢٠٢١/١/١١ حالة من حالات الاستقرار فى الأحوال الجوية وتكون الضباب على أماكن متفرقة من البلاد مما أدى إلى غلق الموانئ والطرق السريعة أثناء تكون الضباب للحد من الأثار السلبية لهذه الظاهرة هيا بنا نتعرف على هذه الظاهرة.

تعريف الضباب Fog definition

الضباب يوصف بكونه سحاب منخفض قريب وملامسة لسطح الأرض وغالبا ما تكون تلك السحب من نوع الرهل (سحاب رقيق) هو قطرات مائية عالقة فى الهواء ويحدث نتيجة تكاثف بخار الماء قرب سطح الأرض ويساعد على تكوينه الغبار والدخان والشوائب المختلفة العالقة فى الجو حيث يتعلق بها البخار. ويحدث نتيجة تكاثف بخار الماء غير المرئيّ فى الهواء إذ تتّحد جزيئات الماء التى تكون فى حالتها الغازية أثناء هذه العملية لتشكّل قطرات ماء سائلة وتبقى هذه القطرات الصغيرة عالقة فى الهواء وقد يكون الضباب خفيفاً ممّا يسمح بالرؤية من خلاله أو كثيفاً لدرجة يصعب عندها رؤية عدة أشياء كالسيارات والمعالم وغيرها.

يتكوّن الضباب فى المناطق المعتدلة من قطرات ماء سائلة، أما فى المناطق القطبية المتجمدة فيتكوّن من بلورات ثلجية صغيرة وعادة ما يتسبّب الضباب بتقليل مدى وضوح الرؤية، إذ يُعدّ من الصعب رؤية الأشياء التى تبعد أقل من ١٠٠٠ متر فى حين تزداد إمكانية الرؤية لمسافة تزيد عن١٠٠٠ متر فى الحالات التى يتكوّن فيها الضباب فى طبقات الهواء المنخفضة ، إذ يكون الضباب على شكل طبقة رقيقه على شكل غشاوة تُسمّى Mist.

كيفية تكوين الضباب

أهم شرط لتكوين الضباب هو ارتفاع الرطوبة النسبية واستقراراً فى الظروف الجوية مع هدوء للرياح

وفيما يلى نتعرف على ثلاث عمليات ينتج عنها الضباب وهى التبريد وزيادة الرطوبة وعملية المزج أو الخلط.

أولاً: عملية التبريد

تختلف الطرق التى تحدث فيها عملية التبريد فقد يكون التبريد ناتجاً عن فقد الحرارة نتيجة الإشعاع الحرارى أو بسبب الحركة الأفقية للهواء الدافئ الرطب وانتقاله فوق الأسطح الأكثر برودة، كما يمكن أن يحدث التبريد أديباتيكيا كأن تنخفض درجة حرارة الهواء الرطب ذاتياً عند صعوده إلى الأعلى (lapse rate) باتجاه قمم المنحدرات.

ثانياً: زيادة رطوبة الهواء

تحدث نتيجة حركة الهواء البارد فوق مسطح مائى دافئ أو سطح مشبع بالرطوبة أو بسبب التبخر الحاصل للمياه كما أنّ احتواء الهواء على بعض نوى التكاثف يساهم فى زيادة رطوبته كما هو الحال فى المناطق التى تكون فيها درجة تلوث الهواء عالية.

ثالثاً: عملية المزج أو الخلط

يجب أن يكون المزج خفيفاً حتى يتشكّل الضباب إذ يساهم حدوث المزج بين طبقات الهواء فى جلب كمية أكبر من الهواء الرطب بالقرب من سطح الأرض.

تشتت الضباب

يتشتت الضباب بوجود أحد الظروف التالية

١- عملية التسخين

ترتفع درجة حرارة الهواء نتيجة الإشعاع الشمسى أو بسبب مرور الهواء البارد الرطب فوق سطح أكثر دفئاً أو نتيجة حركته باتجاه أسفل المنحدرات ممّا يؤدّى إلى تسخينه ذاتياً (lapse rate) وبذلك تتسبّب عملية التسخين باختفاء قطرات الماء المعلّقة فى الهواء ويتشتت الضباب.

٢- انخفاض رطوبة الهواء

تحدث عند توقف الهطول المطرى بعد مرور الجبهة الهوائية ممّا يؤدى إلى جفاف الهواء تدريجياً.

٣- عملية المزج (الخلط) بين طبقة جافة و أخرى رطبة

يزداد المزج عند حدوث عملية التسخين أو مع ارتفاع سرعة الرياح التى ينتج عنها زيادة فى حركة الهواء والمزج الحاصل بين طبقاته إذ يؤدّى ذلك إلى نقل الهواء الجاف من الأعلى إلى الأسفل ومزجه مع طبقات الهواء الرطبة المنخفضة القريبة منه إضافة إلى نقل الهواء الرطب إلى الأعلى بفعل هذه الرياح القوية.

أنواع الضباب

ينقسم الضباب إلى ستة أنواع طبقا للطريقة التى يتشكل بها عموما يحدث الضباب عند اقتراب درجة حرارة الهواء من الدرجة التى يحدث عندها تكاثف بخار الماء لتكوين قطرات الماء السائلة، إذ تُعادل هذه الدرجة نحو أقل من -١٥ درجة مئوية.

١- الضباب الإشعاعى Radiation fog

الضباب الإشعاعى يحدث الضباب الإشعاعى فى المناطق القريبة من المسطحات المائية وفى الوديان المحصورة التى لا تشهد حركة قوية للرياح إذ تمنع الرياح تشكّل الضباب، لذلك تُعدّ الرياح الهادئة والليالى الطويلة الصافية وتواجد طبقات الهواء الرطبة بالقرب من سطح الأرض أفضل الظروف لتشكّل هذا النوع من الضباب ويكثر حدوث الضباب الإشعاعى خلال فصليّ الخريف والشتاء وتحديداً فى الليل عند غياب أشعة الشمس واستقرار حركة الهواء بالقرب من سطح الأرض وبدء انخفاض درجة حرارته.

يتشكّل الضباب الإشعاعى نتيجة تبريد الهواء واحتوائه على أكبر كمية من بخار الماء ممّا يعنى وصوله إلى حالة الإشباع إذ يبدأ فى الطبقات القريبة من سطح الأرض ثم يمتدّ للأعلى وتستمرّ كثافته بالازدياد مع استمرار انخفاض درجة حرارة طبقات الهواء ويجدر بالذكر أنّ هذا النوع من الضباب يظهر بشكل متجزئ غير مكتمل ويبقى ثابتاً فى مكانه وسرعان ما يتبدّد فى اليوم التالى بعد وقت قصير من شروق الشمس.

ضباب الانتقال الأفقى (ضباب التأفق) Advection Fog

يتشكّل نتيجة مرور الهواء الدافئ والرطب نسبياً مروراً بطيئاً فوق سطح رطب وأكثر برودة ومن العوامل التى تساهم فى تشكّله حركة الرياح بسرعة تقارب خمسة أمتار فى الثانية ممّا يساهم فى المحافظة على الاختلاف الموجود بين درجة حرارة الهواء والسطح الذى يمر فوقه دون أن يشتدّ ويختلط بطبقات الغلاف الجوى ويحدث هذا النوع من الضباب فوق البحار وعند المناطق الساحلية وذلك نتيجة لالتقاء التيارات المحيطية الباردة مع الدافئة، كما يتكوّن بشكل كبير فوق اليابسة فى فصل الشتاء بسبب مرور الهواء الدافئ فوق الأراضى المتجمدة أو المغطّاة بالثلوج وعادةً ما يمتدّ ضباب التأفّق لارتفاعات تصل إلى عدة مئات من الأمتار وقد يتصادف حدوثه مع حدوث الضباب الإشعاعي.

ضباب المنحدرات Upslope Fog

يحدث ضباب المنحدرات نتيجة حركة الهواء وانتقاله إلى أعلى المنحدرات وتبريده ذاتياً (Adiabatic cooling) دون حدوث أى تبادل حرارى بينه وبين الوسط المحيط به أى أديباتيكياً دون حدوث فقد أو اكتساب للحرارة فى النظام - ممّا يؤدّى إلى وصوله إلى درجة الإشباع وبالتالى تتشكّل قطرات الماء ويتكوّن هذا النوع من الضباب بالقرب من القمم ثم يمتدّ باتجاه الأودية ومن الجدير بالذكر أنّ ضباب المنحدرات يمكن أن يتشكّل حتى مع وجود الرياح السريع، إذ إنّ لهذه الرياح قدرة كبيرة على نقل الهواء إلى الأعلى وبالتالى تبريده أديباتيكياً ولكنّ ارتفاع سرعة الرياح إلى نحو ٥-٦م/ ث قد يؤدى إلى تشكّل السحب الطبقية المنخفضة الاستراتس (stratus) بدلاً من حدوث الضباب.

ضباب التبخر (Evaporation Fog)

يحدث ضباب التبخّر فى مناطق المسطحات المائية الدافئة والأراضى الرطبة وذلك نتيجة حركة الهواء البارد فوق هذه المناطق ممّا يؤدّى إلى تبخّر جزء من مياهها وارتفاعه إلى طبقات الهواء المنخفضة فيصبح هذا الهواء رطباً ودافئاً ولذلك يرتفع ليختلط مع الهواء البارد الموجود فى الطبقات الأعلى فيبرد مؤدّياً إلى تكاثف بخار الماء وتشكّل الضباب وقد يتكوّن هذا النوع من الضباب نتيجة مرور الكتل والجبهات الهوائية الباردة فوق البحار وخاصة فى فصل الخريف الذى تبدأ فيه درجة حرارة الهواء بالانخفاض، بينما تحافظ مياه البحار فيه على درجة حرارة دافئة بعد فصل الصيف وقد ينتج عن ضباب التبخر فى بعض الحالات ظاهرة الصقيع أو ما يُعرف بالضباب المتجمد.

ضباب جبهيّ (Frontal Fog)

يتشكّل الضباب الجبهيّ عند حدوث الجبهات الهوائية فقد يحدث قبل الجبهات الهوائية الدافئة أو بعد الجبهات الهوائية الباردة وذلك نتيجة لمرور الأمطار داخل هواء بارد ومستقرّ ممّا يزيد من رطوبة الهواء حتى يصل إلى درجة التشبّع وبالتالى يتكاثف قطرات الماء مشكّلة الضباب، ويجدر بالذكر حدوث الضباب الجبهى فى عدة حالات منها:

تشكّله أثناء مرور الجبهة إذ تتسبّب الرياح الخفيفة بمزج وخلط كتلتين هوائيتين مشبعتين بالرطوبة إحداهما دافئة والأخرى باردة، كما يمكن أن يحدث نتيجة حركة الهواء الدافئ فوق أرض رطبة أثناء عبور كتلة باردة محملة بالأمطار ممّا يؤدّى إلى تبريد هذا الهواء بشكل مفاجئ وبالإضافة إلى ذلك فقد يتشكّل هذا النوع من الضباب أيضاً فى فصل الصيف عند المناطق القريبة من خط الاستواء وذلك بسبب تبخّر مياه الأمطار الناتجة عن الجبهة الهوائية المارّة ممّا يؤدّى إلى تبريد السطح والهواء القريب منه وارتفاع نسبة الرطوبة فيتكاثف هذا البخار مكوّناً الضباب.

ضباب جليدى (Ice Fog)

يختلف الضباب الجليدى عن باقى أنواع الضباب لكونه عبارة عن بلورات ثلجية صغيرة معلّقة بالهواء ويحدث فى المناطق شديدة البرودة فقط إذ إنّ لقطرات الماء المعلّقة فى الهواء القدرة على البقاء فى حالتها السائلة حتى تصل إلى ٤٠ درجة مئوية، أمّا عند ملامسة هذه القطرات السائلة للأسطح فإنّها تتجمد مشكّلة طبقة بيضاء من الصقيع أو ما يُسمّى بالضباب المتجمد (Freezing Fog) الذى يُعدّ أكثر شيوعاً من الضباب الجليدى وقد يظهر على شكل كتل متجمّدة على الأشجار وغيرها نتيجة دفع الرياح الخفيفة للقطرات المتجمّدة باتجاه معين، ويجدر بالذكر ما ينتج عن الضباب المتجمّد من خطورة وانزلاقات فى الطرقات خاصة مع ضعف مدى بالرؤية المُصاحب له.

تأثيرات الضباب

يؤدّى حدوث الضباب إلى نتائج إيجابية وسلبية مختلفة تُؤثّر على نواحى متعددة من الأنشطة البشرية منها:

الإيجابيات

تتنوّع التأثيرات الإيجابية للضباب بين المنظر الجمالى الذى يضفيه إلى الفوائد الاقتصادية الناجمة عنه، إذ تستخدم فى بعض المناطق تقنيات لتوفير المياه من الضباب من خل العملية تُسمّى حصاد الضباب (Fog harvesting)، إذ يتمّ فى ما بعد استخدام هذه المياه لأغراض ريّ المزروعات والاستخدامات البشرية.

السلبيات

تتراوح سلبيات الضباب بين الإزعاج والخسائر الماديّة إلى عواقب أخرى ذات تداعيات اقتصادية وسياسية واجتماعية مختلفة، ويجدر بالذكر أنّ أكثر التأثيرات السلبية المعروفة للضباب هو تقليل مدى وضوح الرؤية الناتج عنه ممّا يؤثّر على الملاحة البحرية والجوية إضافة إلى تقييد حركة السيارات والقطارات ولذلك يُنصح بتوخّى الحذر أثناء القيادة فى فترة تشكّل الضباب.

تشكل وتطور السحب فى الغلاف الجوى

د. عبدالله عبدالرحمن عبدالله
مدير عام الإدارة العامة
لتدريب الفنيين على الرصد الجوي

تضيف الغيوم بتشكيلاتها وأنواعها الرائعة فى السماء جمالا ولونًا إلى المناظر الطبيعية ومع ذلك، فإن الغيوم مهمة لأسباب غير جمالية أيضًا أثناء تشكلها، يتم إطلاق كميات هائلة من الحرارة فى الغلاف الجوى تساعد الغيوم فى تنظيم توازن طاقة الأرض من خلال عكس وتشتيت ونشر الإشعاع الشمسى وامتصاص طاقة الأشعة تحت الحمراء للأرض وبطبيعة الحال، بدون السحب لن يكون هناك هطول لكن الغيوم مهمة أيضًا لأنها تشير بصريًا إلى العمليات الفيزيائية التى تحدث فى الغلاف الجوي؛ بالنسبة للراصد المُدَرَب، فهى علامات إرشادية فى السماء سنوضح فى هذا المقال عمليات الغلاف الجوى التى تشير إليها تلك العلامات.

تشكل وتطور السحب

نحن نعلم أن معظم السحب تتشكل عندما يرتفع الهواء ويبرد فتزداد رطوبته شيئاً فشيئاً بتكثف بخار الماء إلى أن تصل الرطوبة إلى ١٠٠٪ وهنا يتشبع الهواء وتبدأ السحب فى الظهور بالنظر إلى أن الهواء يحتاج عادةً إلى «محفز» لبدء تحركه إلى أعلي، فما الذى يجعل الهواء يرتفع حتى تتمكن الغيوم من التكون، فالآليات التالية تكون مسؤولة وبشكل أساسى عن تشكل وتطور غالبية السحب التى نشاهدها هي:

١- الصعود بفعل تسخين السطح والحمل الحر.

٢- الصعود على طول ارتفاع من التضاريس.

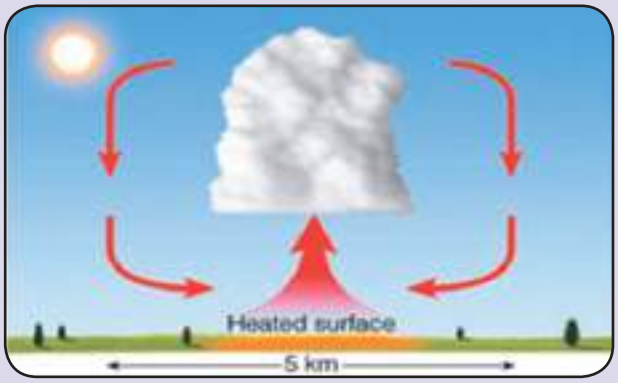
٣- صعود واسع النطاق بسبب تقارب الهواء السطحى Surface Convergence.

٤- الرفع على طول جبهات الطقس Frontal surface أنظر شكل (١).

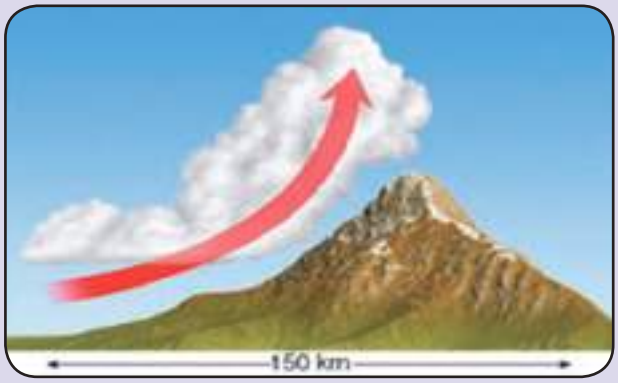
الحمل وتكون السحب

تمتص بعض مناطق سطح الأرض أشعة الشمس بشكل أفضل وأكثرمن غيرها، وبالتالى تسخن تلك المناطق بسرعة أكبر فيصبح الهواء الملامس لتلك «المنطقة الساخنة» أكثر دفئًا من محيطه وتنفصل «فقاعة» الهواء الساخنة عن السطح الدافئ وترتفع ويزداد حجمها وتبرد أثناء صعودها ومع ارتفاع درجة الحرارة تتأثر تلك الفقاعة تختلط الفقاعة بالهواء الأكثر برودة والوسط المحيط بها الجاف وتفقد صفتها تدريجياً، حينئذ تتباطأ حركتها التصاعدية، قبل أن يتم انخفاض حرارتها تماماً إذا برد الهواء الصاعد إلى نقطة التشبع فسوف يتكثف بخار الماء، وتصبح الحرارة الكامنة المنطلقة ملاحظة لنا كسحابة ركامية تتكون وتكبر شيئاً فشيئاً.

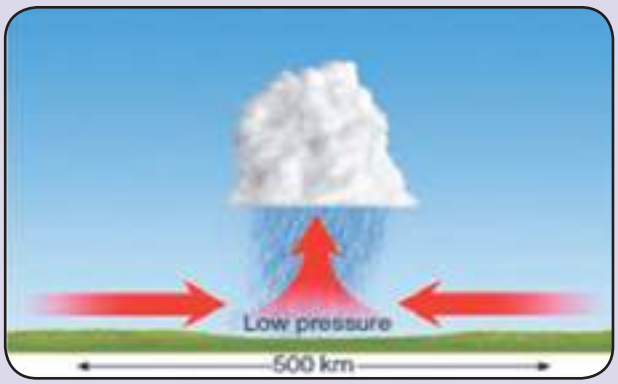
من الملاحظ فى شكل -٢ أن حركات الهواء تتجه لأسفل على السطح الخارجى للسحابة الركامية تحدث



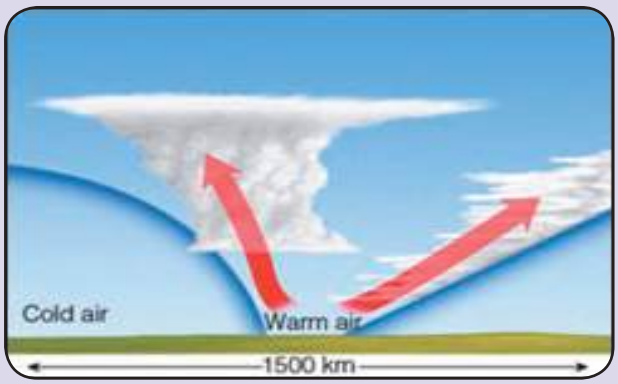
(أ) الحمل



(ب) الصعود بفعل التضاريس



(ج) الصعود بتقارب الهواء (Convergence)



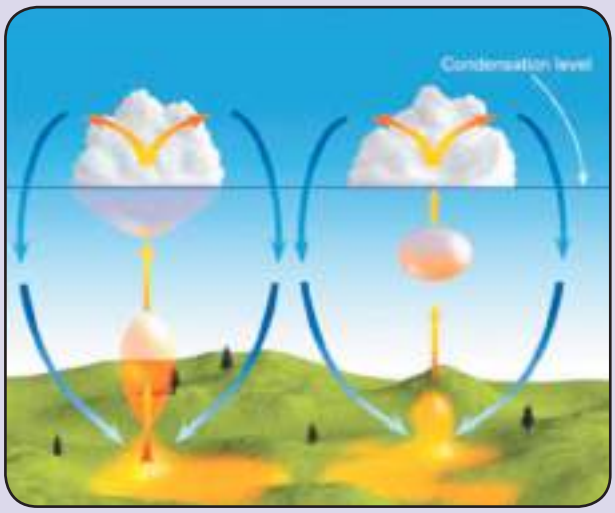
(د) الصعود على الجبهة

شكل ١: الطرق الأولية لتشكل السحب: (أ) تسخين السطح والحمل الحراري، (ب) الرفع الإجبارى على طول الحواجز الطبوغرافية، (ج) تقارب الهواء السطحي، (د) الرفع الإجبارى على طول الجبهات الجوية

تلك الحركات الهابطة جزئيًا عن طريق التبخر حول الحافة الخارجية للسحابة، مما يبرد الهواء، مما يجعله ثقيلًا (أكبر كثافة) سبب آخر للحركة الهابطة هو اكتمال تيار الحمل الحرارى الذى بدأه التيار الحرارى الصاعد.

