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
- رئيس الوزراء يشهد توقيع بروتوكول تعاون بشأن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بحالات الجو ٥
- الدورات الهوائيه المحليه ٧
- الحالة المناخية السائدة والمتوقعة خلال فصل الشتاء على جمهورية مصر العربية ١٠
- بخـــار المـــاء فى الغلاف الجوي ٢٠
- أوضاع ضعيفة لظاهرة اللانينيا قد تنشأ من جديد ٢٧
- الطقس والملاحة الجوية ٣٣
- ماذا تعرف عن تقنية الاستمطار الصناعى ٣٧

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

اليوم العالمي للأرصاد الجوية

في حضور لافت لرجال الدولة وعدد من المتخصصين في مجالات الأرصاد الجوية والمناخ والهيدرولوجيا والبيئة وتطبيقاتهم وحشد من الإعلاميين احتفلت الهيئة العامة للأرصاد الجوية باليوم العالمي للأرصاد الجوية تحت رعاية وحضور معالي الطيار/ وزير الطيران المدني ومشاركة معالي الدكتورة/ وزيرة الدولة للبيئة والسيد اللواء/ نائب وزير الطيران المدني.

وتحتفل المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وجميع مرافق الأرصاد الجوية بالعالم باليوم العالمي للأرصاد الجوية من كل عام في الثالث والعشرون من شهر مارس من كل عام تخليدا لذكرى دخول اتفاقية إنشاء المنظمة العالمية للأرصاد الجوية حيز التنفيذ في ذلك اليوم من عام ١٩٥٠، ويأتي الاحتفال هذا العام تحت عنوان "الإنذار المبكر والعمل المبكر في ظل التغيرات المناخية".

ويحتفي هذا اليوم بالإنجازات العظيمة التي حققتها المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا في تحسين نظم الإنذار المبكر. ويسلط الضوء على العمل الحيوي الذي تضطلع به الأوساط المعنية بالحد من مخاطر الكوارث للتأكد من أن هذه الإنذارات المبكرة تفضي إلى عمليات استجابة مبكرة.

وخلال الحفل أكد معالي وزير الطيران المدني اعتزازه وفخره بهذا الصرح العلمي كما أشاد معاليه بدور الهيئة المحوري في تأمين سلامة المواطنين وقطاعي الطيران والملاحة البحرية من خلال الرصدات والتنبؤات الجوية الدقيقة ودور الهيئة المتعاظم في جميع المجالات والمشروعات التنموية.

كما احتضن الاحتفال لقاء ودي جمع بين معالي وزير الطيران المدني والعاملين بالهيئة تمت فيه مناقشة العديد من الموضوعات الهامة المتعلقة بالأرصاد الجوية والمناخ وأكد معاليه مساندته ودعمه الكامل للهيئة في كافة النواحي. كما زار معاليه والوفد المرافق له مركز التنبؤات العددية ومركز التنبؤات الفصلية والمناخ ومركز الرادار ومكتبة الهيئة واستمع باستحسان لما وصلت إليه إمكانيات الهيئة الفنية.

ان الهيئة العامة للأرصاد الجوية تمتلك الريادة

والخبرة في تقديم خدمات موثوقة وعالية الجودة في مجالات الأرصاد الجوية والمناخ والهيدرولوجيا وما يتصل بها من خدمات لجميع قطاعات الدولة المختلفة وذلك بهدف حماية الأرواح والممتلكات من ظواهر الطقس والمناخ المتطرفة ودعم التنمية المستدامة من خلال تقديم أفضل الخدمات الممكنة سواء كانت على البر أو البحر أو الجو.