يهبط الهواء البارد ببطء ليحل محل الهواء الدافئ المتصاعد لذلك، يرتفع الهواء فى السحابة ويهبط الهواء حولها نظرًا لأن الهواء الهابط يمنع بشكل كبير النمو الحرارى أسفل منه، فإن السحب الركامية الصغيرة عادة ما يكون بينها قدر كبير من رؤية السماء الزرقاء فيما بينها (شكل -٣).

عندما تنمو الغيوم الركامية، فإنها تحجب الشمس عن الأرض هذا، بالطبع، يقطع التسخين السطحى والحمل الحرارى وبدون الإمداد المستمر للهواء الصاعد تبدأ السحابة فى التآكل مع تبخر قطراتها على عكس الحواف الحادة لنمو السحب الركامية، فإن السحابة الآن لها حواف غير واضحة، مع أجزاء من السحب تتمدد من جوانبها وحوافها عندما تبدأ السحابة فى التبدد (أو تتحرك مع



شكل -٢
تتشكل السحب الركامية عندما تنفصل فقاعات الهواء الدافئة غير المرئية عن السطح، ثم ترتفع وتبرد إلى مستوى التكثيف أسفل السحب الركامية وداخلها الهواء يكون صاعد حول السحابة، يهبط الهواء.

شكل -٣:
تتكون السحب الركامية فى ظهيرة صيف دافئ، تمثل كل سحابة منطقة ترتفع فيها درجات الحرارة من السطح. المناطق الصافية بين السحب هى المناطق التى يهبط فيها الهواء.

الريح)، يبدأ تسخين السطح مرة أخرى بوصول أشعة الشمس مما يعيد توليد حرارة أخري، والتى تتسبب فى تكون سحب ركامية جديدة هذا هو السبب الذى يجعلك ترى سحب ركامية تتكون ثم تختفى تدريجياً ثم تظهر مرة أخرى فى نفس المكان.

لنفترض أنه فى يوم صيفى دافئ ورطب وأن السماء مليئة بالغيوم الركامية تكون جميع قواعد السحب على نفس المستوى تقريبًا فوق سطح الأرض وتمتد قمم تلك السحب لارتفاع حوالى ألف متر فقط يعتمد تطور تلك السحب بشكل أساسى على استقرار الهواء ومحتوى الرطوبة لتوضيح كيفية تأثير تلك العوامل على تكوين سحب الحمل الحراري، سنقوم بالنظر إلى خصائص درجة الحرارة والرطوبة داخل فقاعة الهواء الصاعدة نظرًا لأن حركات الهواء الفعلية التى تدخل فى تكوين السحب معقدة نوعًا ما، فسوف نبسط الأمور عن طريق وضع هذه الافتراضات:

١- لا يحدث خلط بين الهواء الصاعد ومحيطه.

٢- تتكون السحابة الركامية بفعل التسخين فقط (دون النظر لسحب الركام التى تنتج بأى عامل آخر).

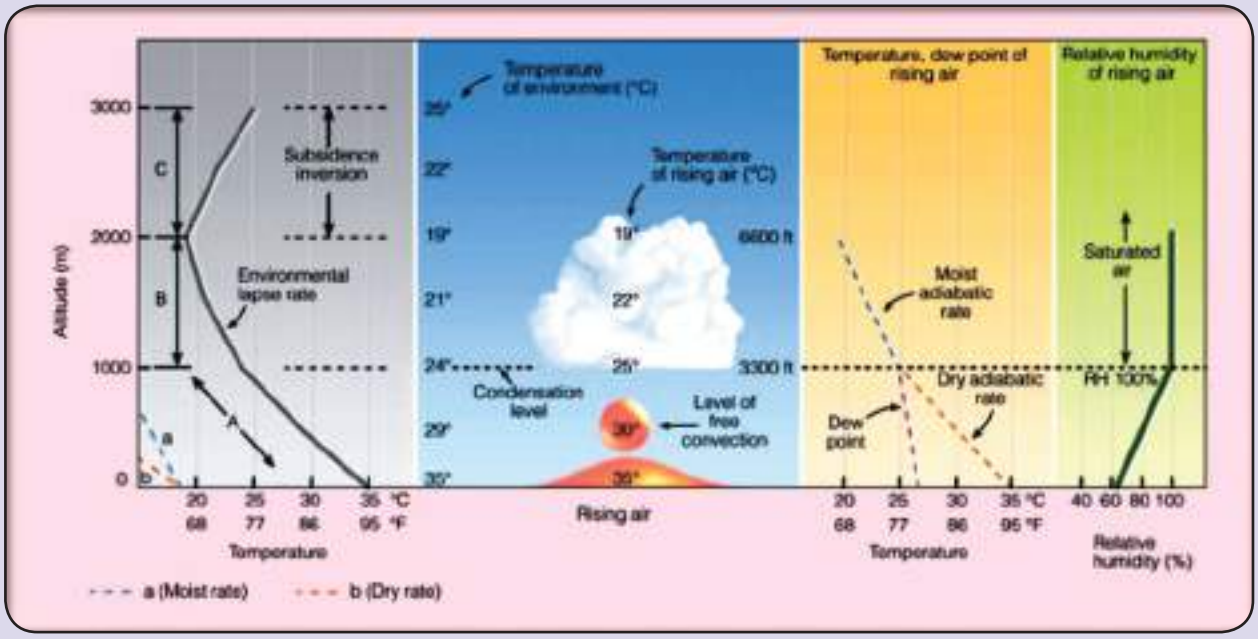
٣- تتكون السحب عندما تكون الرطوبة النسبية ١٠٠ بالمائة داخل كتلة الهواء الصاعدة.

٤- يظل الهواء الصاعد داخل السحابة مشبعاً ببخار الماء.

معدل التناقص الحرارى للوسط المحيط فى هذا اليوم بالذات مبين فى شكل -٤ ويمثل بخط رمادى غامق فى أقصى يسار الرسم التوضيحي، تشير تغير درجة حرارة الهواء المحيط إلى تغيرات فى استقرار الغلاف الجوى معدل التناقص الحرارى للوسط المحيط فى الطبقة A أكبر من معدل التناقص الحرارى الجاف، وبالتالى فإن الطبقة غير مستقرة تمامًا طبقات الهواء فوقها . الطبقة B والطبقة C. كلاهما مستقرتان تمامًا نظرًا لأن معدل التناقص الحرارى للوسط المحيط فى كل طبقة أقل من معدل التناقص الحرارى الرطب ومع ذلك، فإن معدل التناقص الحرارى للوسط المحيط الإجمالى من السطح حتى قاعدة الانقلاب الحرارى أعلى السحابة (٢٠٠٠م) هو ٧,٥ درجة مئوية لكل ١٠٠٠ م، مما يشير إلى جو غير مستقر مشروطاً.

ونفترض أن فقاعة هواء دافئة ورطبة جدًا بدرجة حرارة هواء ٣٥ °م ودرجة حرارة نقطة الندى ٢٧ °م، تنفصل عن السطح وتبدأ فى الارتفاع (كما هو موضح فى المنتصف من شكل -٤) لاحظ أنه على ارتفاع قليل فوق سطح الأرض، يكون الهواء داخل الفقاعة أكثر دفئًا من الهواء المحيط به، لذا فالفقاعة تظل طافية وترتفع لأعلى بحرية، يسمى هذا المستوى فى الغلاف الجوى حيث يصبح الهواء المتصاعد أكثر دفئًا من الهواء المحيط بمستوى الحمل الحرارى الحر (Level of Free Convection) ستستمر الفقاعة الصاعدة فى الارتفاع ما دامت أن حرارتها أكثر دفئاً من محيطها.

يبرد الهواء الصاعد بمعدل ثابت الحرارة الجاف وتنخفض نقطة الندي، ولكن ليس بالسرعة نفسها



شكل -٤ : تطور السحب الركامية

يختلف معدل انخفاض نقطة الندى باختلاف محتوى الرطوبة للهواء الصاعد، ولتكن تقريبًا ٢°م/كم شائعة الاستخدام لذلك، عندما يبرد الهواء الصاعد غير المشبع، تقترب درجة حرارة الهواء ونقطة الندى من بعضهما البعض بمعدل ٨°م/كم تؤدى هذه العملية إلى زيادة الرطوبة النسبية للهواء (موضحة فى أقصى الجانب الأيمن من شكل -٤ بالخط الأخضر الداكن)

على ارتفاع ١٠٠٠ م، يبرد الهواء إلى نقطة الندي، والرطوبة النسبية أصبحت ١٠٠٪، ويبدأ التكثيف، وهنا نبدأ رؤية تشكل وتكون السحابة يسمى الارتفاع الذى تتشكل فيه تلك السحابة بمستوى التكثيف

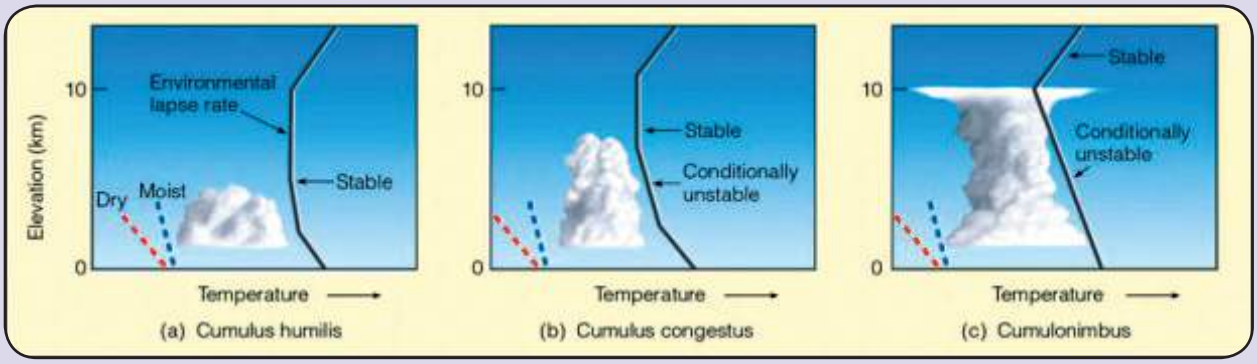
Lifting Condensation Level (LCL)

فوق مستوى التكثيف، يكون الهواء الصاعد مشبعًا ويبرد بمعدل التبريد الرطب مع استمرارية التكثف، وبما أن بخار الماء يتحول إلى قطرات سحابية سائلة، فإن درجة حرارة نقطة الندى داخل السحابة تنخفض بسرعة أكبر مع صعود الهواء عن ذى قبل يظل الهواء مشبعًا حيث تنخفض درجة حرارة الهواء ونقطة الندى عند معدل التبريد الرطب (موضحه فى المنطقة البرتقالية من (شكل -٤).

لاحظ أن الهواء الصاعد داخل السحابة يظل أكثر دفئًا من الهواء المحيط به ويستمر فى الصعود التلقائى لأعلى عبر الطبقة B يمثل الجزء العلوى من الكتلة السحابية على ارتفاع ٢٠٠٠ متر نهاية الهواء الصاعد، والذى وصلت برودته عند هذا الارتفاع إلى درجة حرارة مساوية للوسط المحيط به وبالتالى سيواجه الهواء صعوبة فى الصعود فوق هذا الارتفاع بسبب الاستقرار بالانقلاب الحرارى فوقه مباشرة، إن انعكاس الهبوط.

كما رأينا يلعب استقرار الغلاف الجوى أعلى مستوى التكثف LCL دورًا رئيسيًا فى تحديد النمو الرأسى للسحب الركامية كما هو واضح فى (شكل -٥) أنه عندما تبدأ طبقة مستقرة عميقة على مسافة قصيرة فوق قاعدة السحابة، فإن الركام الضعيف فقط هو القادر على التكون Cu إذا كانت هناك طبقة عميقة غير مستقرة استقرارا مشروطًا فوق قاعدة السحابة، فمن المرجح أن ينمو الركام البرجى TCu، مع انتفاخ للقمم تشبه القرنبيط عندما تكون الطبقة غير المستقرة المشروطة عميقة للغاية. عادة ما تكون أكبر من ٤ كم (٢,٥ ميل) فقد يتطور السحب الركامية البرجية إلى الركام المزن Cb

نادرا ما تمتد السحب الركامية لأعلى مستوى التروبوبوز، طبقة الستراتوسفير مستقرة تمامًا، لذلك بمجرد أن تخترق السحابة التروبوبوز، فإنها عادة ما تتوقف عن النمو عموديًا وتنتشر أفقيًا بسبب درجات الحرارة المنخفضة عند هذا الارتفاع فإن البلورات الثلجية ستتكون فى الجزء العلوى من السحابة عند خطوط العرض الوسطي، يؤدى هبوب الرياح القوية بالقرب من التروبوبوز تحرك بلورات الجليد فى اتجاه أفقى مع اتجاه الرياح، مما ينتج عنه الشكل البارز من



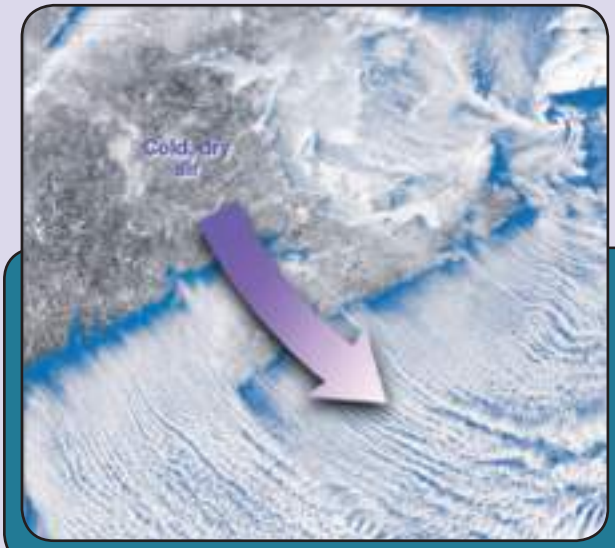
شكل -٥ : التغيرات فى استقرار الهواء، كما يتضح من معدل التناقص الحرارى للوسط المحيط، تأثير بشكل كبير على نمو السحب الركامية

أعلى السحابة المزنية بما يعرف بالسندان لسحب الركام المزن (شكل-٦)

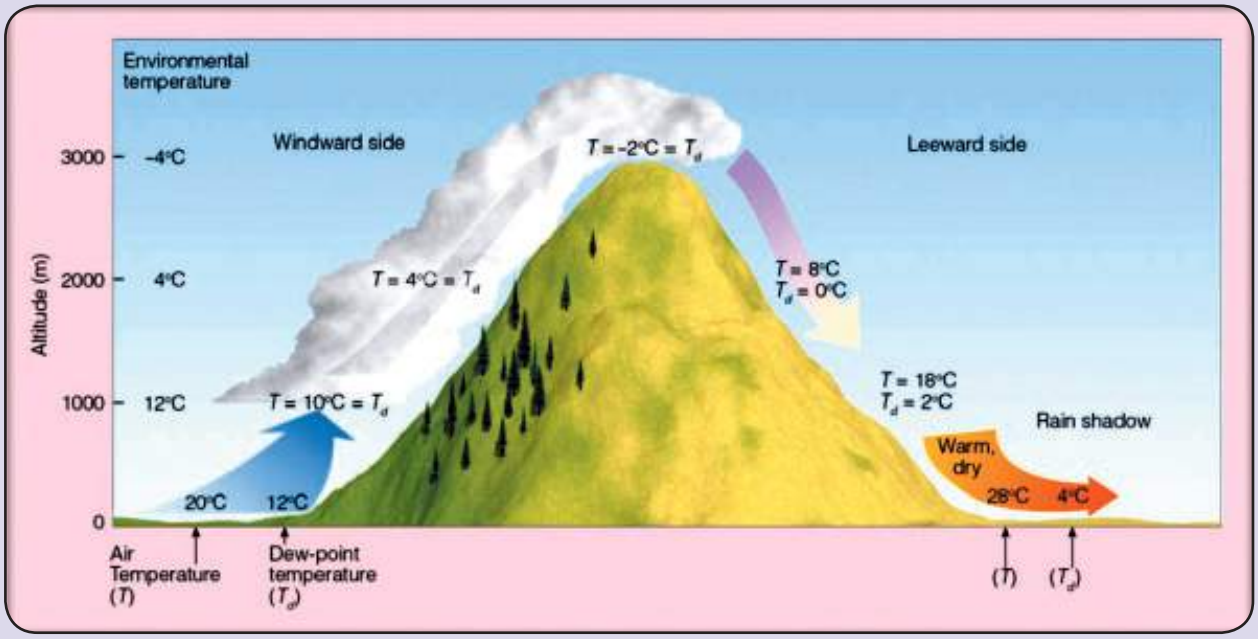
يعتمد التطور الرأسى للسحابة الحملية أيضًا على الاختلاط الذى يحدث حول محيطها فتمزج السحابة الصاعدة كتلة بخار الماء المشكل لها مه الهواء البارد داخلها إذا كانت البيئة المحيطة بالسحابة جافة جداً، فإن قطرات الماء المشكل للسحب تتبخر بسرعة إن تأثير الاحتباس الحراري، إذن، عن طريق حقن هواء أكثر برودة فى السحابة والتبخر اللاحق لقطرات السحب يكون سبب فى زيادة معدل تبريد الهواء الصاعد إذا اقترب معدل التبريد من معدل الحرارة الجافة، يتوقف الهواء عن الصعود ولم تعد السحابة تتزايد، على الرغم من أن معدل التناقص الحرارى قد يشير إلى جو غير مستقر مشروطاً.

استعرضنا تكون السحب بالحمل الحرارى فوق الأرض ولكن يحدث أيضًا الحمل الحرارى وتطور السحب الركامية فوق المسطحات المائية الكبيرة عندما يتدفق الهواء البارد فوق مسطحات مائية شاسعة دافئة نسبيًا، فتصبح الطبقة الدنيا من الغلاف الجوى دافئة ورطبة يؤدى هذا إلى عدم الاستقرار. يبدأ الحمل الحرارى وتتشكل السحب الركامية إذا تحرك الهواء فوق الماء الأكثر دفئًا بشكل تدريجي، كما هو الحال فى بعض الأحيان فوق المحيطات

شكل -٦ : التغيرات فى استقرار الهواء، كما يتضح من معدل التناقص الحرارى للوسط المحيط، تأثير بشكل كبير على نمو السحب الركامية



شكل -٧ : منظر من القمر الصناعى لسحب ركامية متكونة فى شكل صفوف فوق المحيط الأطلسى فى حين يكتسح الهواء القطبى الشمالى البارد والجاف كندا ثم يخرج فوق المياه الدافئة لاحظ أن السحب غير متواجدة فوق اليابسة ومباشرة على طول الساحل، ولكنها تتكون وتغلظ وتتكاثف بالتدريج مع ارتفاع درجة حرارة الهواء السطحى وزعزعته للاستقرار كلما بعيدنا عن الشاطئ.



شكل -٨ رفع التضاريس، وتطور السحب، وتشكيل ظل المطر

المفتوحة، يحدث انتقال حرارى أكثر نشاطًا ويمكن أن تتحول السحابة الركامية إلى ركامية برجية وأخيراً فى الركام المزن لوحظ هذا التسلسل لتطور السحب من الأقمار الصناعية حيث تتحرك الرياح الشمالية الباردة جنوباً فوق الأجزاء الشمالية من المحيطين الأطلسى والهادئ (شكل-٧).

بمجرد تشكل سحابة الحمل الحراري، يلعب الاستقرار والرطوبة والمزج دورًا فى تطوره الرأسى ومع ذلك، يتم تحديد المستوى الذى تتشكل فيه السحابة فى البداية بشكل أساسى من خلال درجة حرارة السطح ومحتوى الرطوبة فى الأجواء الحرارية الناشئة.