وتعود الريادة والخبرة للهيئة إلى التاريخ الطويل الذي تمتلكه في رصد العناصر الجوية والتنبؤ بحالة الطقس والإنذار المبكر بنوبات الطقس المتطرفة،وبصفتها العضو الممثل لجمهورية مصر العربية لدى المنظمة العالمية للأرصاد الجوية حيث تحرص دوماً على الوفاء بكافة المتطلبات الفنية الصادرة عن المنظمة فيما يخص أدوات الرصد والتحليل وكذلك مواكبة أحدث التقنيات في الرصد والتنبؤ، ولها دورها الحيوي في معظم القطاعات التنموية في مجالات الزراعة،والموارد المائية، والبيئة وغيرها. وتساهم الهيئة في المشروعات القومية للدولة كمشروع الخريطة التفاعلية للتغيرات المناخية على جمهورية مصر العربية، وأطلس الإشعاع الشمسي ،وأطلس الرياح لاختيار أفضل المواقع في مصر وتحديدها كمحطات لتوليد الطاقة الجديد والمتجددة . ويتعاظم دور الهيئة باستمرار مع كم التطور الذي يحدث في جميع المجالات على أرض مصر، كما أيضا تحمل الهيئة العامة للأرصاد الجوية على عاتقها مسئولية دراسة المناخ وتغيراته وتأثيرات هذه التغيرات على الأمن الغذائي والمائي والطاقة والصحة، وتضع كل أدواتها الفنية للمساهمة في إنجاح مؤتمر الأطراف المعنيين للتغير المناخي (COP٢٧) والمزمع استضافته بمدينة شرم الشيخ في نهاية هذا العام.

ولكن يجب ألا نكتفي بما حققناه حتى الآن، فإننا لا نزال نواجه العديد من التحديات ولا سيما في التأكد من وصول الإنذارات المبكرة إلي الفئات

الضعيفة من المجتمع والتي هي في أمس الحاجة إليها وفى وقت مبكر يسمح باتخاذ إجراءات فعاله للحد من الآثار السلبية لظواهر الطقس والمياه الحادة خاصة في ظل التغير المناخي والذي تتجلي آثاره بوضوح في ازدياد الظواهر الجوية تطرفاً في جميع أنحاء العالم؛فنحن نشهد موجات حر شديدة وحالات جفاف وحرائق غابات أكثر حدة، ويزداد بخار الماء في الغلاف الجوي فيؤدي إلى هطول أمطار غزيرة وحدوث فيضانات قاتلة في بعض المناطق بينما تتعرض مناطق أخرى لنوبات حادة من الجفاف،ويؤدي ارتفاع درجة حرارة المحيطات إلى عواصف مدارية تشتد قوتها، ويزداد ارتفاع مستوى سطح البحر مما يؤثر سلباً على المناطق الساحلية. ونحن نتوقع أن يستمر هذا الاتجاه السلبي إذا لم يتم التعامل الجاد للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

وإلى جانب التخفيف من آثار تغير المناخ يُعدّ التكيّف مع تغير المناخ أولوية قصوى، وتُعدّ نظم الإنذار المبكر بكوارث الطقس وتغير المناخ وسيلة ناجحة للحد من اثار مثل هذه الكوارث والتي تقدمه مرافق الأرصاد الجوية الوطنية.

إن التنبؤات الجوية ونظم الإنذار المبكر حول العالم تزداد دقةً بفضل الحواسيب الفائقة السرعة والأقمار الصناعية والتقدم العلمي في أدوات الرصد عالية الجودة من محطات آليه ورادارات الطقس، وباتت الإنذارات عبر الوسائل المختلفة من الإعلام المرئي والمسموع والمقروء وتطبيقات الهواتف المحمولة للطقس قادرة على الوصول إلى كافة المجتمع وإلى المناطق النائية والتي كان من الصعب الوصول إليها، والهيئة العامة للأرصاد الجوية لا تألو جهداً في التحذير المبكر لجميع قطاعات الدولة ومتخذي القرارات وفى طريقها لتنفيذ تطبيق على الهاتف المحمول للوصول إلى جميع الفئات في المجتمع.

رئيس الوزراء يشهد توقيع بروتوكول تعاون بشأن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بحالات الجو

لواء جوى/ هشام حسن طاحون
رئيس مجلس الإدارة

شــهد الدكتور مصطفــى ، رئيس مجلس الوزراء ، اليوم ، مراســم توقيع بروتوكول تعاون بين وزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات ، والهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية التابعة لوزارة الطيران المدني، بشــأن تنفيذ مشروعات مشتركة لحلول تكنولوجيا قائمة علي تقنيات الذكاء الاصطناعي .