التضاريس والسحب

من الواضح أن الهواء المتحرك أفقيًا لا يمكن أن يمر من خلال عقبة كبيرة، مثل الجبل، لذلك يجب أن يتجنبها بالمرور فوقها أو حولها يسمى الرفع الإجبارى على طول حواجز التضاريس برفع التضاريس Topographic Lifting ففى كثير من الأحيان تصعد كتل هوائية كبيرة عندما تقترب من سلسلة طويلة من الجبال مثل سيبيريا أو جبال أطلس أو جبال الألب ينتج عن هذا الرفع تبريد، وإذا كان الهواء رطباً، تتشكل السحب تسمى السحب المتشكلة بهذه الطريقة بالسحب التضاريسية Topographic Clouds، ويعتمد نوع السحابة التى تتشكل على استقرار الهواء ومحتوى الرطوبة على جانب الجبل المعاكس لاتجاه الرياح Mountain Leeward Side، حيث يتحرك الهواء إلى أسفل المنحدر فيسخن هذا الهواء الهابط أصبح أكثر جفافاً، نظرًا لأنه تم التخلص من كمية كبيرة من رطوبته على شكل غيوم وهطول الأمطار على الجانب المواجه للريح.

السحب والرفع بفعل التضاريس

يُعطى مثال للصعود الطبوغرافى وتشكل وتطور السحب فى (شكل -٨) قبل الصعود وفوق الجبل، تبلغ درجة حرارة الهواء عند قاعدة الجبل على الجانب المواجه للريح ٢٠°م ودرجة حرارة نقطة الندى ١٢°م لاحظ أن الغلاف الجوى غير مستقر بشكل مشروط، كما يتضح من معدل التناقص الحرارى للوسط المحيط البالغ -٨°م/كم

مع صعود الهواء غير المشبع، تنخفض درجة حرارة الهواء بمعدل ثابت الحرارة الجاف (١٠°م/كم) وتنخفض درجة حرارة نقطة الندى عند ٢°م/كم لاحظ أن الهواء الصاعد المبرد يصل إلى نقطة الندى ويصبح مشبعًا على ارتفاع ١كم هذا المستوى (يسمى مستوى الرفع بالتكثيف LCL.) يمثل قاعدة السحابة التى تشكلت مع صعود الهواء (بتأثير الجبل) عندما يتكثف الهواء المشبع المتصاعد إلى عدة بلايين من قطرات السحب السائلة، وعندما يتم تحرير الحرارة الكامنة بواسطة بخار التكثيف، تنخفض

درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة نقطة الندى بالمعدل الحرارى الذاتى الرطب- Moist adiabatic rate

على قمة الجبل، درجة حرارة الهواء ونقطة الندى كلاهما(-٢°م) لاحظ فى (شكل -٨) أن درجة الحرارة هذه أعلى من درجة حرارة الهواء المحيط (-٤°م) وبالتالي، فإن الهواء الصاعد عند هذا المستوى ليس فقط أكثر دفئًا ولكنه غير مستقر فيما يتعلق بمحيطه لذلك، يجب أن يستمر الهواء الصاعد فى الصعود ويتحول إلى سحابة ركامية أكبر بكثير.

لنفترض، مع ذلك، أن الهواء الموجود أعلى الجبل (درجة الحرارة ونقطة الندى البالغة (٢°م) مجبر على النزول إلى قاعدة الجبل على الجانب المواجه للريح إذا افترضنا أن السحابة لا تزال على الجانب المواجه للرياح ولا تمتد إلى ما بعد قمة الجبل فى الجهة الأخري، فإن درجة حرارة الهواء الهابط ستزداد بالمعدل الذاتى الجاف (١٠°م/كم) وصولاً إلى قاعدة الجبل، (تزداد درجة حرارة نقطة الندى بمعدل أقل بكثير من ٢°م/كم).

كما يمكننا ملاحظة فى (شكل - ٨) أنه على الجانب المعاكس للريح، بعد هبوط الهواء ٣ كم، تكون درجة حرارة الهواء ٢٨°م ودرجة حرارة نقطة الندى هى ٤°م أصبح الهواء الآن أكثر دفئًا بمقدار ٨°م مما كان عليه قبل رفعه فوق الجبل إن ارتفاع درجة حرارة الهواء على الجانب المعاكس للريح هو نتيجة تحويل الحرارة الكامنة إلى حرارة منطلقة ومحسوسة أثناء التكثيف على الجانب المواجه للريح (فى الواقع، يكون الهواء الصاعد أعلى الجبل أكثر دفئًا مما كان سيحدث لو لم يحدث التكثيف) انخفاض درجة حرارة نقطة الندي، وبالتالى الهواء الجاف على الجانب المعاكس للريح هو نتيجة لتكثيف بخار الماء وبقائها على شكل قطرات سحابة سائلة وهطول الأمطار على الجانب المواجه للريح.

باختصار، هناك عدة مفاهيم مهمة يجب الخروج بها من تكون السحب بصعود الهواء فوق الجبل:

١- يسخن الهواء النازل من الجهة الأخرى من الجبل عن طريق التسخين بالانضغاط، وعند وصوله إلى سطح الأرض، يمكن أن يكون أكثر دفئًا من الهواء على نفس المستوى على الجانب المواجه للريح، خاصة عند حدوث التكثيف وتنطلق الحرارة الكامنة على جانب الريح.

٢- عادة ما يكون الهواء على الجانب المعاكس للرياح من الجبل أكثر جفافًا من الهواء على الجانب المواجه للريح لأن الماء غالباً ما يظل على شكل غيوم وهطول على الجانب المواجه للريح، كما تؤدى انخفاض درجة

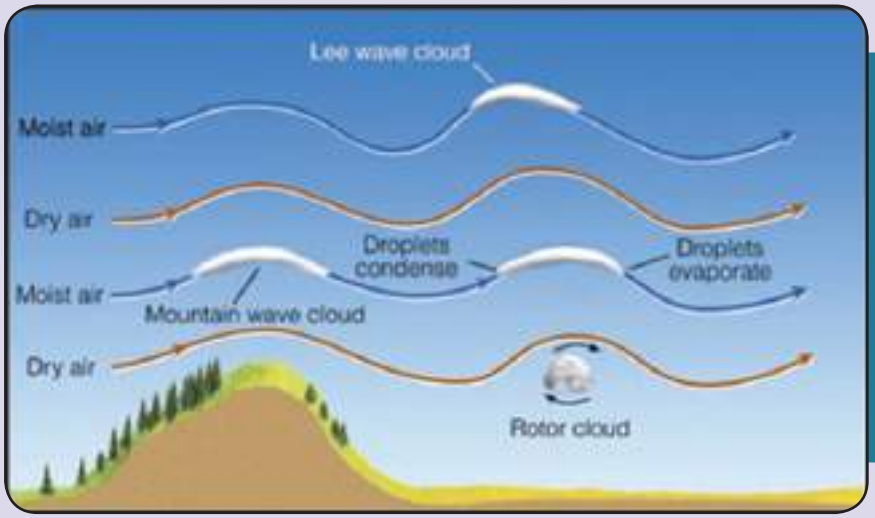
شكل -٩ : منظر القمر الصناعى لسحب الأمواج التى تشكل عدة كيلومترات فى اتجاه الريح للجبال فى اسكتلندا وإيرلندا

حرارة نقطة الندى وارتفاع درجة حرارة الهواء على الجانب المعاكس للرياح إلى انخفاض الرطوبة النسبية وإمكانية أكبر لتبخر الماء وتصحر المنطقة والتى تسمى Rain Shadow

تشكل الغيوم أسفل الجبال

على الرغم من أن السحب أكثر انتشارًا على الجانب المواجه للريح من الجبل، إلا أنه قد يتشكل أو تمتد سحب فى ظل ظروف جوية معينة على الجانب المعاكس للريح أيضًا (الجانب الآخر من الجبل) على سبيل المثال، غالبًا ما يتحرك الهواء المستقر المتدفق فوق جبل فى سلسلة موجيه والتى قد تمتد لعدة مئات من الكيلومترات على الجانب الآخر من الجبل (شكل ٩، ١٠) تشبه تلك الحركة الموجية كموجات الماء التى تتشكل فى مجرى النهر عند اصطدامها بصخرة كبيرة وتلك السحب الموجية غالبًا ما يكون لها شكل عدسة مميز وتسمى عادة السحب العدسية (Lentecular Cloud)

يظهر تكوين السحب العدسية فى شكل -١٠، عندما يرتفع الهواء الرطب على الجانب المعاكس للرياح من



شكل -١٠ : تسمى السحب العدسية التى تتشكل فى الموجة مباشرة فوق الجبل بسحب موجة الجبل. بينما تسمى الغيوم التى تشكل اتجاه الريح من الجبل غيوم موجة لى قد تتشكل سحابة دوارة مضطربة على الجانب السفلى من قمة موجة لي

الموجة فيبرد ويتكثف وينتج سحابة الموجة فى اتجاه الجانب الآخر من الجبل، يهبط الهواء ويدفأ، وتتبخر السحابة وعند النظر إليها من الأرض، تبدو الغيوم بلا حركة بينما يندفع الهواء خلالها وحولها، ومن ثم، غالباً ما يشار إليها باسم السحب الموجية الثابتة نظراً لأنها تتشكل بشكل متكرر على ارتفاعات حيث تتشكل السحب المتوسطة، فإنها تسمى أيضًا بالعدسات الثابتة العالية (Standing Lenticular Clouds)

عندما يكون الهواء بين الطبقات المكونة للسحب جافًا جدًا بحيث لا ينتج عنه أى سحب، فإن السحب العدسية سوف تتشكل واحدة فوق الأخرى فى الواقع، عندما تهب رياح قوية بشكل عمودى تقريباً على سلسلة جبلية شاهقة فقد تمتد الموجات الجبلية إلى الستراتوسفير مما ينتج عنه عرضاً مذهلاً، يشبه أحيانًا أسطولاً من المركبات الفضائية الدوارة (Roter Clouds) (شكل -١١)

لاحظ فى شكل-١٠ أنه أسفل السحابة العدسية فى منطقة هبوط الرياح من سلسلة الجبال، تتشكل حركة دوامية اضطرابيه كبيرة قد يبرد الجزء الصاعد من الهواء الدوامى بدرجة كافية لإنتاج سحابة يمكن رؤيتها تسمى سحابة دوارة (Roter Cloud) الهواء فى منطقة السحب الدوارة مضطرب جداً ويشكل خطرًا كبيرًا على حركة الطيران فى المنطقة المجاورة توجد أيضًا ظروف خطرة على الطيران بالقرب من الجانب الآخر من الجبل عند منطقة الهبوط الشديد للهواء خلف الجبل.

والآن وبعد استعراض مفهوم الاستقرار وتكوين السحب، سنناقش الدور الذى قد يلعبه الاستقرار فى تغيير سحابة من نوع إلى آخر

شكل -١١: تميل الغيوم العدسية إلى التكون فوق الجبال وفى اتجاه الريح تميل أيضًا إلى البقاء فى مكان واحد حيث يندفع الهواء من خلالها هنا . تتشكل السحب العدسية فوق التضاريس الجبلية

تغيير أنماط وأشكال السحب

فى ظل ظروف معينة، قد تتغير طبقة الهواء من سحب طبقية متوسطة Altostratus إلى سحب ركامية متوسطة Altocumulus يحدث هذا إذا برد الجزء العلوى من سطح سحابة As بينما تسخن قاعدتها نظرًا لأن الغيوم تمتص وتشع الأشعة تحت الحمراء جيداً، فغالبًا ما يبرد الجزء العلوى من السحابة لأنه يشع طاقة الأشعة تحت الحمراء إلى الفضاء بسرعة أكبر من امتصاصه للطاقة الشمسية وفى الوقت نفسه، فإن الجزء السفلى من السحابة سوف يسخن لأنه يمتص طاقة الأشعة تحت الحمراء من الأسفل بسرعة أكبر مما تشع هذه الطاقة بعيدًا عنها.

تجعل هذه العملية الطبقة السحابية غير مستقرة بشكل مشروط لدرجة أن خلايا الحمل الحرارى الصغيرة تنشأ داخل السحابة نفسها الحركات لأعلى ولأسفل فى طبقة السحابة تنتج عناصر كروية تضفى على السحابة مظهر نتوئى متكتلاً تتشكل السحابة فى الجزء الصاعد من خلية الحمل وتظهر فراغات واضحة بين السحب فى أماكن تيارات الهبوط من خلية الحمل ذاتها

قد تتشكل سحب Cs & Cc بطريقة مماثلة عندما تكون الرياح موزعة بتناسق موحد إلى حد ما فى جميع أنحاء طبقة السحب، فتظهر مكونات السحابة الجديدة هذه موزعة بالتساوى فى السماء، ومع ذلك، إذا تغيرت سرعة الرياح أو اتجاهها مع الارتفاع (يحدث ذلك مع الموجات الاضطرارية للهواء)، فإن المحاور الأفقية لخلايا الحمل تتماشى مع متوسط اتجاه الرياح ثم تترتب عناصر السحب الجديدة فى صفوف ويتم تسميتها باسم سحب الشوارع (Cloud Streets) (شكل -١٢) عندما تصل التغيرات فى سرعة الرياح واتجاهها

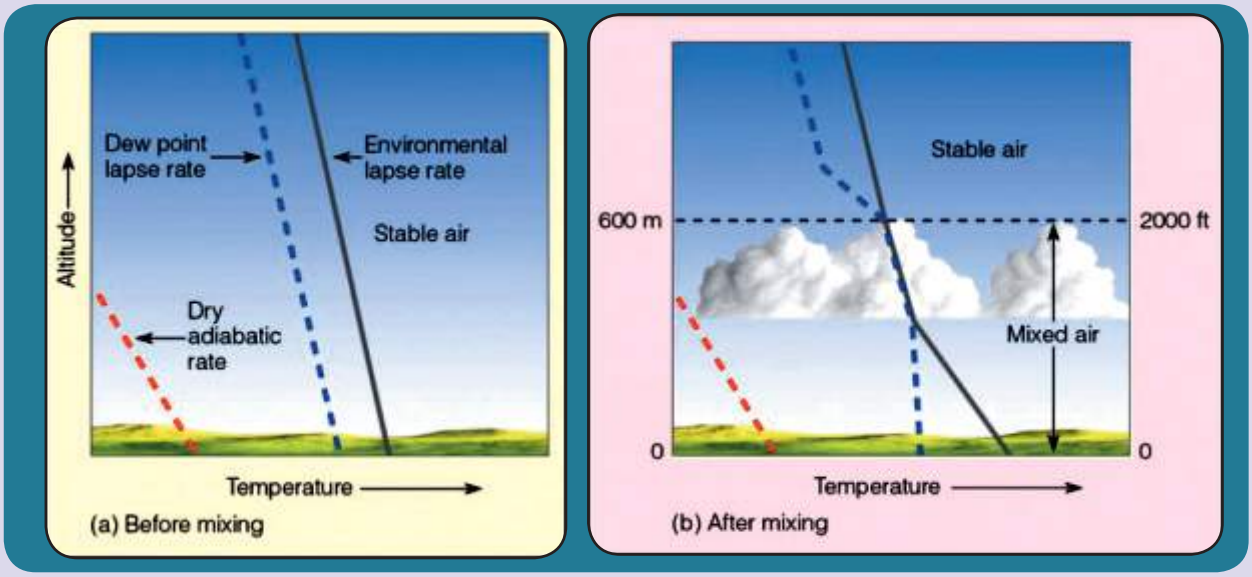
شكل-١٢ : منظر القمر الصناعى للشوارع السحابية، صفوف من السحب الطبقية تتشكل فوق المناظر الطبيعية الدافئة فى جورجيا

إلى قيمة حرجة، ويغطى الانقلاب الحرارى الطبقات المكونة للسحب، قد تتشكل السحب على شكل موجة والتى تسمى السحب العاتية billow clouds على طول الجزء العلوى من طبقة السحب كما هو موضح فى شكل -١٣ وتلك السحب أيضاً مؤشراً على وجود إضرابات بالقرب من سطح الأرض خطرة على الطيران خصوصاً أثناء الإقلاع والهبوط

من حين لآخر، تظهر سحب ركامية متوسطة Ac تمتد رأسياً وتأخذ الشكل البرجى غالبًا ما تأخذ الغيوم شكل

شكل -١٣ : تتكون السحب المتدفقة فى منطقة تتغير فيها سرعة الرياح بسرعة مع الارتفاع. هذه منطقة قص الرياح العمودية القوية (المزيد حول موضوع قص الرياح وتشكيل هذه السحب مذكور فى الفصل ٩، ص ٢٣٤)

شكل -١٤ : مثال على سحب ركامية طولية castellanus



شكل -١٥ : يمكن أن ينتج عن خلط طبقة رطبة من الهواء بالقرب من السطح مجموعة من السحب الطبقية

المراكب العائمة، ولهذا السبب يطلق عليها (altocumulus castellanus) (شكل-١٤) تتشكل تلك السحب عندما تمتد التيارات الصاعدة داخل السحابة إلى هواء غير مستقر مشروطاً أعلى السحابة وغالباً فإن طفو الهواء المتصاعد يأتى من انطلاق الحرارة الكامنة من عملية التكثيف داخل السحابة يمكن أن تحدث هذه العملية فى سحب ركامية سمحاقيه Cc، مما يؤدى إلى إنتاج سحب ركامية سمحاقيه يطلق عليها اسم Altocumulus Castellanus، وعندما تظهر فى السماء فإنها تشير إلى أن المستوى الأوسط من طبقة التروبوسفير أصبح غير مستقر (مزعزع للاستقرار) غالبًا ما يكون عدم الاستقرار هذا مقدمة لظهور رخات مطر لذا من المحتمل أن تتحول سماء الصباح المليئة بالسحب الركامية متوسطة الارتفاع إلى رخات مطر بعد الظهر ومن المحتمل عواصف رعدية

من حين لآخر، يؤدى تحريك طبقة رطبة من الهواء المستقر إلى إنتاج السحب الطبقية فى (شكل -١٥ «أ»)، الهواء مستقر وقريب من التشبع افترض أن الرياح القوية تخلط طبقة الهواء من سطح الأرض حتى ارتفاع ٦٠٠ متر (شكل -١٥) (ب) كما رأينا سابقاً، سوف يزداد معدل التناقص الذاتى مع برودة الجزء العلوى من الطبقة ويظل الجزء السفلى دافئًا فى الوقت نفسه سيجعل هذا الخلط توزيع للرطوبة فى تلك الطبقة أكثر تجانساً فى نفس الوقت تؤدى درجة الحرارة الأكثر دفئًا وانخفاض محتوى الرطوبة إلى جفاف الجزء السفلى من الطبقة.

من ناحية أخري، يؤدى انخفاض درجة الحرارة وزيادة محتوى الرطوبة إلى تشبع الجزء العلوى من الطبقة المختلطة، مما ينتج عنه طبقة من السحب الركامية لاحظ فى (شكل-١٥) (ب) أن الهواء فوق منطقة الخلط لا يزال مستقرًا فيتوقف صعود الهواء مما يمنع المزيد من الخلط فى بعض الحالات، قد يتكون انقلاب حرارى فعلى أعلى السحب ومع ذلك، إذا ارتفعت درجة حرارة السطح بشكل كبير، فقد يخترق الصعود الحرارى المنطقة المستقرة وقد تتغير سحب Sc إلى سحب منفصلة على نطاق واسع، مثل Cu أو TCu غالبًا ما تحدث طبقة Sc تتحول إلى سماء تتخللها سحب ركامية متزايدة مع زيادة تسخين السطح فى أيام الصيف الدافئ والرطب.

المراجع

C Donald Ahrens, R Henson : 2019 - Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment, 12th Edition Cengage Customer & Sales Support, 1 - 800 - 354 - 9706, ISBN - 13: 978 - 1 - 337 - 61666 - 9, 20 Channel Center Street, Boston, MA 02210, USA

Maarten H P Ambaum 2010: Thermal Physics of the Atmosphere, John Wiley & Sons, Ltd ISBN: 978 - 0 - 470 - 74515 - 1

تقرير دراسى

عن العلاقة بين عوامل الأحوال الجوية وجودة الهواء والجائحة (COVID-19)

تعد فيروسات كورونا فصيلة كبيرة من الفيروسات المعروف أنها تسبب اعتلالات تتنوع بين الزكام وأمراض أكثر وخامة مثل متلازمة الشرق الأوسط التنفسية ومتلازمة الالتهاب الرئوى الحاد الوخيم (سارس).. وتم تحديد فيروس كورونا جديد فى عام ٢٠١٩ فى مدينة ووهان الصين.. ويُمثِّل هذا الفيروس سلالة جديدة لم يسبق تحديدها لدى البشر من قبل.

وفى بداية الجائحة تم ربط الجائحة ونشاط الفيروس مع حرارة الجو.. لذلك كان من الضرورى أن تقوم WMO بمسئوليتها وتوضيح الحقائق العلمية والتى توصلت إليها من خلال فريق عمل والذى توصل إلى أن التدخلات الحكومية وليس العوامل الجوية هى التى تحول دون انتشار فيروس كورونا (COVID-19) وبالتالى التقرير الأولى يشير إلى ضرورة عدم استخدام الظروف المناخية كدافع لتخفيف تدابير الرقابة.

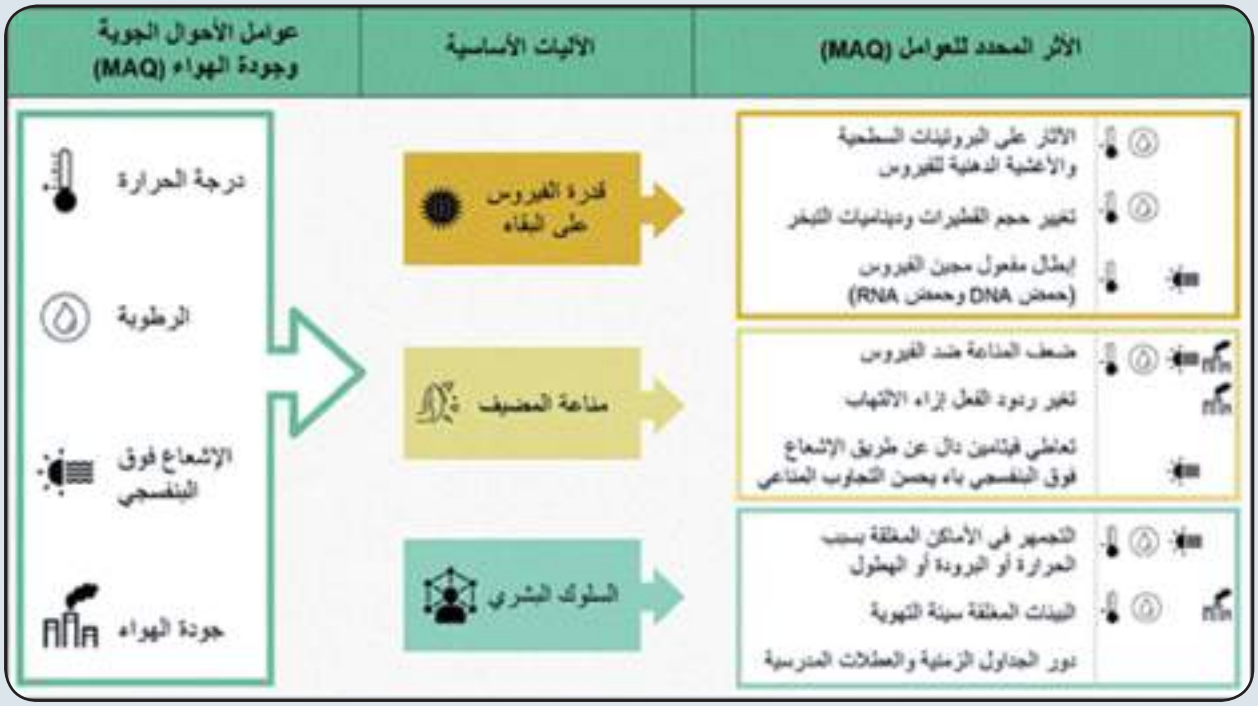
د. كمال فهمى محمد

كبير باحثين بالإدارة المركزية للتدريب

تقرير فريق العمل

جنيف - مارس ٢٠٢١ - أصدرت فرقة عمل تابعة للمنظمة (WMO) تقريرها الأول عن عوامل الأحوال الجوية وجودة الهواء التى تؤثر على جائحة فيروس كورونا (COVID-19). ويحذِّر التقرير من استخدام الأحوال الجوية والمناخية بما فى ذلك بدء ارتفاع درجات الحرارة فى فصل الربيع فى نصف الكرة الشمالى كدافع لتخفيف التدابير الرامية إلى وقف انتشار الفيروس.

ديناميكيات انتقال فيروس كورونا (COVID-19) فى عام ٢٠٢٠ وأوائل عام ٢٠٢١ قد تأثرت فى المقام الأول فيما يبدو بالتدخلات الحكومية من قبيل فرض ارتداء الكمامات والقيود على السفر وليس بعوامل



أمثلة للآليات المقترحة التى تؤثر من خلالها عوامل الأحوال الجوية وجودة الهواء (MAQ) على العدوى الفيروسية للجهاز التنفسي

الأحوال الجوية وفقاً لفريق الخبراء المكون من ١٦ عضواً والمعنى بعلوم الأرض والعلوم الطبية والصحة العامة. وتشمل العوامل الدافعة الأخرى التغيرات فى السلوك البشرى والخصائص الديمغرافية للسكان المتضررين كما تشمل فى الآونة الأخيرة طفرات الفيروس.

وأعلن الرئيس المشارك لفرقة العمل الدكتور Ben Zaitchik قسم علوم الأرض والكواكب بجامعة جونز هوبكنز بمدينة بالتيمور فى الولايات المتحدة الأمريكية: «الأدلة المتوافرة حالياً لا تدعم استخدام الحكومات لعوامل الأحوال الجوية وجودة الهواء كأساس لتخفيف تدخلاتها الرامية إلى الحد من انتقال العدوي.. فقد شهدنا ارتفاع موجات العدوى فى المواسم الدافئة وفى المناطق الدافئة فى السنة الأولى للجائحة وليس ثمة دليل على أن هذا لن يتكرر فى العام المقبل».

ويقدم تقرير فرقة العمل موجزاً للنتائج الرئيسية التى نُشرت فى الأسبوع الأول من يناير ٢٠٢١. ولذا فهو لا يتضمن المؤلفات التى استعرضها الأقران بشأن تأثير عوامل الأحوال الجوية ونوعية الهواء على انتقال السلالات الجديدة من الفيروس (COVID-19) أو على شدة العدوى الناجمة عن هذه السلالات الجديدة.

إن التقرير يبحث الدور المحتمل للموسمية. فكثيراً ما تتسم العدوى الفيروسية للجهاز التنفسى بنوع من أنواع الموسمية لا سيما فيما يتعلق بالأنفلونزا والفيروسات التاجية المسببة للبرد والتى تبلغ ذروتها فى فصلى الخريف والشتاء فى المناخات المعتدلة. وهذا يدعم التوقعات بأن الفيروس (COVID-19) سيكون مرضاً موسمياً قوياً إذا ما استمر لسنوات عديدة.

ويشير الملخص التنفيذى للتقرير إلى أن «الآليات الأساسية التى تجعل العدوى الفيروسية للجهاز التنفسى موسمية ليست مفهومة جيداً حتى الآن... ولعل هناك مزيجاً من الآثار المباشرة على استمرار الفيروس وعلى مقاومة الإنسان للعدوى ومن الآثار غير المباشرة للطقس والمواسم عبر تغير السلوك البشري».

ووفقاً للملخص التنفيذى فقد «أثمرت الدراسات المختبرية لمتلازمة الالتهاب الرئوى الحاد الوخيم

2 (SARS-CoV-2) وهو الفيروس المسبب لفيروس كورونا (COVID-19) عن أدلة تشير إلى أن الفيروس يبقى لفترة أطول فى ظل ظروف الإشعاع فوق البنفسجى البارد والجاف والمنخفض. بيد أن هذه الدراسات لم تبين بعد ما إذا كان يترتب على التأثير المباشر للأحوال الجوية على الفيروس تأثير معتبر على معدلات انتقال العدوى على أرض الواقع».

ولا تزال الأدلة على تأثير عوامل نوعية الهواء غير حاسمة. وتشير فرقة العمل إلى أن ثمة أدلة أولية على أن سوء نوعية الهواء يزيد من معدلات الوفيات جراء الفيروس (COVID-19) ولكن ليس على أن التلوث يؤثر بشكل مباشر على انتقال الفيروس (SARS-CoV-2) وهو الذى يسبب العدوى (COVID-19).

ويركز التقرير على الأحوال الجوية فى الهواء الطلق وأوضاع جودة الهواء ولا يتناول تفاصيل دوران الهواء فى الأماكن المغلقة.

وقد أنشأ مجلس البحوث التابع للمنظمة (WMO) فرقة العمل الدولية متعددة التخصصات من أجل تقديم موجز سريع لحالة المعارف فيما يتعلق بالتأثير المحتمل للأحوال الجوية ونوعية الهواء على ديناميات فيروس كورونا (COVID-19) فى ظل العدد الهائل من الأبحاث والمخطوطات المتوافرة حالياً.

وأشار البروفيسور Juerg Luterbacher مدير شعبة العلوم والابتكار وكبير العلميين فى المنظمة (WMO) إلى أن «الوتيرة السريعة للأبحاث التى تتناول فيروس كورونا (COVID-19) تعنى أن الدراسات التى تعتمد على بيانات محدودة تتجاوز فيما يبدو القدرة على مضاهاة المعلومات ومراجعتها من قِبل الأقران. وسرعان ما اتضح أن الأدلة المقدمة غالباً ما تكون متناقضة أو انتقائية بسبب أوجه القصور فى المنهجية المتبعة وفى البيانات. ولذلك تسعى فرقة العمل التابعة للمنظمة (WMO) إلى تحبيذ الممارسات الجيدة فى مجال البحوث والاتصالات».

وسيشمل عمل فرقة العمل خلال الأشهر المقبلة تحديث الأدلة العلمية وتحديد مجموعة منظمة من المسائل البحثية ذات الأولوية والأهداف والأولويات من أجل توجيه الاستثمار فى البحوث المتصلة بالصلة بين المناخ والطقس وجودة الهواء من جهة والأوبئة من جهة أخري.

كما ستقدم فرقة العمل المشورة والمعلومات بشأن الممارسات الجيدة والمعايير الدنيا لأساليب النمذجة المتكاملة للأمراض المعدية مع مراعاة المحددات البيئية وستقدم أيضاً توصيات بشأن كيف ينبغى لأنشطة المنظمة (WMO) أن تراعى فى المستقبل الصلة بين فيروس كورونا والمناخ والطقس وجودة الهواء عند تقديم البحوث المعلومات.

موجز تنفيذي

- أتاحت الدراسات الوبائية للجائحة (COVID-19) حتى الآن نتائج متباينة فيما يتعلق بتأثر الفيروس والمرض بالأحوال الجوية.
- يبدو أن السيطرة على ديناميكيات انتقال الفيروس (COVID-19) فى عام ٢٠٢٠ ترجع أساساً إلى التدخلات الحكومية وليس للعوامل الجوية. وتشمل العوامل المحركة الأخرى التغيرات فى السلوك البشرى والخصائص الديمغرافية للسكان المتضررين كما تشمل فى الآونة الأخيرة طفرات الفيروس.
- كثيراً ما تتسم العدوى الفيروسية للجهاز التنفسى بطابع موسمى ولا سيما فى المناخات المعتدلة. وهذا الطابع الموسمى للأمراض الفيروسية للجهاز التنفسى - لا سيما فيما يتعلق بالأنفلونزا والفيروسات التاجية المسببة للبرد والتى تبلغ ذروتها فى فصلى الخريف والشتاء فى المناخات المعتدلة يوفّر الأسباب للاعتقاد أن الجائحة (COVID-19) سوف تكون مرضاً موسمياً قوياً إذا ما استمرت لسنوات عديدة (انظر الشكل).
- لا يتوافر حتى الآن فهم جيد للآليات الأساسية التى تدفع إلى موسمية العدوى الفيروسية التنفسية. ولعل هناك مزيجاً من الآثار المباشرة على استمرار الفيروس وعلى مقاومة الإنسان للعدوى ومن الآثار غير المباشرة للطقس والمواسم عبر تغير السلوك البشرى (الشكل).
- أثمرت الدراسات المختبرية للفيروس (SARS-CoV-2) وهو الفيروس المسبب لمرض (COVID-19) عن أدلة تشير إلى أن الفيروس يبقى لفترة أطول فى ظل ظروف الإشعاع فوق

البنفسجى البارد والجاف والمنخفض. بيد أن هذه الدراسات لم تبين بعد ما إذا كان للتأثير المباشر للأحوال الجوية على الفيروس تأثير معتبر على معدلات انتقال العدوى على أرض الواقع.

- ثمة دليل على أن التعرض المزمن وقصير الأجل لتلوث الهواء يؤدى إلى تفاقم الأعراض وزيادة معدلات الوفيات حال وجود بعض الأمراض التنفسية. وهذا يتسق مع الدراسات المبكرة لمعدلات الوفيات الناجمة عن فيروس كورونا (COVID-19) ولكن يلزم تأكيد هذه النتائج وتجميعها من خلال مراقبة عوامل الخطر على المستوى الفردي. ولا يوجد حتى الآن دليل مباشر خضع لاستعراض النظراء على أن التلوث يؤثر على بقاء الفيروس (SARS-CoV-2) المحمول جواً.
- تتوقع دراسات النمذجة المستندة إلى العمليات أن انتقال الفيروس (COVID-19) قد يصبح موسمياً بمرور الوقت مما يوعز بأن عوامل الأحوال الجوية وجودة الهواء (MAQ) قد تدعم مراقبة الفيروس (COVID-19) والتنبؤ به فى الأشهر والسنوات القادمة.
- الأدلة المتوافرة فى هذه المرحلة لا تدعم مع ذلك استخدام الحكومات لعوامل الأحوال الجوية وجودة الهواء (MAQ) كأساس لتخفيف تدخلاتها الرامية إلى الحد من انتقال العدوي.
- يلزم إجراء بحوث لتحديد مدى الصلات بين عوامل الأحوال الجوية وجودة الهواء (MAQ) والفيروس (COVID-19).. ومن الأهمية بمكان أن تراعى دراسات النمذجة على نحو ملائم عوامل التشويش وأن تأخذ فى الاعتبار كلاً من الآثار المباشرة وغير المباشرة للأحوال الجوية وجودة الهواء (MAQ) وأن تذلل العقبات فى تسجيل بيانات الفيروس (COVID-19) وأن تبلغ عن نطاقات عدم اليقين وأن تقيّم مهارات التنبؤ وأن تطبق أساليب إحصائية أو عملياتية مناسبة فى النمذجة.
- توافر بيانات مفتوحة ومُتاحة سريعاً وتخضع جودتها للمراقبة بشأن الفيروس (COVID-19) وعوامل الخطر المرتبطة به أمر لا غنى عنه لدراسات تأثير الأحوال الجوية وجودة الهواء (MAQ) ولدراسات كثيرة أخرى لمخاطر الفيروس (COVID-19).. والجهود المبذولة لتوفير هذه البيانات لم تؤت أكلها وتشير إلى ضرورة وجود بنية تحتية للإبلاغ تدعم إدارة البيانات ونشرها لتحليل الأمراض الوبائية.
- الدراسات التى يستعرضها النظراء قادرة على التأثير فى قرارات الصحة العامة وفى إدراك الجمهور لمخاطر المرض. ومن ثم فمن الأهمية بمكان أن يحافظ الباحثون والناشرون ومقدمو المعلومات على معايير عالية لتحليل الدراسات المستجدة وتقييمها.
- بنفس القدر من الأهمية لا بد أن يكون التواصل بين الباحثين ووسائط الإعلام وصناع القرار واضحاً ونشطاً لضمان تطبيق النتائج العلمية على السياسات بطريقة مناسبة وموضوعية وشفافة ومسئولة.

ان حالة الاضطراب الناجمة عن فيروس كورونا تشيع فى كل مكان حولنا. والكثيرين ينتابهم القلق والانزعاج والحيرة.. وهذا أمر طبيعى تماماً.. فالجميع يواجه تهديداً صحياً لا مثيل له.. وفى الوقت نفسه فإن الفيروس ينتشر والخطر يتزايد وباتت نظمنا الصحية واقتصاداتنا وحياتنا اليومية فى موضع اختبار شديد القسوة.. وأكثر الفئات ضعفا هى الأشد تضررا - ولا سيما كبار السن وأولئك الذين يعانون من متاعب صحية موجودة من قبل وأولئك الذين لا يحصلون على رعاية صحية يعوَّل عليها وأولئك الذين يعيشون فى فقر أو يعيشون مهمشين.. وسوف تؤثر التداعيات الاجتماعية والاقتصادية الناجمة عن الاقتران بين جائحة الفيروس وتباطؤ الاقتصادات على معظمنا لبضعة أشهر.. ولكن انتشار الفيروس سيصل إلى منتهاه.. وسوف نتعافى وتتحسن أحوالنا.. وحتى ذلك الحين يجب أن نعمل معا لإبطاء انتشار الفيروس من خلال الالتزام الكامل بتوصيات الدولة ومنظمة الصحة العالمية.. فهذا هو وقت التعقل لا الذعر.. وقت العلم لا العبث.. وقت الحقائق لا الخوف.

المراجع

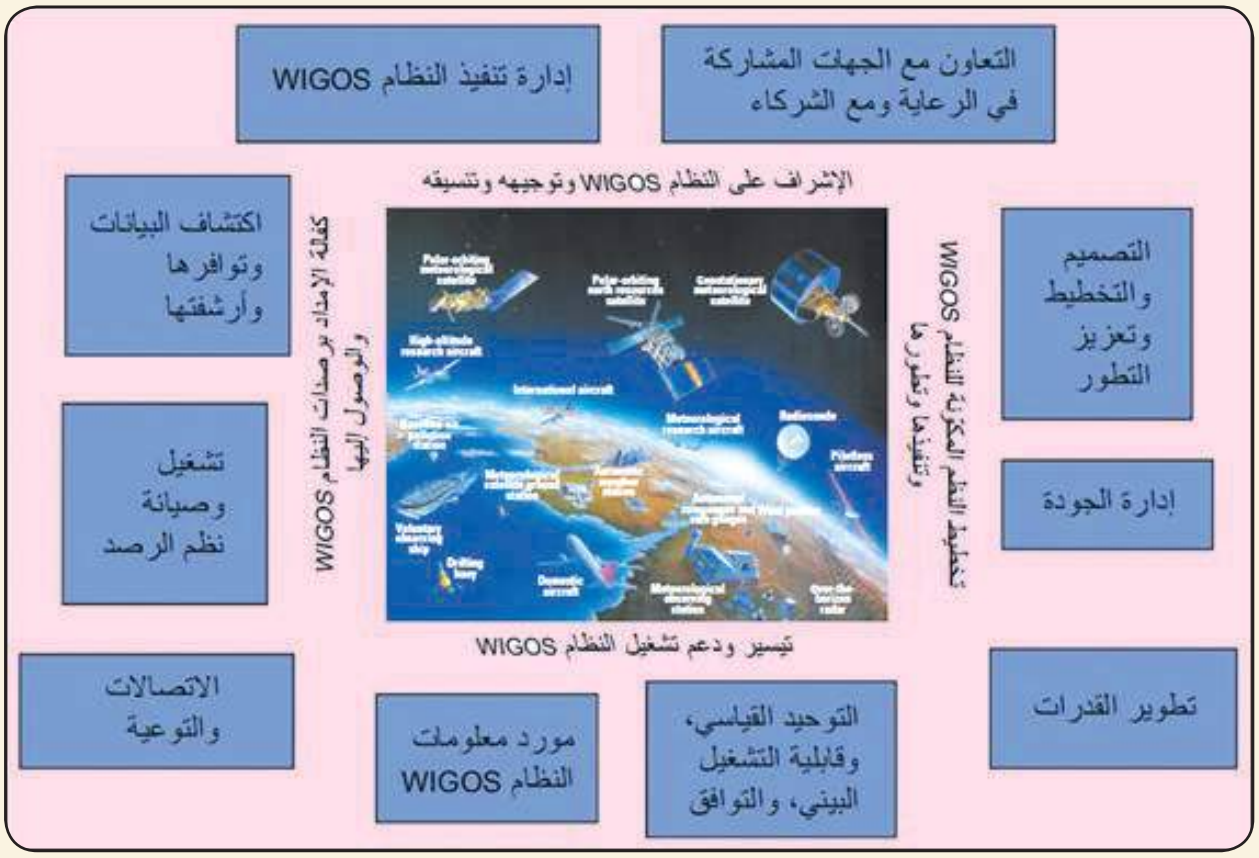
https://public.wmo.int

هوية محطات الرصد فى

النظام العالمى المتكامل للرصد (WIGOS)

حمزة محمد حمزة
أخصائي أرصاد جوية
بالإدارة العامة للمحطات السطحية

تقسم المنظمة العالمية للأرصاد الجوية عملياتها إلى أربع عمليات أساسية وهم بالترتيب عملية الرصد وعملية تبادل المعلومات ونشر البيانات وعملية معالجة البيانات وأخيراً عملية تقديم الخدمات وهى تكون طبقاً لاحتياجات المستخدم النهائي، و هذه الاحتياجات تحدد المتطلبات المناسبة لأنظمة الرصد، لذلك يعتبر النظام العالمى المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS[1])، نظام رصد حسب متطلبات المستخدمين، وذلك من خلال إطاريشمل جميع نظم الرصد التى تشرف عليها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بالإضافة إلى نظم الرصد المشتركة بينها وبين الجهات الأخري، مثل النظام العالمى لرصد المحيطات (GOOS[2]) والنظام العالمى لرصد المناخ (GCOS[3]) والنظام العالمى لرصد الأرض (GTOS[4]) وهى نظم رصد مشتركه مع اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC[5]) التابعة لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (UNESCO) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) والمجلس الدولى للعلوم (ICSU)، بالإضافة إلى المساهمه فى الإطار العالمى للخدمات المناخية (GFCS[7]) والمنظومة العالمية لنظم رصد الأرض (GEOSS[8]).