ووقع على بروتوكول التعاون المهندس رأفت هنـدي، نائب وزيـر الاتـصـالات وتكنولوجيا المعلومات، واللواء جوى، هشام حسن طاحون، رئيس مجلس إدارة الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بحضور الدكتور عمرو طلعت، وزير الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات، والطيار محمد منار عنبه، وزير الطيران المدني .

وقــال الـدكـتـور عـمـرو طلعت : إن وزارة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات لديها خطة لتنفيذ عدد من المشروعات مع الهيئة العامة للأرصاد الجوية خاصة المشروعات ذات الصلة بالاستعداد للكوارث الطبيعية والتغيرات

المناخية، من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي الذي أصبح عاملا أساسيا في التنبؤ بحالات الطقس، إذ يمكنه التنبؤ بهطول الأمطار الغزيرة، والأعاصير، والعواصف الرملية .

وأوضح أن الهدف الرئيسي للبروتوكول يتمثل فى تفعيل دور أدوات تكنولوجيا المعلومات وتقنيات الذكاء الاصطناعي كمحرك رئيسي في تطوير الخدمة المقدمة للمهتمين بالأرصاد والتنبؤات الجوية والاعتماد على نظم إدارة وتحليل المعلومات والبيانات، لتقديم خدمات للمتعاملين هدفها إتاحة الخدمة اليكترونيا مع تذليل العقبات التكنولوجية .

من جانبه، أكد وزير الطيران المدني أن الظواهر الطبيعية لم تعد متروكة للصدف والاحتمالات، بل يتم دراسة الأسباب الكاملة وراء نشوب وحدوث هذه الظواهر، ودراسة الآثار الناشئة عن حدوث مثل هذه الظاهرة وكيف تؤثر علي الكون، لافتا إلي أن هذه التنبؤات تساهم في مساعدة كافة الجهات بالدولة علي أخذ كافة الاحتياطات اللازمة لمجابهة مثل هذه الظواهر.

وأضاف : التنبؤ بأوضاع المناخ ومتغيراته، هو أحد أكبر التحديات التي يواجهها كوكب الأرض، وبما أن تقنية الذكاء الاصطناعي أصبح لها تأثير كبير وتدخل في جميع المجالات، بحيث بات بإمكان الذكاء الاصطناعي أن يوفر وسائل مناسبة لكسب المعركة التي يخوضها العالم في تقلبات الطقس المستمرة .

ولفت إلي أن الهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية وهي إحدى الجهات التابعة لوزارة الطيران المدني، تلعب دور محوريا في حماية الأرواح والممتلكات نظرا لكونها الجهة الوحيدة المنوط بها مراقبة التغيرات الجوية والتنبؤ بالطقس، وهو الأمر الذي له تأثيرات مهمة على جوانب الحياة اليومية وصحة الإنسان وسلامة الملاحة الجوية والبحرية، وتقديم كافة الخدمات المرتبطة بالطقس والمناخ للعديد من قطاعات الدولة، كما تقوم الهيئة بتبادل البيانات والمعلومات الخاصة بالأرصاد الجوية على المستوى المحلى والإقليمي والدولي .

وبموجب الاتفاق سيتم تطوير تطبيق الهواتف الذكية (Android , ios) لتقديم خدمات الهيئة العامة للأرصاد الجوية للمواطنين، مدعومة باللغتين العربية والانجليزية، لعرض تنبؤات دقيقة وآنية مع تنبيهات الطقس القاسي بناء على الموقع الجغرافي، وكذا تطوير تطبيق لمعالجة المستندات والتعرف الضوئي الذكي (ocr) لرقمنة السجلات القديمة للحصول على نسخة قابلة للتعديل والنسخ مما يسهل التعامل والاستفادة من البيانات المحفوظة في هذه السجلات .