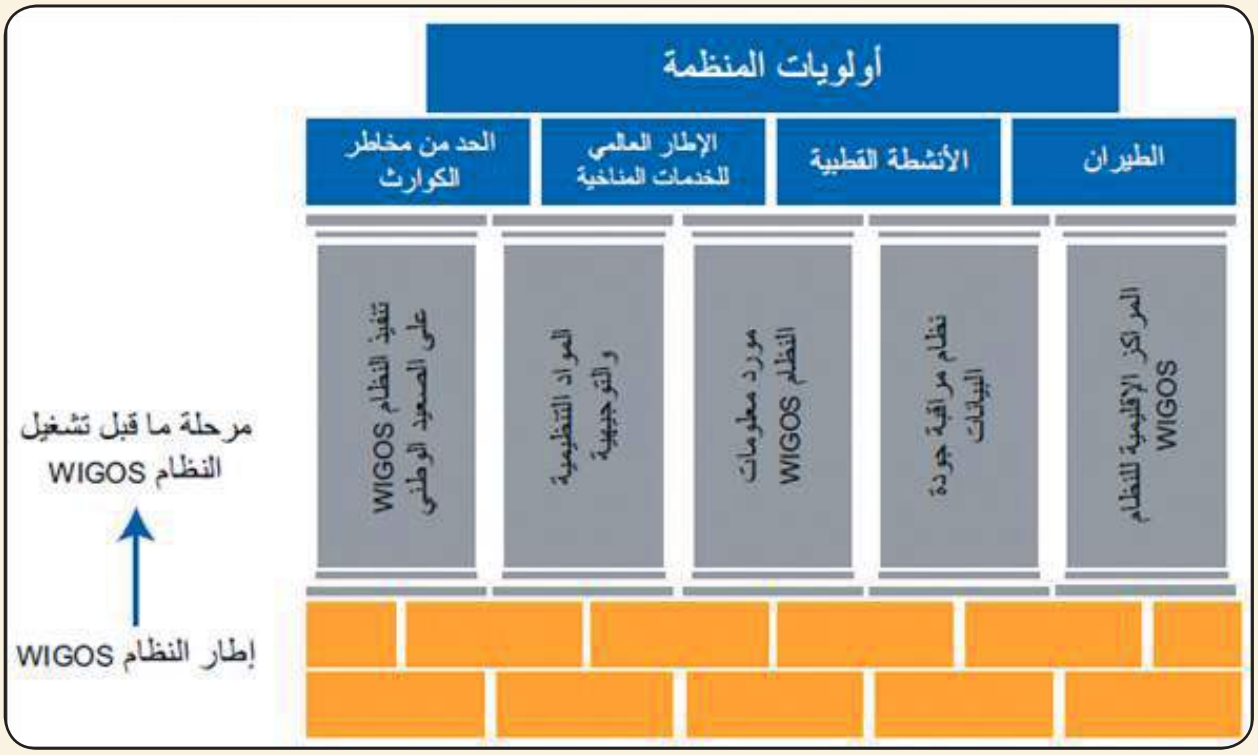
شكل (١): مجالات النشاط الرئيسية العشرة لتنفيذ إطار النظام (WIGOS)

يعمل النظام العالمى المتكامل للرصد (WIGOS) على توفير و تقديم خدمات الأرصاد الجوية والخدمات البيئية الأخرى التى تلبى كافة احتياجات أعضاء المنظمة من رصدات سواء كانت من أنظمة رصد تديرها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية أوتشترك فيها، كما يشمل النظام العالمى المتكامل للرصد (WIGOS) على عدة نظم للرصد بكافة مكوناتها السطحية والفضائية مثل النظام العالمى للرصد (GOS[9]) التابع للمراقبة العالمية للطقس (WWW[10]) ونظام الرصد الهيدرولوجى (WHOS[11]) التابع لبرنامج الهيدرولوجيا وموارد المياه (HWRP[12]) ومكونات الرصد فى برنامجى المراقبة العالمية لكل من الغلاف الجوى (GAW[13]) والغلاف الجليدى (GCW[14]).

اعتمدت مراحل تنفيذ إطار النظام (WIGOS) وأنشطته خلال الفتره ٢٠١٢ - ٢٠١٥ على عشرة مجالات رئيسية يوضحها الشكل (١)

تتميزمرحلة ما قبل تشغيل النظام (WIGOS) خلال الفتره ٢٠١٦ - ٢٠١٩ التى إعتمدها المجلس التنفيذى فى دورته السابعة عشر (EC-17) فى يونيو ٢٠١٥، بخمس مجالات ذات أولوية تدعم استراتيجية المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وهى كما بالشكل (٢)؛

تحل رؤية النظام العالمى المتكامل للرصد لعام ٢٠٤٠ محل رؤية النظام لعام ٢٠٢٥ التى اعتمدها المجلس التنفيذى فى دورته الحادية والستين (EC-61) فى يونيو ٢٠١٩، من حيث أنها مكتملة الجوانب وتدعم نشاط أعضاء المنظمة فى المجالات العامة للطقس والمناخ والماء والتى تهدف إلى نظام رصد متكامل للرصد يلبى احتياجات المستخدمين بحيث تتمكن المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs) من تطوير نظم الرصد لديها فنياً واقتصادياً، ومن المتوقع إتاحة



شكل (٢): المجالات الخمسة ذات الأولوية لمرحلة ما قبل تشغيل النظام (WIGOS)

بيانات الرصد التى يقدمها النظام مجاناً وأن يتم تبادلها دولياً دون قيد بين أعضاء المنظمة وذلك حسب السياسات الوارده فى القرار 25 (Cg - XIII) تبادل البيانات والنواتج الهيدرولوجية، والقرار 40 (Cg - XII) سياسات وممارسات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بشأن بيانات ونواتج الأرصاد الجوية والبيانات والنواتج المتصلة بها» والقرار 60 (Cg-17) سياسة المنظمة المتعلقة بالتبادل الدولى للبيانات والنواتج المناخية»

يشير مفهوم التكامل فى النظام (WIGOS) إلى تكامل شبكات نظم الرصد و ليس تكامل الرصدات نفسها، حيث أن تكامل الرصدات خارج نطاق مفهوم النظام١، وهناك خمسة مظاهر أساسيه لتكامل النظام:

التصميم المتكامل لشبكات الرصد:

عند تصميم شبكات الرصد يجب مراعاة تكاملها مع نواتج المكونات الأخرى للنظام بجانب مراعاة المتطلبات التى ستلبيها هذه الشبكات، كما هو موضح فى مبادئ تصميم شبكة النظام، مطبوع المنظمة رقم ١١٦٠ «النظام المتكامل للرصد التابع للمنظمة» وسوف يتم توضيحها بالتفصيل فى مقال آخر.

شبكات رصد متكاملة ومتعددة الأغراض:

يهدف النظام إلى انشاء شبكات رصد متكاملة ومتعددة الأغراض تخدم العديد من التطبيقات، إذا أمكن ذلك، على سبيل المثال بدلاً من إنشاء شبكات منفصلة لرصد المناخ والتنبؤ الآنى والتنبؤ العددى بالطقس والتنبؤ بالفيضانات والجفاف، حيث إنها تتطلب رصدات لعدد كبير لنفس العناصر وإن كانت المتطلبات مختلفة نوعا ما.

مشغلو (مقدمو) نظم الرصد المتكاملة:

لم تعد المرافق الوطنية (NMHSs) هى المقدم الوحيد للرصدات ففى معظم البلدان، تقوم مجموعة متنوعة من المنظمات بتشغيل نظم رصد ذات أهمية لمجالات تطبيقات المنظمة منها وكالات حكومية مختلفة تعمل فى مجال الزراعة والطاقة والنقل والسياحة والبيئة وموارد المياه أو مجالات أخري، لذا يعمل النظام إلى دمج رصدات المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا مع

رصدات هولاء الشركاء فى نظام واحد متكامل إلى أقصى حد ممكن للاعتماد على أكثر بيانات رصد ممكنة فى تقديم خدماتها.

نظام شبكات رصد متعدد المستويات:

يتكون النظام من شبكات رصد متعددة المستويات تحقق التكامل فى مستويات الأداء المختلفة، وقد يختلف التقسيم المحدد للمستويات طبقاً للتخصص أو التطبيق ، ويمكن اعتبار الشبكة العامة أنها تتكون من ثلاثة مستويات: شبكات شاملة (comprehensive) وشبكات أساسية (baseline) وشبكات مرجعية (reference)، حيث يقرر المستخدمين كيفية استخدامها فى مجال تطبيق معين طبقاً لمستوى شبكة الرصد.

تتميز الشبكة الشاملة بانتشار البيانات فى الزمان والمكان وقد تتضمن على سبيل المثال عمليات رصد جماعية وبيانات من أجهزة استشعار تجارية مستخدمة فى الهواتف الذكية والسيارات، أما الشبكة الأساسية فهى شبكة النظام العالمى للرصد الحالية وتقل تغطيتها زمنياً ومكانياً ولكن مكوناتها تستهدف مناطق لا تغطيها الشبكة الشاملة، وتشمل الشبكات المرجعية محطات رصد مختارة على أعلى مستوى من الأداء وعادة ما تكون تغطية عمليات الرصد قليلة مكانياً وزمنياً ودائما ما تحتاج أجهزة الرصد للمعايرة المستمرة لتقديم بيانات عالية الجودة، مثل الشبكات المرجعية التى تعمل فى إطار النظام العالمى لرصد المناخ (GCOS).

نظم رصد سطحية وفضائية متكاملة:

تساهم المكونات السطحية والفضائية للنظام فى تلبية احتياجات المستخدمين، فالرصدات المأخوذة من الفضاء تعتبر أسهل وسيلة لتلبية احتياجات المستخدمين بجانب دقتها المكانية والزمانية العالية فوق مناطق شاسعة إلا إن بعض العناصر الهامة يصعب قياسها من الفضاء مثل الضغط الجوي، لذلك ستظل القياسات المأخوذة من سطح الأرض تؤدى الدور الأساسى فى عمليات الرصد بجانب دقتها الأفقية العالية وحتى فى المناطق التى تكون فيها الرصدات الفضائية قوية، تظل الرصدات السطحية مهمة لسهولة اجراء المعايرة المطلوبة والتحقق من صحة البيانات (Validation)، كما تتيح للدول غير المشاركه فى برامج الرصد من الفضاء الحصول على الرصدات وتستفيد الشبكات السطحية من الرصدات الفضائية باعتبارها كشبكة مرجعية.

تقوم الخواص المشتركة للنظم المكونه للنظام على العديد من الممارسات والإجراءات التى أوصت بها المنظمة وهى ذات صلة بكل عملية من عمليات النظام وهي:

تحديد متطلبات المستخدمين:

يقوم أعضاء المنظمة بإنشاء وتشغيل وصيانة نظم الرصد الوطنية لديهم لتلبية كافة الاحتياجات من الرصدات بطريقة متكاملة ومنسقة ومستدامة مع اتخاذ الخطوات اللازمه لجمع وتسجيل واستعراض متطلبات المستخدمين من الرصدات وتحديثها مع العمل على إتاحتها ونقلها إلى أداة الاستعراض المستمر للمتطلبات (RRR [15]) التى تقوم بها المنظمة.

تصميم النظام وتخطيطه وتطويره:

يقوم الأعضاء بتصميم النظام وفقاً للائحة الفنية «مطبوع المنظمة رقم ٩٤» ومرجع النظام العالمى المتكامل للرصد «مطبوع المنظمة رقم ١١٦٠» مع ضمان استمرارية التشغيل وإتاحة الرصدات التى تنتجها نظم الرصد الواقعة تحت مسئوليتها بحيث يكون نظام مرن ومتطور قادر على التحسن المستمر والتخطيط لشبكات الرصد وتشغيلها على نحو مستدام «يوصى بالاستدامة على مدى فترة عشر سنوات على الأقل»، كما يساهم الأعضاء فى عملية الاستعراض المتجدد للمتطلبات، سواء بشكل مباشر أو من خلال مشاركة خبرائهم فى أنشطة الاتحادات الإقليمية واللجان الفنية، مع المحافظة على التنسيق الوثيق مع الهيئات الوطنية المعنية بالاتصالات لديهم لتسجيل ترددهم لتوفير الحماية الكافية وللدفاع عن إتاحة الترددات لجميع نظم الرصد المكونة للنظام العالمى المتكامل للرصد.

تطوير وتوثيق معايير وتوصيات نظم الرصد:

يجب على الأعضاء التأكد

من إمكانية إرجاع الرصدات (traceable) إلى المعايير الدولية «النظام الدولى للوحدات SI » مع استخدام أجهزة تمت معايرتها بشكل سليم وتقديم رصدات تراعى عدم اليقين (uncertainty) فى القياسات التى تلبى المتطلبات المحددة والواردة فى دليل أدوات وطرق الرصد «مطبوع المنظمة رقم ٨» المجلد الأول.

تنفيذ نظام الرصد:

يجب على مشغلى نظم الرصد تحديد محطات الرصد التابعة للمنظمة بواسطة محدِّد لهوية المحطات (Station Identifier) التابعه للنظام داخل المناطق الجغرافية الواقعة فى نطاق مسئوليتهم سواء المشاركة فى برامج المنظمة أو البرامج المشتركة وينبغى أن ألا يتم إصدار أى محدد هوية لأكثر من محطة واحدة من المحطات التابعة للنظام، كما يتيح الأعضاء آخر مستجدات البيانات الشرحية فى كل مرة يصدر فيها محدِّد جديد لهويات محطات النظام.

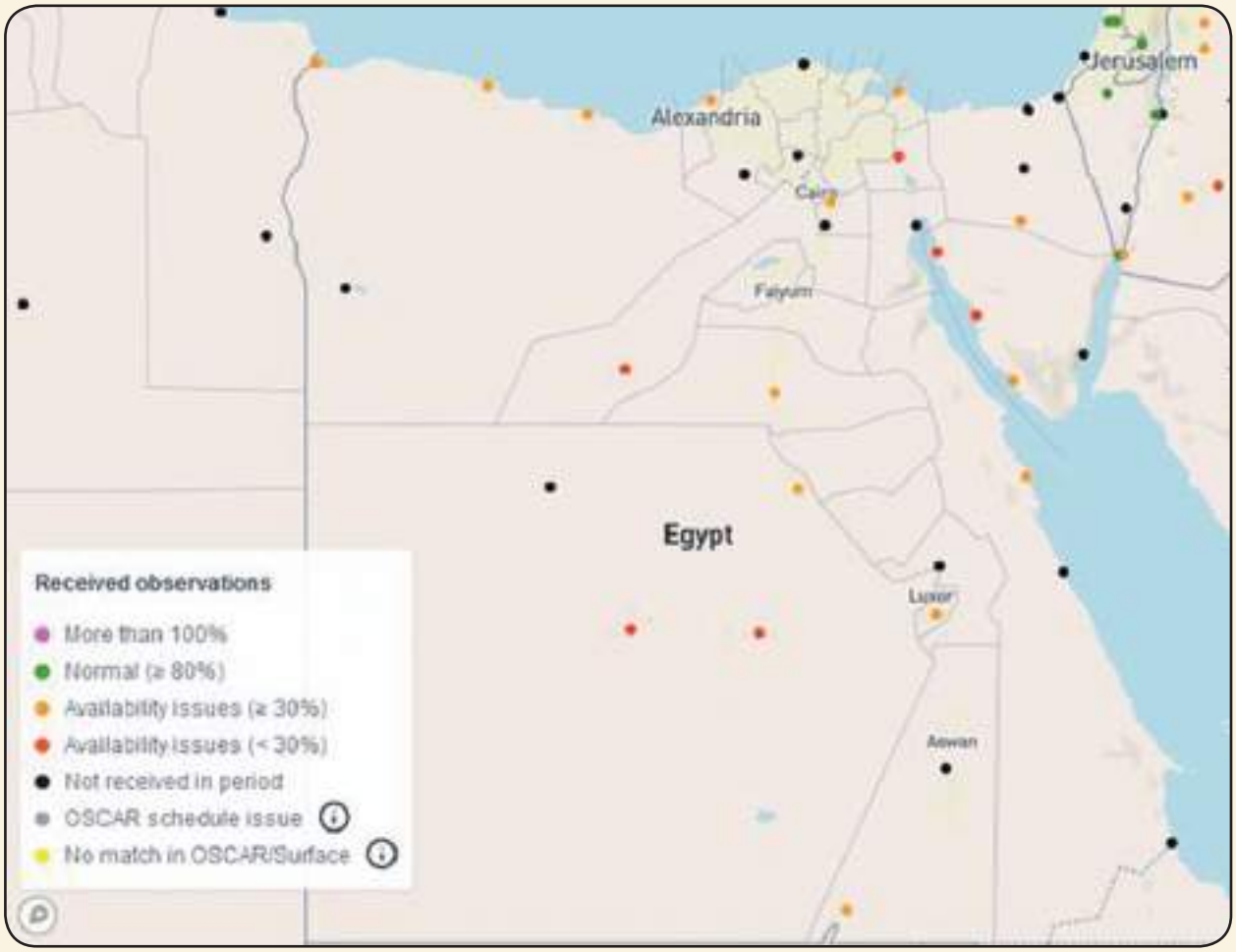
تشغيل وصيانة نظام الرصد بما فى ذلك إدارة ومراجعة الأخطاء:

يضمن الأعضاء توفير الرصدات لجميع مجالات التطبيق الخاصة بالمنظمة مع التركيز بوجه خاص على تلبية احتياجات التنبؤ العددى بالطقس لاعتماد الكثير من مجالات التطبيق عليه، مع الاهتمام برصد المناخ بما فى ذلك احتياجات الإطار العالمى للخدمات المناخية الذى يشكل أحد أولويات المنظمة وذلك بجانب توفير رصدات طويلة الأجل مناسبة ذات جودة وموثقة وفقاً للممارسات والإجراءات المحددة فى اللائحة الفنية لمرجع النظام العالمى المتكامل للرصد. كما يقوم أعضاء المنظمة بتشغيل نظم الرصد التابعة لهم باستخدام أجهزة تمت معايرتها بشكل سليم واستخدام تقنيات رصد وقياس ملائمة مع ضمان تحديد إجراءات سلامة ملائمة وتوثيقها واتباعها فى كافة العمليات.

مراقبة جودة الرصد:

يجب على الأعضاء التأكد من أن الرصدات المقدمة من خلال نظم الرصد المكوّنة للنظام والتابعة لهم تخضع لمعايير مراقبة الجودة (Quality control) الخاصة ببيانات الأرصاد الجوية المحددة فى مرجع النظام العالمى لمعالجة البيانات والتنبؤ «مطبوع المنظمة رقم ٤٨٥» للتحقق من صحتها واكتشاف الأخطاء والعمل على عدم تكرار حدوثها.. كما يجب تطبيق مراقبة الجودة فى الوقت الحقيقى قبل تبادل الرصدات عن طريق نظام معلومات المنظمة (WIS[16]) كما تطبق ايضاً فى الوقت غير الحقيقى كمراقبة متأخرة للجودة قبل حفظ الرصدات.. ينبغى للأعضاء الذين لا يستطيعون تنفيذ مراقبة الجودة إبرام اتفاقات مع مركز وطنى أو إقليمى أو عالمى ملائم لأداء مراقبة الجودة الضرورية وقد يكون مركز إقليمى مناسب للأرصاد الجوية أو مركز عالمى للأرصاد الجوية.

تقديم الرصدات والبيانات الشرحية للرصدات: يقوم أعضاء المنظمة بالإبلاغ عن الرصدات وإتاحتها على الصعيد الدولى فى وقت شبه حقيقى من خلال نظام معلومات المنظمة بالأشكال المعيارية المحددة فى مرجع الشفرات «مطبوع المنظمة رقم ٣٠٦» وتسجيلها وحفظها، كما يقوم أعضاء المنظمة بالإبلاغ عن البيانات الشرحية للرصدات التى تصف نوعية الرصدات وتوفر معلومات عن المحطات والشبكات المستخدمة لجمع تلك الرصدات، وهى تمكّن المستخدمين من تقييم مدى ملائمة الرصدات للتطبيق المقصود، كما تتيح لمديرى نظم الرصد أن يراقبوا نظمهم وشبكاتهم وأن يتحكموا فيها، يعتبر تسجيل وحفظ البيانات الشرحية للرصدات إلزامى كما ورد فى معيار البيانات الشرحية «مطبوع المنظمة رقم ١١٩٢» الذى يقدم مجموعة موحدة من المتطلبات للعناصر التى يجب تقديمها فى البيانات الشرحية للرصدات وهو يشمل أيضاً قائمة تفصيلية بالبيانات الشرحية الإلزامية والشرطية والاختيارية، بعض البيانات الشرحية للرصد لا تتغير أو تتغير بمعدل نادر جداً و تسمى البيانات الشرحية الثابتة (Static Metadata) وتكون متاحة من خلال قاعدة بيانات أداة تحليل واستعراض قدرات نظم الرصد (OSCAR[17]) وتغير البيانات الشرحية والتى تسمى بالبيانات الشرحية الديناميكية (Dynamic Metadata) يتم



شكل (٣): الرصدات السطحية لمحطات الأرصاد المصرية يوم ٢٠٢٠/١١/٢٧ المتاحة على موقع نظام مراقبة جودة بيانات النظام (WDQMS)

ابلاغها كمجموعة بيانات مستقلة أو مع الرصدات المرتبطة بها.