ويشمل بروتوكول التعاون أيضا تطوير تطبيق واجهة برمجة (API) ، يوفر بيانات الطقس التاريخية وبيانات التنبؤ طويلة المدى عبر واجهة برمجة سهلة الاستخدام ومحددة من خلال العشرات من مقاييس الطقس، وتطوير منصة باستخدام تكنولوجيا تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي المكانية للتنبؤ بالتغيرات المناخية المرتبطة بالفيضانات .

ووفقا للاتفاق الموقع بين الطرفين، سيتم تطوير وميكنة نظم وإجراءات العمل فى الهيئة العامة للأرصاد الجوية فيما يخص منظومة الرصد، ومنظومة إعداد البيانات، ومنظومة الصيانة، فضلا عن توفير البنية الأساسية وأجهزة ومعدات وخطوط ربط وخلافه .

الدورات الهوائيه المحليه

(الرياح المحليه + العواصف المحليه)

د. كمال فهمى محمد
مدير عام الشئون الدوليه

يتكون فى بعــض الاماكن دورات هوائيــه محليه كنتيجه لاختلاف طبيعة سطح الارض فى هذا المكان ومن اهم الدورات

- نسيم البر والبحرland and sea breeze
- الرياح السفحيه الصاعده والهابطهAnabatic and Katabatic winds
- النكباء والشاهقه المائيه Tornadoes and water spouts

١:- نسيم البر

تكون درجة حرارة الهواء عند سطح البحر اثناء الليل اعلى من درجة حرارة الهواء عند الشاطىء المجاور لان الحراره النوعيه للماء اكبر من الحراره النوعيه لليابس ونتيجة لذلك تكون كثافة الهواء عند سطح البحر اقل منها فوق الارض فيرتفع الى اعلى على شكل تيارات هوائيه صاعده ويحل محله هواء من فوق البر وتتكون دوره محليه ويسمى الهواء المتحرك من الشاطىء الى البحر "نسيم البر" وتصاحب هذه الظاهره تكون سحب على البحار بالقرب من الشاطىء فى الليل المتأخر والصباح الباكر.

٢:- نسيم البحر

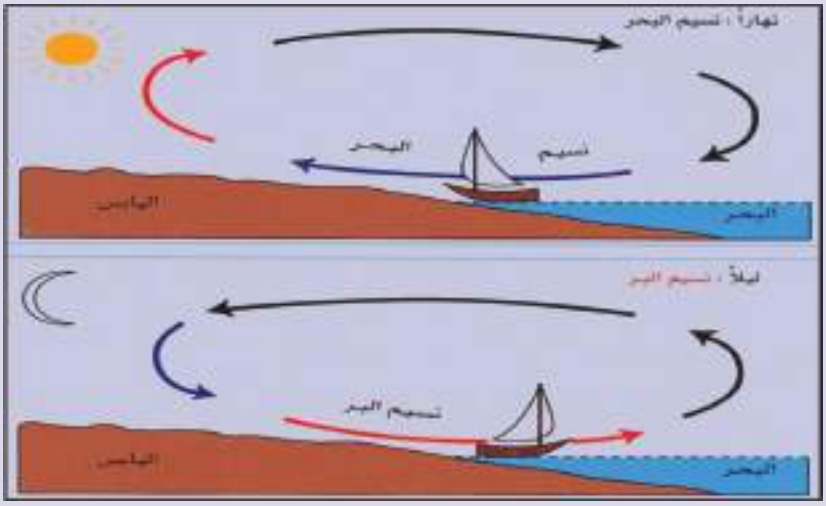
تكون درجة حرارة الهواء عند سطح الشاطىء نهارا اعلى من درجة حرارة الهواء عند سطح البحر المجاور لان اليابس اقل حراره

نوعيه من الماء وبالتالى تكون هناك حركه للهواء من البحر الى البر تسمى نسيم البحر ويهب عادة فى الظهر عندما يزداد الفرق بين درجتى حرارة الهواء عند البحر والشاطىء وتزداد سرعته بزيادة هذا الفرق

الرياح السفحيه الصاعده (اناباتيك) anabatic winds

تختلف درجة حرارة الهواء الملامس لسفوح الجبال والتلال عن درجة حرارة الهواء البعيد عنه على نفس الارتفاع وينتج عن ذلك دوامات هوائيه محليه تعكس اتجاهها مابين الليل والنهار.

الرياح السفحيه الصاعده (اناباتيك) تتكون نهارا حيث الرياح هادئه والسماء صافيه. فى الصباه وسقوط اشعة الشمس تسخن منحدر وارضية الوادى والتى تؤدى الى تسخين الهواء الملامس لها وعليه يصبح الهواء الملامس لمنحدر وارضية الوادى اسخن من الهواء الموجود على نفس الارتفاع وبعيدا عن المنحدر لذلك يبدأ الهواء الساخن الموجود الملامس لمنحدر وارضية الوادى فى الصعود والهواء الابرد الموجود على نفس الارتفاع الافقى يهبط ولاكمال الدوره يتحرك الهواء الموجود على قمة الجبل فى اتجاه الهواء الهابط. وتكون كثيرة الحدوث فى صيف المناطق المداريه وتهب بعد ٣٠ دقيقه من الشروق ونتيجتها يمكن ان تتكون سحب Cu اذا كان الهواء رطب اما اذا كان جاف فلن تتكون



سحب وفى حالة الجو المستقر والهواء الرطب تتكون سحب St والضباب

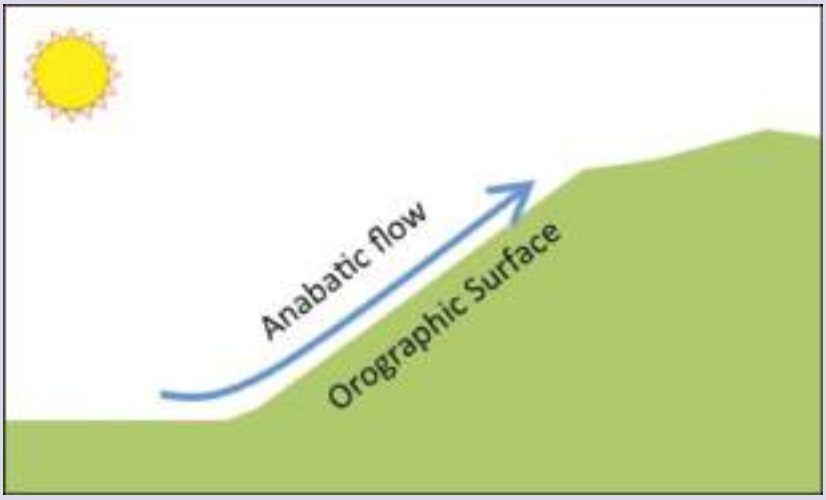
الرياح السفحيه الهابطه (كاتاباتيك) katabatic winds

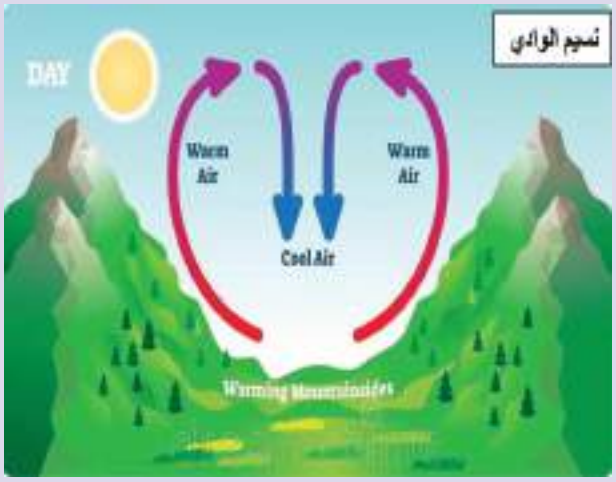
فى الليل يحدث العكسحيث يبرد الهواء الملامس لمنحدر الوادى بصوره اكبر من تبريد الهواء الملامس لمنحدر الوادى الموجود على نفس المستوى الافقى وبعيدا عن المنحدر مما يجعل الهواء الملامس للمنحدر ابرد واكبركثافه فيهبط اما الهواء البعيد عن المنحدر وعلى نفس المستوى اقل فى الكثافه فيتحرك تجاه المنحدر. هذه الرياح تكون كثيرة الحدوث فى شتاء المناطق القطبيه وتهب بعد ٣٠ دقيقه من الغروب بهبوط الهواء يسخن ذاتيا ولكن يمكن ان لاتصل الى نفس درجة حرارة الهواء المحيط وبالتالى يتكون انقلاب حرارى وعليه فرصه لحدوث الضباب الاشعاعى وزيادة تركيز الملوثات