مراقبة الأداء:

ينبغى أن يستخدم أعضاء المنظمة أى نتائج أومشورة أو تقارير لمراكز المراقبة المعينة أو مشورة فرق خبراء المنظمة وكذلك استخدام نواتج مراقبة الجودة ووظائف التقييم بالنظام WIGOS Quality Monitoring and Evaluation Functions، يوجد إرشادات خاصة بنظام مراقبة جودة بيانات النظام (WDQMS[18]) فى مرجع النظام العالمى المتكامل للرصد «مطبوع المنظمة رقم ١١٦٠».

تعليقات المستخدمين واستعراض المتطلبات:

يجب على المنظمة فى الوقت المناسب أو بعد الإخطار بها، تصحيح المشكلات والحوادث المتعلقة بنوعية الرصدات التى يحددها نظام مراقبة جودة بيانات النظام (WDQMS) وتحليلها و تنفيذ التحسينات الضرورية فى الممارسات والإجراءات التشغيلية للعمل على تقليل أثرها السلبى إلى أدنى حد ومنع حدوثها فى المستقبل، كما ينبغى تحديد واستعراض متطلبات المستخدمين للرصدات أولاً قبل محاولة تلبية احتياجاتهم، مع التخطيط السليم لتوفير تلك الرصدات وتحويل متطلبات المستخدمين إلى أهداف وغايات لعمليات الرصد مع تخصيص الموارد الكافية لتنفيذها وصيانتها، مع وضع وصف واضح للمتطلبات المتفق عليها واستخدامها كأساس لتحديد وتنفيذ معايير للأداء والنجاح.

تطوير القدرات:

ينبغى أن يحدد أعضاء المنظمة احتياجاتهم فيما

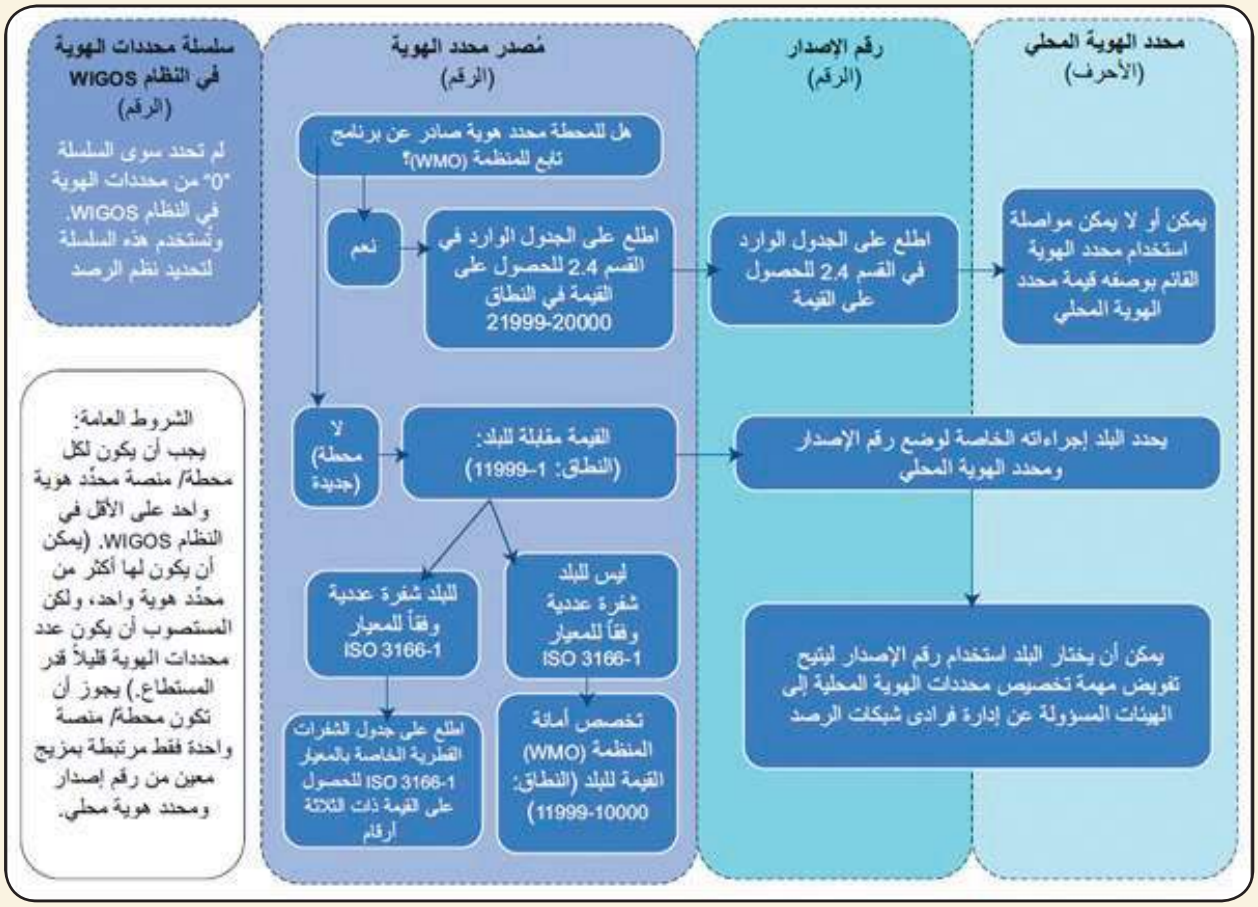
يتعلق بتطوير القدرات فى جميع مجالات نشاط النظام مع وضع خطط مناسبة ومحددة ذات أهداف قابلة للقياس للتمكن من التنفيذ والمراقبة والتقييم بفعالية لتلك الاحتياجات وتوفير الموارد سواء الدعم من وكالات محلية أو من خلال الاتحادات الإقليمية للمنظمة، بالإضافة إلى الموارد الوطنية المخصصة للمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا وعند الضرورة يتم توقيع اتفاقيات تعاون ثنائية ومتعدد الأطراف مع الأخذ فى الاعتبار المتطلبات من حيث الموارد المؤسسية والإجرائية والبشرية لدعم الموارد الحالية والمتواصلة بغرض التركيب والتشغيل والصيانة والتفتيش والتدريب، لذلك ينبغى أن يخطط أعضاء المنظمة للحصول على أموال لتلبية هذه المتطلبات، بما يتماشى مع السياسة الوطنية للأعضاء، بهدف ضمان استدامة الشبكات الطويلة الأجل.

شكل (٤) : محطات الأرصاد المصرية على الموقع الخاص بالأداة (OSCAR)

محدِّدات هوية محطات النظام (WIGOS)

محددات هوية محطات النظام (Station Identifier) تقابل حالياً محدد الهوية للمحطات التابعة لبرنامج المراقبة العالمية للطقس (WWW) أو ما يعرف بالرقم الدولى لمحطات الرصد، وحيث أن المتعارف عليه معرفة المحطة من خلال التقارير المختلفة عن طريق الرقم، مثلا الرقم (٦٢٣٣٠) محدد لمحطة أرصاد دمياط، لكن كلمة محدد هوية (Identifier) تناسب أكثر الغرض من التسمية وهى ليس لها أى معنى فى حد ذاتها لكنها تحدد وتصف برامج الرصد الموجودة بالمحطة وترتبط فى نفس الوقت بالبيانات الشرحية وعلى ذلك فهى تحدد هوية محطة الرصد أكثر منها مجرد رقم مميز للمحطة فقط. يرتبط كل محدد هوية بمحطة واحدة فقط، ولكن فى نفس الوقت يمكن لمحطة رصد واحده أن يكون لها أكثر من محدد هوية وذلك حسب برامج الرصد التى تقوم بها، أى أن كل محطة رصد لها على الأقل محدد واحد تابع للنظام مع أنه من الممكن أن يكون لها أكثر من محدد هوية، إلا إنه من المستحسن ربط أقل عدد ممكن من محددات الهوية بمحطة واحدة.

يجوز لمحطات الرصد التى قد خصص لها محددات هوية قبل بدء العمل بنظام محددات الهوية فى النظام، أى قبل يوليو ٢٠١٦، أن تستمر بنفس المحدد السابق وليست مطالبة بأن تكون لها محددات هوية إضافية، ولكن اذا تمت اضافة أى برنامج رصد جديد للمحطة يتم استخدام محددات هوية النظام والذى يمكن



شكل (٥): إجراءات تخصيص محدد هوية

استنتاجه من محدد الهوية السابق، ويمكن باستخدام الأداة (OSCAR) التعرف على جميع محددات هوية محطات النظام لأى مرفق أرصاد.

وتكون الاجراءات التى يجب اتباعها للتسهيل على المستخدمين لاستخدام بيانات مرفق أرصاد معين:

١ - استخدام نفس محدد الهوية لنفس نوع التقارير التى يصدرها مرفق الأرصاد، مثل استخدام نفس محدد الهوية دائما فى التقارير السينوبتيكية للرصد السطحي.

٢ - استخدام محدد هوية محطات برامج المنظمة «المرتبط بنوع الرصدة التى يجرى إبلاغها» لاستخلاص محدد هوية النظام، على سبيل المثال ، فى التقارير السينوبتيكية السطحية سيتم استخدام محدد هوية النظام «محدد هوية محطة أرصاد دمياط «62330 - 0 - 20000 - 0» الذى تم استخلاصه من محدد الهويه الخاص ببرنامج المراقبة العالمية للطقس (WWW) «62330»

٣ - إذا كان لمرفق الأرصاد محدد هوية بالفعل فلا يشترط تعريف محددات هوية جديدة ويمكن استخدامه للإبلاغ عن الرصدات أيا كان نوع الرصدة.

والشكل التالى يوضح ملخص إجراء تخصيص محدد هوية لمحطة فى النظام

مكونات محدِّد هوية محطات النظام (WIGOS)

يتكون محدد الهوية فى النظام من أربعة مكونات، كالتالي:

- محدد الهوية المحلي
Local identifier (characters)
- رقم الإصدار
Issuer of identifier (number)
- جهة إصدار محدد الهوية
Issue number (number)
- مجموعة محددات الهوية فى النظام
WIGOS identifier series (number)

0	مخصص للاستخدام الداخلي بواسطة الأداة OSCAR	الأداة OSCAR تقوم بتخصيص القيمة	تحددها الأداة OSCAR
9999–1	الدولة العضو التي توجد لها رمز رقمي حسب ISO 3166-1	استخدام رمز رقمي مكون من ثلاثة أرقام حسب ISO 3166-1 الرمز الخاص بمصر هو (٨١٨)	تحدد جهة الإصدار الاجراءات
11999–10000	الدولة العضو التي لا توجد لها رمز رقمي حسب ISO 3166-1	تخصص أمانة المنظمة رقماً متاحاً بناء على الطلب	تحدد جهة الإصدار الاجراءات
19999–12000	مخصصة للاستخدام في المستقبل	تحدد فيما بعد	تحدد فيما بعد
	محددات الهوية في المدى 20000–21999 و 22000–39999 تستخدم لتخصيص محددات هوية في النظام لمرافق الرصد التي كان لديها واحد أو أكثر من محددات للهوية.		
21999–20000	أمانة المنظمة فيما يتعلق بمحددات الهوية المرتبطة ببرامج المنظمة		
39999–22000	أمانة المنظمة فيما يتعلق بمحددات الهوية المرتبطة ببرامج المنظمات الشريكة		
65534–40000	مخصصة للاستخدام في المستقبل	تحدد فيما بعد	تحدد فيما بعد

سوف يتم شرح النطاق (٢٠٠٠٠) لارتباطه بمحطات الرصد فى مصر

١ - مجموعة محددات الهوية فى النظام (WIGOS)

تستخدم هذه السلسلة من الأرقام لتحديد هوية محطات الرصد وللتمييز بين النظم المختلفة التى تقوم بتخصيص محددات الهوية والمدى المسموح به هو «0 - 14»، و لكن لم يتم تحديد سوى السلسلة «0» حتى الأن، و هو محدد هوية محطات النظام العالمى المتكامل للرصد التابع للمنظمة

جهة إصدار محدد الهوية

يستخدم هذا الرقم للتمييز بين محددات الهوية الصادرة من جهات مختلفة وتصدره المنظمه العالمية للأرصاد الجوية حتى تضمن أن تقوم جهه واحدة بإصدار محدد هوية المحطات فى النظام والمدى المسموح «صفر - 65534».

٢ - رقم الإصدار

رقم تستخدمه جهة إصدار محدد الهوية لتضمن عدم تكرار محددات الهوية الخاصة بها على الصعيد العالمى فتخصيص رقم إصدار واحد للمحطات الهيدرولوجية وآخر لمحطات رصد المناخ مثلاً يتمكن كل من مديرى الشبكتين من إصدار محددات هوية محلية دون القلق من تكرارها والمدى المسموح «0 - 65534».

الرقم «0» لرقم الإصدار تم تحديده للمحطات للتمييز بين مرافق الرصد المختلفة التى استخدمت نفس محدد هوية المحطة السابق، كما ورد فى مطبوع المنظمة رقم ٩ «تقارير الطقس» المجلد ألف، فى ١ يوليو ٢٠١٦.

٣ - محدد الهوية المحلي

محدد هوية وحيد يصدر لكل كيان ويجب على جهة الإصدار ضمان أن مجموعة رقم الإصدار ومحدد الهوية المحلى غير مكررين، المدى المسموح به هو مجموعه من ١٦ حرف ورقم (alphanumeric) من مجموعة عددها ٦٢ تضم جميع الأحرف الكبيرة والصغيرة فى اللغه الانجليزية وجميع الأرقام من 0 حتى 9 ولا يسمح باستخدام الرموز والأحرف الخاصة.

فى حالة محطات الأرصاد المصرية يستخدم نفس الترقيم الحالي.

القيم المحددة والمسموح بها لكل مدى من المكونات التى تشكل محدد الهوية لمحطات النظام هى قيم مقترحة ويحتمل حسب المتطلبات المستقبلية أن يطرأ

تغيير فى طول مكوناتها حسب الجهة المصدرة لها.

محددات هوية محطات النظام لا يمكن عرضها فى تقاريرالرصد التقليدية مثل

FM - 12 SYNOP FM - 35 TEMP

أو وتستخدم فى الشفرات الجدوليه مثل

FM -95 CREX[20]

FM -94 BUFR[19]

وعند استخدامها لابد من وضع (3 01 150) قبل معلومات المحطة، أما مرافق الرصد التى لم يخصص لها محدد هوية لمحطة تابعة للمراقبة العالمية للطقس فيجب عليها تبادل رصداتها باستخدام نماذج الشفرات الجدولية (TDCF[12])

اصطلح على كتابة محدد الهوية لمحطات النظام على النحو التالي:

< مجموعة محدد الهوية > - < جهة إصدار محدد الهوية > - < رقم الإصدار > - < محدد الهوية المحلى >

ولكن من اليسار لليمين، والجدول التالى يبين أمثله لمحددات هوية بعض محطات الرصد فى مصر.

من الجدول السابق ومحددات الهوية المذكورة فى (OSCAR) فإن:

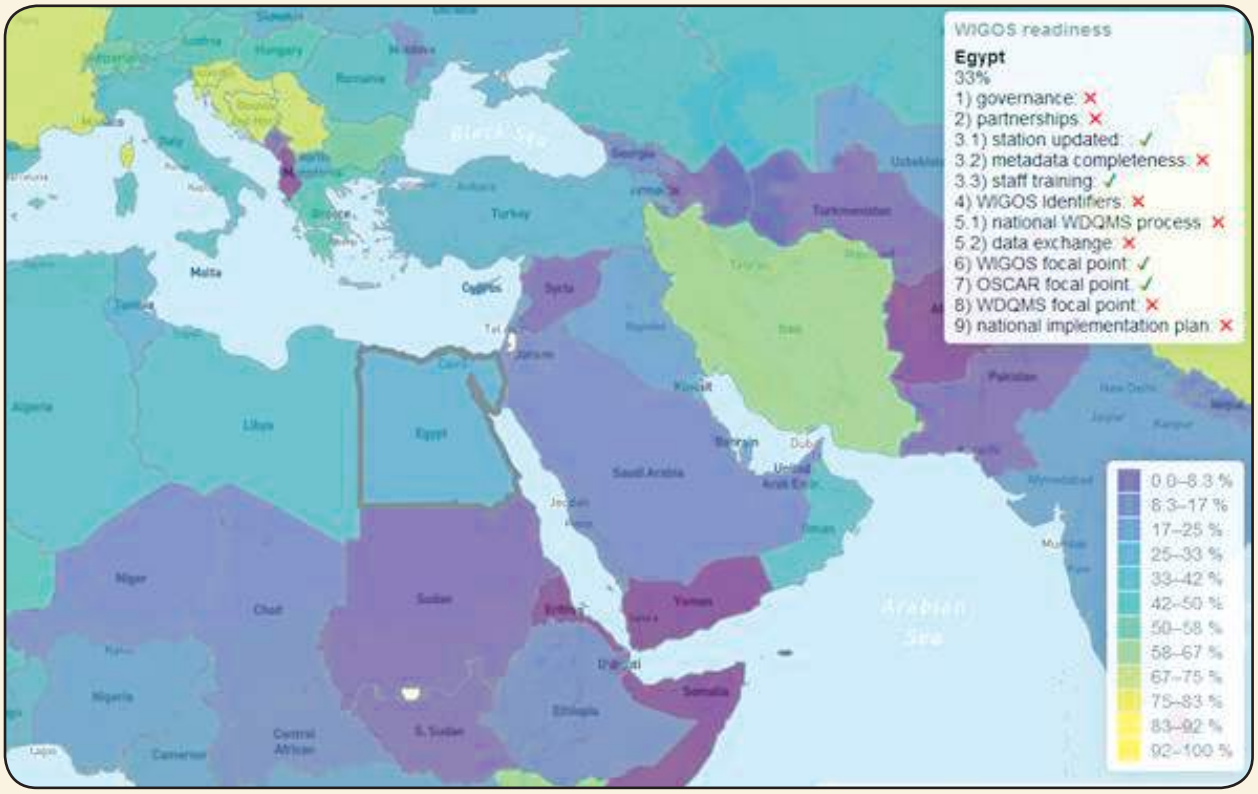
١ - محدد هوية النظام (WIGOS) تم استخلاصه من محدد الهوية الخاص ببرنامج المراقبة العالمية للطقس (WWW)

٢ - محدد الهوية لبعض المحطات لابد من تعديلها ومحطات لابد من إضافة محدد آخر لها منها على سبيل المثال محطة أرصاد الفرافرة والتى لها محددات الهوية التالية:

١ - (0 - 20000 - 0 - 62423) كمحدد هوية لبرنامج رصد سطحي.

٢ - (0 - 20000 - 0 - FRF)

نوع المحطة و مثال عليها	محدد الهوية المحلي	رقم الإصدار	جهة إصدار محدد الهوية	مجموعة محدد الهوية
محطة أرضية	**62465**	**0**	**20000**	**0**
محدد هوية محطة أرصاد القصير	0-20000-0-62465			
محطة رصد الهواء العلوي			**20001**	
و لكن محدد هوية محطة أرصاد حلون محدد هويه لمحطة سطحيه	62378	0	20000	0
	0-20000-0-62378			
و يجب أن يضاف محدد هويه لرصد علوى (٢٠٠٠١)	62378	0	20001	0
	0-20001-0-62378			
محددات هوية مطارات منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO)	**XXXX** **أربعة حروف دالة على المطار**	**0**	**20006**	**0**
مثال: مطار جنيف	0-20006-0-LSGG			
محدد هوية محطة أرصاد مطار القاهره	0-20000-0-62366			
و هذا يجب تعديله ليكون	0-20006-0-HECA			
محدد الهوية لبرنامج المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW)	**XXX** **ثلاثة حروف دالة على المحطة**	**0**	**20008**	**0**
محدد هوية محطة تلوث الغردقه	HUR	0	20008	0
	0-20008-0-HUR			
راداربيانات الطقس تابع للمنظمة	**رقم وحيد يستخدم للمعلومات المرجعية لرادار واحد داخل قاعدة بيانات الرادار التابعة للمنظمة (لم ينشر من قبل)**	**0**	**20010**	**0**



شكل (٦) : نسبة استعداد محطات الأرصاد المصريه لنظام (WIGOS) طبقاً لمؤشرات (EC - ٦٩) حتى ١ يونيو ٢٠١٩

كمحدد هوية الهوية لبرنامج المراقبة العالمية للغلاف الجوى (GAW).

لكن لم يتم تسجيل محدد الهوية الخاص بالمحطة كبرنامج رصد الهواء العلوى ليكون (0 - 20001 - 0 - 62423)

وهذا مثال لمحطة واحدة لها أكثر من محدد هوية يعبر عن برامج الرصد التى تقوم بها المحطة.

شكل ٦) يوضح نسبة استعداد محطات الأرصاد المصريه لتطبيق النظام (WIGOS) طبقاً لمؤشرات (EC - 69) حتى ١ يونيو ٢٠١٩ و هى ٣٣٪ وذلك اعتماداً على أسلوب تقدير للضوابط (Criteria Estimation Method) وهى كالتالي:

١ - الحوكمة (Governance)

٢ - الشراكة (Partnerships)

٣ - معلومات نظام الأداة (OSCAR information system):

٣,١ محطات تم تحديث بياناتها (stations updated)

٣,٢ اكتمال البيانات الشرحية (metadata completeness)

٣,٣ تدريب العاملين (staff training)

٤ - محدد هوية محطات النظام (WIGOS Station Identifier)

٥ - نظام مراقبة جودة بيانات النظام (WDQMS):

٥,١ الإجراء الوطنى (National WDQMS Process)

٥,٢ تبادل البيانات (Data exchange)

٦ - مسئول الاتصال للنظام (WIGOS focal point)

٧ - مسئول الاتصال للنظام (OSCAR focal point)

٨ - مسئول الاتصال للنظام (WDQMS focal point)

٩ - خطة وطنية للتطبيق (national Implementation plan)

وكما هو واضح من الشكل فإنه تم اجتياز تحديث بيانات المحطات وتدريب العاملين ومسئولى الاتصال لكل من النظام (WIGOS) والنظام (OSCAR) وهناك ثمان معايير لابد من تطبيقها حتى يتم تطبيق النظام بالكامل.

الاختصارات

1- 1 WIGOS: WMO Integrated Global Observing System
2- GOOS2: Global Ocean Observing System
3- GCOS3: Global Climate Observing System
4- GTOS4: Global Terrestrial Observing System
5- IOC5: Intergovernmental Oceanographic Commission
6- ICSU6: International Council of Scientific Unions
7- GFCS7: Global Framework for Climate Services
8- GEOSS8: Global Earth Observation System of Systems
9- GOS9: Global Observing System
10- WWW10: World Weather Watch
11- WHOS11: WMO Hydrological Observing System
12- HWRP12: Hydrology and Water Resources Programme
13- GAW13: Global Atmosphere Watch
14- GCW14: Global Cryosphere Watch
15- RRR15: Rolling Review of Requirements process
16- WIS16: WMO Information system
17- OSCAR17: Observing Systems Capability Analysis and Review tool
18- WDQMS18: WIGOS Data Quality Monitoring System
19- BUFR19: Binary Universal Form for the Representation of meteorological data
20- CREX20: Character form for the Representation and Exchange of data
21- TDCF21: Table - driven Data Code Forms

المراجـــع

١ - اللائحة الفنية، الوثائق الأساسية رقم ٢، المجلد الأول - المعايير العامة والممارسات الموصى بها للأرصاد الجويه مطبوع المنظمة رقم ٤٩ طبعة ٢٠١٥ تحديث ٢٠١٧.

٢ - مرجع النظام العالمى المتكامل للرصد التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، المرفق الثامن للائحة الفنية للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، مطبوع المنظمة رقم ١١٦٠ طبعة ٢٠١٩.

٣ - دليل النظام العالمى المتكامل للرصد التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، مطبوع المنظمة رقم ١١٦٥ طبعة ٢٠١٩.

٤ - رؤية للنظام العالمى المتكامل للرصد التابع للمنظمة فى عام ٢٠٤٠، مطبوع المنظمة رقم ١٢٤٣ طبعة ٢٠١٩

٥ - معيار البيانات الشرحية للنظام العالمى المتكامل للرصد التابع للمنظمة، مطبوع المنظمة رقم ١١٩٢ طبعة ٢٠١٩.

٦ - المبادئ التوجيهية الفنية للمراكز الإقليمية للنظام العالمى المتكامل للرصد التابع للمنظمة (WIGOS) بشأن نظام مراقبة جودة بيانات النظام (WIGOS)، مطبوع المنظمه رقم ١٢٢٤ طبعة ٢٠١٨.

قرأت لك

ماذا تعرف عن طقس الفضاء؟

يشير مصطلح «طقس الفضاء» إلى التغيرات في البيئة الفضائية بين الشمس والأرض (وعلى نطاق المنظومة الشمسية) التي يمكن أن تؤثر على البشر والتكنولوجيات في الفضاء وعلى الأرض.

وترجع أكثر التغيرات جذريةً إلى الأحداث الشمسية، بما فيها التوهجات الشمسية، التي هي اندلاعات فجائية لفوتونات طاقوية وجسيمات مشحونة من سطح الشمس؛ والانقذافات الكُتلية من الإكليل الشمسي، حيث تقذف الشمس عادةً مليارات الأطنان من كتلة غلافها الجوي في شكل بلازما ممغنطة؛ والريح الشمسية.

ياسر عبد الجواد السيد

اخصائى تنبؤات جوية اول
وكيل مركز تنبؤات مطار القاهرة

ولتلك الظواهر تأثير على ديناميات بيئة الفضاء القريب من الأرض، وخصوصاً الغلاف المغنطيسي والغلاف الأيوني والغلاف الجوي المحايد، كما تؤثر على الأنشطة البشرية وعمل المرافق الأرضية والفضائية، بما في ذلك نظم نقل الكهرباء العالية الجهد وشبكات الأنابيب، ويمكن أن تفضي إلى تعتُّم كهربائي قد يشمل قارة بكاملها.

وتؤدي التغيُّرات في الغلاف الأيوني إلى تعطُّل الاتصالات العالية الترددات وتحوير إشارات النظام العالمي لسواتل الملاحة. كما تُضطر رحلات الطيران التجارية فوق القطبين إلى تغيير مسارها، مع ما يترتب على ذلك من تكاليف باهظة، من أجل ضمان القدرة على إجراء الاتصالات والحماية من التعرض للإشعاعات.

ويُعتبر تأخر انتقال الإشارات عبر الغلاف الأيوني المصدر الرئيسي للخطأ في استخدام النظم العالمية لسواتل الملاحة، وخصوصاً فوق المنطقة الاستوائية. وفي هذا الصدد، يُعَدُّ إجراء البحوث بشأن الغلاف الجوي المتأيّن عنصراً أساسي في استحداث نظم عالمية لتعزيز إشارات سواتل الملاحة وفي تنفيذ تلك النظم، إذ إنّ من شأن فهم التحديات التي يفرضها الغلاف الجوي المتأيّن أن يتيح تكوين نظرات متعمقة في مجال تطوير النظم العالمية لسواتل الملاحة. وعلاوة على ذلك، فإنّ البيانات المتاحة المستمدة من محطات النظام العالمي لتحديد المواقع والنظم العالمية لسواتل الملاحة هي معلومات قيّمة من أجل تقييم جوانب تأثُّر الغلاف الجوي المتأيّن بالعواصف المغنطيسية وغيرها من آثار طقس الفضاء.

وبعيداً عن الأرض، يمكن أن يؤدي انتفاخ الغلاف الجوي بفعل طقس الفضاء إلى تغيير مدارات السواتل، مما يفضي إلى تدهور نوعية المعلومات اللازمة لمراقبة الفضاء وتعقُّبه. وهذا يحدث عن طريقين. أوّلهما أنّ مجموع الحطام الفضائي وتطوره يرتبطان بكثافة

الغلاف الحراري الذي تتحكم فيه المدخلات الشمسية والمغنطيسية الأرضية. وثانيهما أنّ القدرة على التنبؤ بالاقترابات، ومن ثم التمكُّن من تفادي الاصطدامات، تتوقف على توافر معرفة دقيقة عن كثافة الغلاف الجوي.

الاسباب التي تدعو الى الاهتمام بأحوال طقس الفضاء (SPASC WEATHER) (SWX)

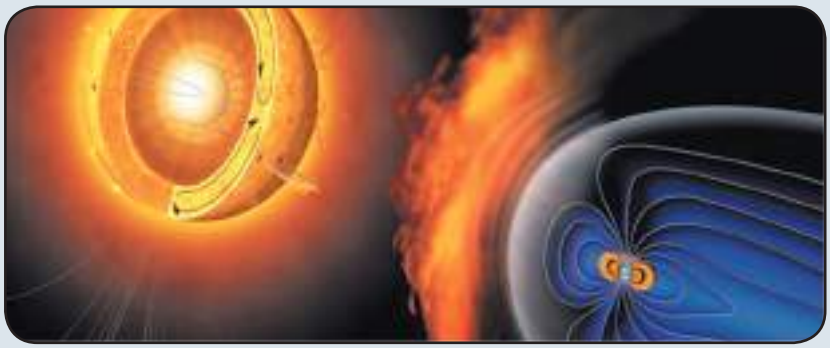
يمكن أن تؤدي الاعاصير والعواصف الترابية والعواصف الثلجية إلى تعطيل خطوط الكهرباء، ولكن ما هو الضرر الذي يمكن أن يلحقه طقس الفضاء بالارض؟ الكثير من الاضرار. ففي السنوات العادية، يتكبد العالم بسبب الطقس في الفضاء حوالي ١٠ بلايين دولار سنويًا، استنادا إلى الخبراء لدى المؤسسة الاميركية الوطنية للعلوم.

- هناك العديد من أحداث طقس الفضاء في السابق التي كان لها تأثير كبير على البنى التحتية والأنشطة البشرية. والحدث الأول والأشدُّ من بين تلك الأحداث المسجَّلة هو حدث كارينغتون، نسبةً إلى عالم الفلك الهاوي البريطاني ريتشارد كارينغتون، الذي لاحظ التوهجات المكثفة التي وقعت في ١ أيلول/سبتمبر ١٩٨١ وقد وصلت الاضطرابات المتأتّية من الشمس إلى الأرض في وقت قياسي من حيث قصره، وهو ١٧,٥ ساعة، وتسببت في عاصفة مغناطيسية هائلة. وتعطلت خدمات البرق في أمريكا وأوروبا لعدة أيام. وشوهدت مظاهر الشفق القطبي البادية في الليل عند خطوط عرض منخفضة بشكل غير عادي - في روما وهافانا وهاواي، وحتى عند خط الاستواء.

- وكان حدث كيبيك، الذي وقع يومي ١٣ و ١٤ مارس ١٩٨٩ مثالاً على كارثة تكنولوجية كبيرة الحجم ناجمة عن طقس الفضاء، حيث قُدِّر أنّ خسائره الكلية بلغت ٦ بلايين دولار. وعانت مقاطعة كيبيك بكندا عتمةً دامت تسع ساعات تقريباً بعد أن انهارت شبكات الطاقة الكهربائية في المقاطعة بسبب التيارات المستحثّة في خطوط النقل الطويلة. وتسبب الحدث أيضاً في تعطُّل محوّل كبير لرفع مستوى الطاقة بقيمة ١٠ ملايين دولار في محطة سالم للطاقة النووية في نيوجيرسي بالولايات المتحدة الأمريكية، لكنه لم يسفر، لحسن الحظ، عن كارثة كبرى. وإضافةً إلى ذلك، تسببت العاصفة المغنطيسية الأرضية في تعطُّل الاتصالات اللاسلكية.

- وهبّت عاصفة مغنطيسية أرضية مشهودة أخرى يومي ١٤ و ١٥ مايو ١٩٢١. وأثناء تلك العاصفة، كان معدل تغيُّر المجال المغنطيسي أعلى بنحو ١٠ أضعاف من نظيره في حدث كيبيك. ونجمت العاصفة عن نشاط في بقعة شمسية كبيرة في مركز القرص الشمسي، وتسببت في سلسلة من أحداث الدارات القصيرة أدت إلى اندلاع حرائق. كما ألحقت أضراراً بالكابل البحري وخطوط الكهرباء وخطوط الهاتف على جانبي المحيط الأطلسي. وتضررت نظم البرق والاتصالات اللاسلكية في إنكلترا واسكتلندا وأيرلندا ونيوزيلندا من جراء الآثار القوية للعاصفة المغنطيسية.

- هبّ ما يسمى «عواصف هالوين» في أكتوبر ونوفمبر ٢٠٠٣ نتيجة لسلسلة من التوهجات الشمسية الرئيسية والانقذافات الكُتَلية من الإكليل الشمسي، مما أدى إلى ظروف إشعاعية خطيرة في البيئة الأرضية، وإلى اضطرابات في المجال المغنطيسي الأرضي لمدة أسبوع. وأثناء مجرى الحدث، اخترقت جسيمات مشحونة بالطاقة الشمسية الغلاف المغنطيسي للأرض وبلغت مدار محطة الفضاء الدولية. وقد وقع العديد من حالات الشذوذ المسجلة في عمليات السواتل في عام ٢٠٠٣ خلال تلك الفترة؛ فقد تعطل نظام التعزيز الواسع النطاق القائم على النظام العالمي لتحديد المواقع لمدة ٣٠ ساعة؛ وحدث انقطاع في الشبكة الكهربائية في جنوب السويد بسبب آثار التيار المستحَث؛ وواجه المتسلقون في جبال الهيملايا مشاكل تتعلق بالهواتف الساتلية؛ وأغلق حرس

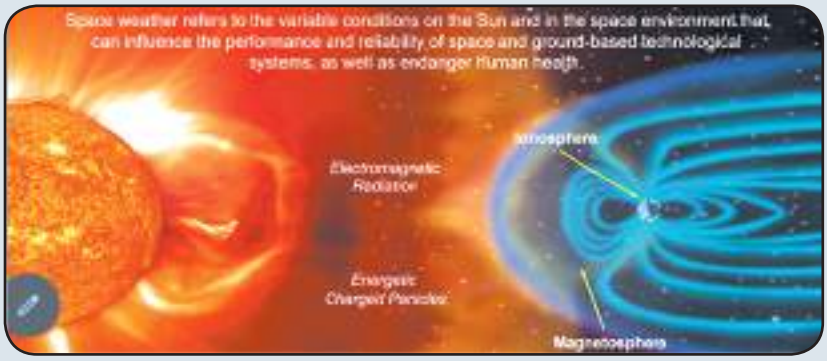


السواحل في الولايات المتحدة مؤقتاً نظام الملاحة الطويل المدى.

لو حدث أي شئ من هذا القبيل في يومنا هذا، لكان من الممكن أن تتوقف أقمار النظام العالمي لتحديد المواقع، وأن تتعطل شبكات الكهرباء والاجهزة الالكترونية في الكثير من البلدان.

ومؤخرا، ضربت الارض عاصفة شمسية صغيرة، نتج عنها سلسلة من التوهجات الشمسية في ٣-٢إبريل من عام ٢٠١٧ التي أدت إلى انقطاع جزء كبير من أجهزة الراديو العاملة على الموجة القصيرة بدءا من شرق أفريقيا وصولا الى الهند ومن الساحل الغربي للولايات المتحدة والمكسيك وصولا الى منطقة شاسعة من المحيط الهادئ.

وتعد منطقتنا جزءا لا يتجزأ من المنظومة الدولية الاقتصادية والاجتماعية فيما يتعلق باستخدام التكنولوجيا في النقل والمواصلات والاتصالات والأقمار الاصطناعية والطيران المدني والعسكري والبحث العلمي. لذلك فإن (طقس الفضاء) كعلم ومجال بحثي أصبح حاجة ملحة أكثر مما مضى، فيما يتعلق بحماية ممتلكات الدول، الأرضية منها والمحمولة جوا. وعلى الرغم من أن الوطن العربي يقع جغرافيا في المنطقة الممتدة من أقصى غرب المغرب العربي وحتى الخليج العربي، ويشمل إحداثيات خطوط الطول والعرض التي تقع - بشكل مبدئي- خارج تأثير الفضاء المباشر من خلال الجسيمات ذات الطاقة العالية والأشعة الكونية المنبعثة من الشمس أو من خارج المجموعة الشمسية، فإن بعض الجسيمات ذات الطاقة العالية تستطيع أن تكسر



هذه القاعدة، ولا تصل فقط إلى المجال الجوي القريب من الأرض، بل تصل إلى الأرض حيث شبكات الضغط العالي الكهربائية، والأهم من هذا كله هو خطوط أنابيب البترول والغاز والمياه المصنعة من المعادن! فماذا سيحصل إذا حدثت عاصفة مغناطيسية؟

الشمس هي السبب في حدوث ما يعرف بـ «الطقس الفضائي» على الأرض، وهو العمليات الطبيعية التي تحدث في الفضاء وتخلف آثارها على البيئة القريبة من الأرض وعلى الأقمار الصناع ورحلات الفضاء. يظهر هنا توهج شمسي منطلق من سطح الشمس في كانون الأول/ ديسمبر ٢٠١٤ (NASA)

العواصف المغناطيسية

للعواصف المغناطيسية أمثلة كثيرة، منها حادثة الهالووين التي وقعت في عام ٢٠٠٣ وتسببت في حدوث هزات هددت شبكة الطاقة في أمريكا الشمالية وعدد من المناطق الأخرى القريبة من القطب الشمالي، مما أدى إلى توقف عمل الأقمار الاصطناعية والملاحة والاتصالات.

إن ما سيحصل هو أن المجال المغناطيسي المتغير مع الزمن الناتج من العاصفة الشمسية يولد تيارا كهربائيا متغيرا مع الزمن، وإذا كان هذا التيار قويا سيُحدثُ فرق جهد كبيرا بين الأنابيب وبين التربة يتخطى تكنولوجيا الحماية الكهربائية للأنابيب، مما يؤدي إلى حدوث تآكل فيها وانفجارها.

إن مثل هذه الحوادث تستوجب اهتمام الجامعات ومراكز الأبحاث في الوطن العربي ووزارات البحث العلمي والتعليم العالي لوضع استراتيجية للتطبيقات الفيزيائية في الفضاء، مثل فيزياء الشمس، والمجالات المغناطيسية بين الكواكب، والمجال المغناطيسي الكروي للأرض، وفيزياء المجال الجوي. ونعطي مثالاً على هذه الأهمية خمس بعثات فضائية عالمية هي:

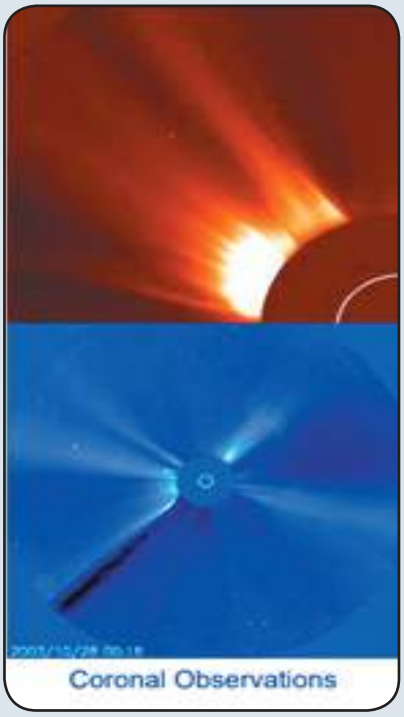
مشروع الفضاء الأوروبي، Cluster space mission

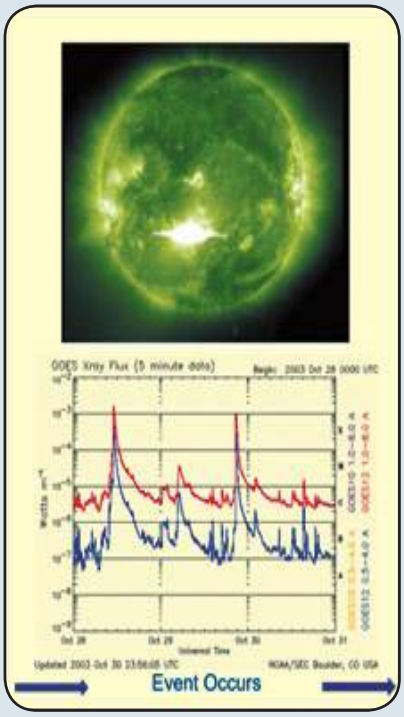
ومشروع الفضاء الأمريكي المتموضع في نقطة تعادل الجاذبية بين الأرض والشمس Advanced Composition - Explorer -ACE،

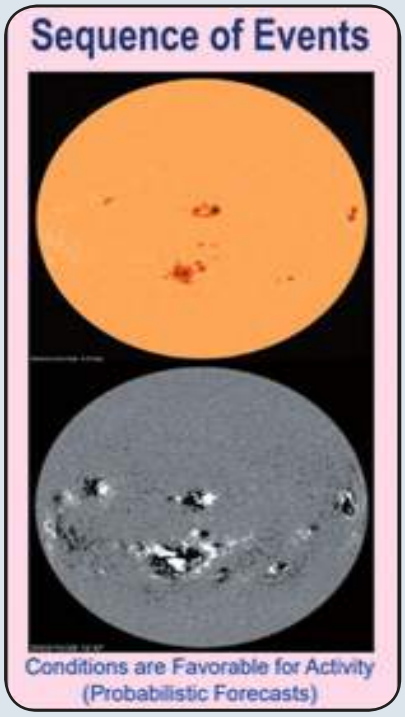
ومشروع المرصد الشمسي Solar Heliospheric Observatory-SOHO،

ومشروع Solar Dynamic Observatory (SDO)،

ومشروع The NASA Magnetospheric Multiscale (MMS) Mission.