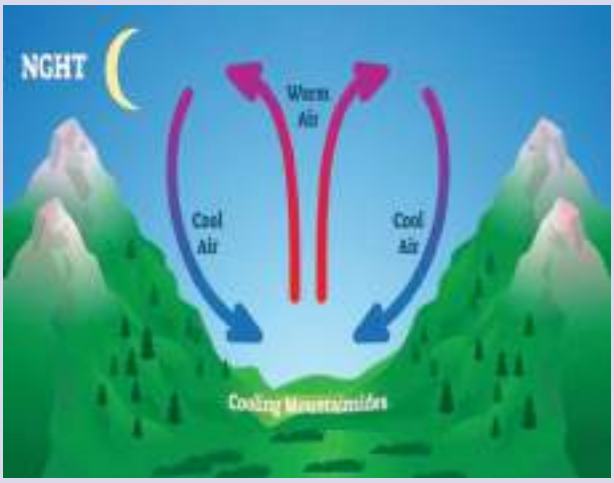
النكباء والشاهقه المائيه tornado and water spout

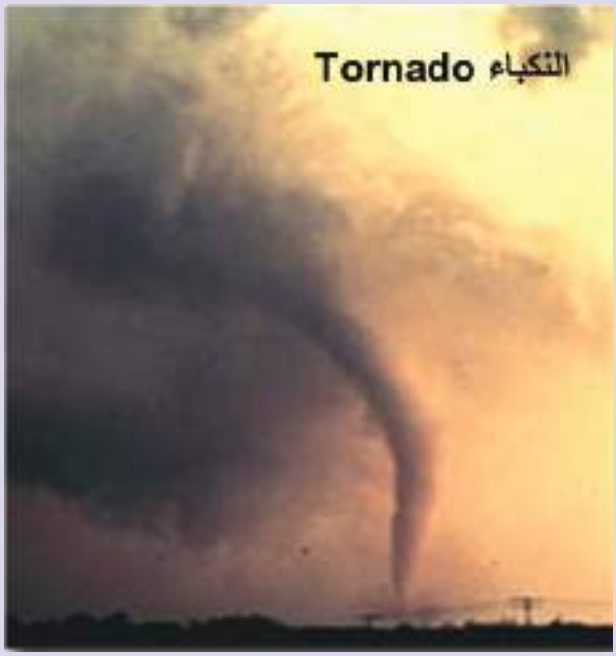
هى نوع من الاعاصير الشديده المتناهيه فى الصغر لايزيد قطرها عن ½ كيلو لا يمكن رسمها على خريطةالطقس.وتتميزبالانخفاض الشديد فى الضغط الجوى عند مركزها مما يترتب عليه ازدياد قوة تدرج الضغط لصغر قطرها وبالتالى شدة سرعة الرياح المصاحبه لها. وتظهر هذه الاعاصير على شكل دوامه هوائيهعنيفه جدا مصاحبه لسحب Cbالشاهقهوالتى يتدلى من قاعدتها قمع متجه برأسه الى اسفل فى اتجاه رأسى او فى اتجاه مائل ليلتقى بسطح الارض وظهور هذا القمع والذى يسمى احيانا بالسحب القمعيهFunnel cloud او سحب النكباء tornado clouds دليل على عنف العاصفه وعدم الاستقرار الشديد بها وتختلف تسمية هذه الاعاصير باختلاف طبيعة السطح الذى تتحرك فوقه فمثلا عندما تتحرك فوق اليابس