علم ناشئ

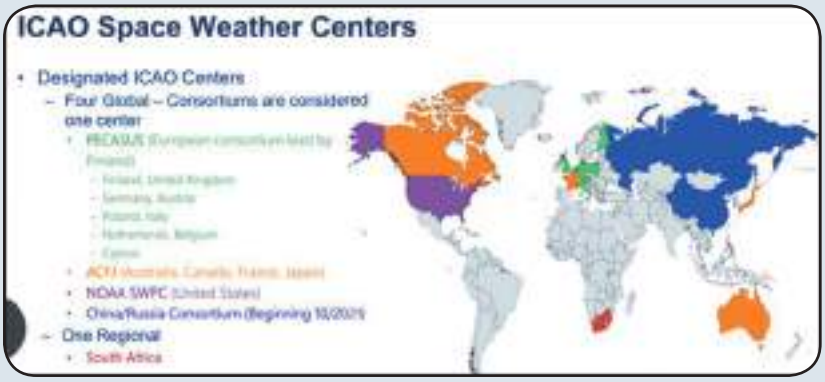
إن علم طقس الفضاء الناشئ حديثا (تبنته أوروبا عام ٢٠٠٤ تقريبا) هو محاولة علمية لفهم العواصف الفضائية وتأثيراتها المباشرة على البنية التحتية التكنولوجية لكوكب الأرض. والهدف منه هو الاستطاعة والقدرة على التنبؤ بطقس الفضاء وتجنب الأخطار الناتجة منه. ويمكن تعريف طقس الفضاء بأنه الظرف المكاني على الشمس وفي الرياح الشمسية وفي المجال المغناطيسي الكروي والمجال الأيوني والمجال الحراري الكروي المحيط بالكوكب، الذي يؤثر تأثيرا مباشرا على أداء وفعالية الممتلكات المحمولة جوا (مثل الطائرات والصواريخ والأقمار الاصطناعية) والأنظمة التكنولوجيا الموجودة على الأرض (مثل شبكات الاتصالات والضغط العالي وأنابيب النفط). وطقس الفضاء مصطلح مرتبط بالنظام الشمسي، ينتج من الجسيمات والإشعاعات المقذوفة من الشمس. والمنتج الرئيسي لهذه المقذوفات هو الرياح الشمسية والكتل الهالية الشمسية المقذوفة من سطح الشمس. وأصبح طقس الفضاء حاجة استراتيجية ماسة لجميع المجتمعات، سواء التي تنتج التكنولوجيا أو تستهلكها. فأي دولة فقيرة تمتلك حاليا أسطولا من الطائرات المدنية وشبكات اتصال سلكي ولاسلكي وشبكات تلفزة وراديو، وكلها تعتمد على بث الأقمار الاصطناعية التي يمكن أن تتأثر بالنشاطات الشمسية المفاجئة.

مجال جوي عنيف

بعد مسح شامل للنظام الشمسي بعدد كبير من الأقمار الاصطناعية والمركبات الفضائية في السنوات الـ ٥٠ الماضية، تبين أن الناس يعيشون في مجال جوي ديناميكي عنيف للشمس يوفر الطاقة لاستمرار الحياة، لكنه من جانب آخر قد يسبب الخراب الشامل والدمار للأقمار الاصطناعية وأجهزة الاتصالات.

إن المشاهدات المنظمة والمتابعة والمراقبة الحثيثة للظواهر الطبيعية، مثل الشفق القطبي والمجال المغناطيسي لكوكب الأرض والبقع الشمسية على سطح الشمس، تعتبر مجتمعة من العناصر التي انطلق منها علم طقس الفضاء. ومنذ الستينيات ومركبات الفضاء والقياسات الموضعية ينتج منها كميات هائلة من البيانات التي من المثبت، في المجتمع العلمي لفيزياء الفضاء، أن ديناميكية بلازما الفضاء (الحالة الرابعة للمادة، باعتبار أن ٩٩٪ من الكون بلازما) في بيئة الفضاء المحيط بكوكب الأرض تقودها جسيمات الرياح الشمسية والمجال المغناطيسي بين الكواكب، حيث تقذف الكوكب من الجهة المواجهة لنجمنا الشمس. و وكالات الفضاء،

مثل ناسا الأمريكية، وفكا الروسية، وجاكسا اليابانية، وسنسا الصينية، وكنوس الفرنسية، وإيسا الأوروبية، تعتبر الاهتمام بطقس الفضاء أولوية قصوى للعقود المقبلة. وتأثير الرياح الشمسية على الكوكب يشمل قدرتها على إدخال ونقل كتل جُسيمية وطاقة وزخم حركي من الفضاء إلى حيز فضاء الأرض وحتى المجال الجوي لها.



علاقة المنظمة العالمية للأرصاد الجوية و منظمة الطيران المدني الدولي بطقس الفضاء

١- المنظمة العالمية للأرصاد الجوية

- في حزيران/يونيه ٢٠٠٨، لاحظ المجلس التنفيذي للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية ما

لطقس الفضاء من تأثير كبير على البنية التحتية للأرصاد الجوية وأنشطة بشرية مهمة. وأقرّ بإمكانات التآزر بين دوائر الأرصاد الجوية وطقس الفضاء لفائدة المستعملين التشغيليين. واتفق المجلس على ضرورة أن تدعم المنظمة التنسيق الدولي لأنشطة طقس الفضاء، وحثّ أعضاء المنظمة على توفير الموارد اللازمة عن طريق الإعارة والتبرعات للصناديق الاستئمانية.

- وفي أيار/ مايو ٢٠١٠أنشأت المنظمة فريق التنسيق بين البرامج المعني بطقس الفضاء، حيث كُلّف بدعم رصد طقس الفضاء وتبادل البيانات وتقديم النواتج والخدمات والتطبيقات التشغيلية. وضم الفريق خبراء من ٢٦ بلداً مختلفاً وسبع منظمات دولية.

- في أيار/ مايو ٢٠١١ أقرّ المؤتمر العالمي للأرصاد الجوية بالحاجة إلى أن يبذل أعضاءُ المنظمة جهوداً منسّقة لتلبية الاحتياجات المتعلقة بالرصد الرقابي والخدمات من أجل حماية المجتمع من المخاطر العالمية لطقس الفضاء.

- وفي تموز/ يوليه ٢٠١٤ نوقشت خدمات طقس الفضاء التي يمكن تقديمها لفائدة الملاحة المرتبطة بالحركة الجوية الدولية، وذلك في الدورة المشتركة بين لجنة الأرصاد الجوية المعنية بالملاحة الجوية التابعة للمنظمة وشعبة الأرصاد الجوية التابعة لمنظمة الطيران المدني الدولي

- وفي أيار/ مايو ٢٠١٥ أحاط المؤتمر العالمي للأرصاد الجوية علماً بالخطة الرباعية السنوات لتنسيق أنشطة المنظمة المتعلقة بطقس الفضاء، التي وضعها فريق التنسيق بين البرامج المعنية بطقس الفضاء بالتشاور مع لجنة الأرصاد الجوية المعنية بالملاحة الجوية ولجنة النظم الأساسية. واتفق المؤتمر على ضرورة أن تقوم المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بتنسيق عمليات رصد طقس الفضاء والتنبؤ به على الصعيد الدولي دعماً لحماية الأرواح والممتلكات والبنى التحتية البالغة الأهمية وللأنشطة الاقتصادية المتأثرة وذلك من خلال تحسين الجهود الشاملة. كما اتفق المؤتمر على أنّ من شأن المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، من خلال توفير إطار حكومي دولي عالمي، أن تسهّل الالتزامات الدولية وأن تتيح إرساء الخدمات التشغيلية الخاصة بطقس الفضاء، وخصوصاً في سياق دعم منظمة الطيران المدني الدولي.

- وفي جزيران/ يونيه ٢٠١٦ أقرّ المجلس التنفيذي للمنظمة خطة السنوات الأربع لأنشطة المنظمة فيما يتعلق بطقس الفضاء للفترة ٢٠١٦-٢٠١٩ وحددت الخطة مجموعة من الأنشطة ذات الأولوية القصوى التي تُعتبر ضرورية ومجدية ضمن الإطار الزمني الرباعي السنوات، واستهدفت تمكين الدول الأعضاء في المنظمة من تقديم خدمات تشغيلية كاملة في مجال طقس الفضاء، وتبادل البيانات والنواتج وأفضل الممارسات في مجال الرصد، وضمان قابلية التشغيل التبادلي وتوحيد المعايير، حسب الاقتضاء، من أجل التصدي بكفاءة للتحديات العالمية ذات الصلة بطقس الفضاء. وترتئي الخطة أيضاً مشاركة الدول الأعضاء في المنظمة عن طريق توفير الخبرات التقنية ومن خلال تقديم المساهمات المالية إلى الصندوق الاستئماني لطقس الفضاء التابع

للمنظمة.

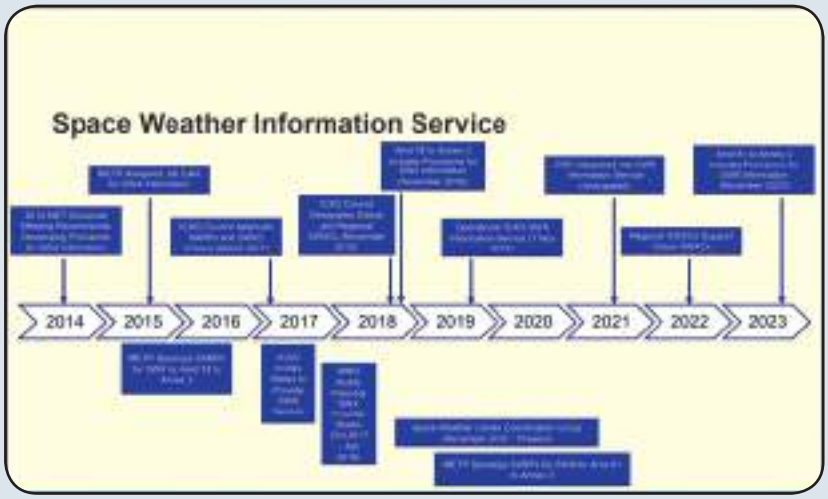
وإضافةً إلى ذلك، وافق المجلس على الاستعاضة عن فريق التنسيق بين البرامج المعنية بطقس الفضاء بفريق مشترك بين البرامج معني بالمعلومات والنظم والخدمات المتعلقة بطقس الفضاء، بغية مواصلة عمل فريق التنسيق، وذلك بتعاون وثيق مع اللجان التقنية للمنظمة، وأوساط مقدّمي خدمات طقس الفضاء، ممثّلة بالخدمة الدولية لرصد بيئة الفضاء، وممثلي المستعملين.

- وأمّا مسؤولية الفريق المشترك بين البرامج فهي تنسيق الأنشطة المتعلقة بطقس الفضاء بين برامج المنظمة، والحفاظ على الروابط مع الهيئات المؤسّسة، ومجموعاتها الفرعية ذات الصلة، والمنظمات الشريكة، وتوفير الإرشادات لأعضاء المنظمة. وقد بدأ عمله في مطلع عام ٢٠١٧. وهو يضم خبراء من ٢١ بلداً وخمس منظمات دولية كما في مارس ٢٠١٧

٢- منظمة الطيران المدني الدولي

- بعد إعادة تنظيم أمانة منظمة الطيران المدني الدولي وهيكل أفرقتها في عام ٢٠١٤ أُنشئ الفريق المعني بالأرصاد الجوية في الاجتماع الخامس للدورة ١٩٧ للجنة الملاحة الجوية، المعقودة في ٣٠ سبتمبر ٢٠١٤ والأفرقة التي تتشكل منها اللجنة هي عبارة عن مجموعات تقنية من خبراء مؤهلين شكلتها اللجنة. والغرض منها هو معالجة مشاكل محددة أو وضع معايير متصلة بالتطوير المقرّر للملاحة الجوية، ضمن أطر زمنية محددة لا يمكن توسيعها ضمن اللجنة أو عن طريق الموارد الراسخة لأمانة المنظمة.

كما تم عرض نموذج من تقرير تحذير طقس الفضاء كما بالشكل:



- وتتمثل المسؤوليات الرئيسية للفريق المعني بالأرصاد الجوية في تحديد وتوضيح المفاهيم ووضع أحكام منظمة الطيران فيما يتعلق بخدمات الأرصاد الجوية المتعلقة بالملاحة الجوية بما يتفق مع التحسينات التشغيلية التي ترتئيها المنظمة في خطة الملاحة الجوية العالمية، وتمشياً مع ترتيبات العمل القائمة بين منظمة الطيران المدني الدولي والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية.

- وفي أبريل ٢٠١٥ أنشأ الفريقُ المعني بالأرصاد الجوية الفريقَ العامل المعني بتطوير معلومات وخدمات الأرصاد الجوية لتقييم احتياجات المستعملين، وتحديد مواطن القصور، ووضع المفاهيم التشغيلية، وتحديد المتطلبات الوظيفية ومتطلبات الأداء فيما يخص معلومات الأرصاد الجوية الجديدة اللازمة لدعم المفاهيم التشغيلية في المستقبل على النحو المحدد في خطة الملاحة الجوية العالمية. ويستخدم الفريق العامل عملية لتطوير المتطلبات استناداً إلى مبادئ موحدة ومقبولة دوليا في مجال هندسة النظم. وفي الوقت الحالي، يتألف الفريق العامل من خمسة مسارات عمل تضع المتطلبات بشأن معلومات الأرصاد الجوية الواجب إدراجها في

التعديلين ٧٨ و٧٩ للمرفق ٣من اتفاقية الطيران المدني الدولي، بشأن خدمات الأرصاد الجوية لأغراض الملاحة الجوية الدولية، وكذلك مواد إرشادية بشأن تنفيذ الأحكام المقترحة، أحدها

مسار عمل طقس الفضاء

- وفي الاجتماع الثاني للفريق المعني بالأرصاد الجوية، المعقود في مونتريال، كندا، في الفترة من ١٧ إلى ٢١ أكتوبر ٢٠١٦جرى استعراض وإقرار المعايير والممارسات الموصى بها بشأن خدمات معلومات طقس الفضاء الجديدة)التي اقترحها المعنيون بمسار عمل طقس الفضاء(، التي يُقترح إدراجها في التعديل ٧٨ للمرفق ٣ لاتفاقية الطيران المدني الدولي.

وتستند المعايير والممارسات الموصى بها إلى مفهوم العمليات الذي أُنجز في السابق ومتطلبات الأداء

الوظيفية والأولية. وإضافةً إلى ذلك، أقَرّ الفريق المعني بالأرصاد الجوية مشروع المعايير من أجل تحديد مَن هم مقدّمو المعلومات الخاصة بطقس الفضاء المطلوب منهم الوفاء بالمعايير والممارسات الموصى بها. وسوف يضع المعنيون في مسار عمل طقس الفضاءSWX دليلاً بشأن معلومات طقس الفضاء لأغراض الملاحة الجوية الدولية لدعم تنفيذ المعايير والممارسات الموصى بها من خلال وصف المعلومات المقدّمة والغرض الذي ستُستخدم من أجله.

- وفي مارس ٢٠١٧ اعتُمدت، خلال الاجتماع الثامن للدورة ٢٠٤ للجنة الملاحة الجوية، المعايير والممارسات الموصى بها بشأن خدمات معلومات طقس الفضاء من أجل إدراجها في رسالة رسمية لالتماس التعليقات عليها من الدول والمنظمات الدولية. ومن المتوقع أن تقوم لجنة الملاحة الجوية، بعد عملية التشاور تلك، باستعراض الردود الواردة على الرسالة الرسمية في سبتمبر وأكتوبر ٢٠١٧ ورفع تقرير نهائي إلى مجلس المنظمة يتضمن توصية بأن يعتمد المجلس المعايير والممارسات الموصى بها في فبراير ومارس ٢٠١٨ تمهيداً لتطبيقها في نوفمبر٢٠١٨

- وبالتوازي مع عملية اعتماد المعايير والممارسات الموصى بها، اقترح الفريق المعني بالأرصاد الجوية عملية لتحديد مَن هم مقدّمو خدمات معلومات طقس الفضاء، وأقرتها لجنة الملاحة الجوية.

وتشمل العملية مواد إرشادية بشأن المعايير التي يتعين على مقدّمي الخدمات المحتملين الوفاء بها وجدول زمني بشأن إنشاء خدمات معلومات طقس الفضاء لدعم الملاحة الجوية الدولية.

وستضطلع بالعملية كلٌ من منظمة الطيران المدني الدولي ICAO والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، WMO التي ستساعد في مراجعة مقدّمي خدمات طقس الفضاء المحتملين القادرين على توفير المعلومات التي تتطلبها المعايير والممارسات الموصى بها المقترحة

- واخيرا كان اجتماع افتراضى بعنوان: نشر تقارير طقس الفضاء والذى عقد عبر شبكة الانترنت من ٣ - ٤ مارس

SPACE WEATHER ADVISORY INFORMATION DISSEMINATION WEBINAR 3 & 4 March 2021

وفى خلال هذا الاجتماع تم مناقشة كافة الابعاد والمعايير المتعلقة بطقس الفضاء وتم عرض المراكز العالمية الخاصة باصدار تحذيرات طقس الفضاء التابعة لمنظمة الطيران المدنى ICAO كما جاء بالشكل الاتى:

وايضا تم عرض مراحل الخطة التنفيذية لخدمات ومعلومات طقس الفضاء عالميا من سنة ٢٠١٤ الى سنة ٢٠٢٣ كما بالشكل:

وفى نهاية الاجتماع تمت التوصية بتشجيع كل دول العالم بالتعاون فى اصدار وتفعيل تقارير طقس الفضاء وذلك لخطورة الموضوع.

المصـــادر

١- وثائق الاجتماع:
SPACE WEATHER ADVISORY INFORMATION DISSEMINATION WEBINAR 3 - 4 March 2021

٢- تقرير الامم المتحدة - الجمعية العامة - A/ AC.١٠٥/١١٤٦ - لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية -طقس الفضاء التقرير الخاص للاجتماع المشترك بين الوكالات المعنية بأنشطة الفضاء الخارجى عن التطورات داخل منظومة الأمم المتحدة فيما يتعلق بطقس الفضاء- ٢٨ ابريل ٢٠١٧

وزارة الطيران المدنى

الهيئة العامة للأرصاد الجوية

إعـــلان

مجلة الأرصاد الجوية

تصدر الهيئة العامة للأرصاد الجوية مجلة ربع سنوية علمية متخصصة فى مجال الأرصاد الجوية وتطبيقاتها على مختلف الأنشطة مثل الطيران المدني والزراعة والصناعة والرى والجغرافية المناخية والطاقة الجديدة والمتجددة والبيئة والنقل والمواصلات، كذلك تحتوى المجلة على تقارير مناخية وأحدث ما وصلت إليه التكنولوجيا فى مجال الرصد الجوى ونظم التنبؤات الجوية والتغيرات المناخية.
وتتشرف أسرة التحرير بدعوة جميع المتخصصين فى مختلف المجالات العلمية ذات الصلة بالأرصاد الجوية للمشاركة بإعداد مقالات لنشرها فى المجلة وعلى من يرغب فى الحصول على المجلة يمكنه الاشتراك كالتالى:

رسوم الاشتراك

- ٤٠ جنيهًا يضاف إليها ١٢ جنيها فى حالة طلبها بالبريد.

أسعار الإعلانات بمجلة الأرصاد الجوية

- فى بطن الغلاف الأول بمبلغ ٧٥٠ جنيهًا مصريًا.
- فى بطن الغلاف الأخير بمبلغ ٥٠٠ جنيه مصرى.
- بداخل المجلة صفحة كاملة بمبلغ ٣٧٥ جنيهًا مصريًا، وتقدر الإعلانات الأقل من صفحة وفقًا لنسبة مساحتها من الصفحة.

يسدد الاشتراك بإحدى الطرق التالية:

- شيك باسم الهيئة العامة للأرصاد الجوية.
- حوالة بريدية باسم الهيئة العامة للأرصاد الجوية.
- نقدًا بخزينة الهيئة.

الهيئة العامة للأرصاد الجوية - شارع الخليفة المأمون - كوبرى القبة - القاهرة ص. ب/١١٧٨٤