تسمى بالنكباء tornado ويتميز بكبر حجم القمع المصاحب له اذ يبلغ قطره الملتصق بقاعدة السحب الركاميهالمزنيه عدة مئات من الامتار وعندما تتحرك فوق البحار تسمى الشاهقهالمائيهwater spout وهى اقل شده من النكباء واصغر منها حجما حيث لايزيد قطر القمع الملتصق بقاعدة السحب الركاميهالمزنيه عن ١٠ امتار









الحالة المناخية السائدة والمتوقعة خلال فصل الشتاء على جمهورية مصر العربية

للفترة (ديسمبر-يناير-فبراير)

إعداد:

د.عواطف ابراهيم مصطفي عبدالهادي

اخصائي اول الإدارة العامة للبحث العلمي

الحالة المناخية السائدة:

هي معرفة حالة الطقس لمنطقة معينة خلال فترة زمنية طويلة قد تزيد عن ثلاثين عاما.

تقع مصر بين دائرتي عرض ٢٢° -٣٢° شمالا، كما تمتد ما بين خطي طول ٢٥° و ٣٧° شرقا، ويعني ذلك أنها تشبه مربعا كبيرا تبلغ مساحته نحو مليون كيلومتر مربع، بينما تقع معظم مساحة مصر في النطاق المداري الجاف (الصحراوي) الذي يقع بين دائرتي عرض ١٨°-٣٠° شمالا. أما المناطق الواقعة شمال خط عرض ٣٠° شمالا، تدخل ضمن مناخ البحر المتوسط والذي يمتد بين دائرتي عرض ٣٠° -٤٠° شمالا، لذا يلاحظ أن مصر يتميز مناخها بشكل عام بالدفء شتاء وارتفاع درجة الحرارة صيفا مع اعتداله خلال فصلي الربيع والخريف.

العناصر المناخية لفصل الشتاء:

تتطلب معرفة الصفات المناخية لمنطقة ما التعرف على الأوضاع الجوية السينوبتيكية السائدة المرتبطة بالدورة العامة للرياح وأنظمة الغلاف الجوي التي تؤثر على جمهورية مصر العربية بشكل متكرر وفي فصل الشتاء تتراجع أوضاع فصل الخريف وتبدأ أوضاع فصل الشتاء في التكون. تقع مصر في هذا الفصل تحت

تأثير الرياح الشمالية الغربية التي تأتي من الغرب محمله ببخار الماء في كثير من الأحيان، تصل إلينا بصحبة منخفضات جوية قادمة من الغرب مصدرها البحر المتوسط، تجلب كتل هوائية باردة وينتج عن هذه المنخفضات في أغلب الأحيان أمطار، خاصة على الساحل الشمالي والدلتا ونادرا ما تسقط أمطار على مصر الوسطى والجنوبية.

تحليل الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر (MSLP) والرياح:

من تحليل معلومات الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر للبيانات المناخية المأخوذه من الهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية (EMA) كما هو موضح {بالشكل والجدول رقم (١)} تتأثر مصر بمناطق الضغط الجوي المرتفع فوق جزر الأزور بالمحيط الأطلنطي، كما تتأثر أيضا بمناطق الضغط الجوي المرتفع فوق اليابس المصري وشمال أفريقيا وشبه الجزيرة العربية نتيجة انخفاض درجات الحرارة.

لذلك تتأثر مصر بنوعين من الرياح، أولا رياح شمالية غربية تحدث نتيجة المنخفضات الجوية التي تمر فوق البحر المتوسط وشمال مصر، وهي رياح رطبه محمله ببخار الماء تؤدي إلى سقوط أمطار غزيرة خاصة على المناطق الشمالية، ويقل تأثير الرياح الشمالية الغربية كلما اتجهنا جنوبا. ثانيا الرياح الشمالية التجارية وهي رياح باردة وجافة تهب على مصر حتى المنيا جنوبا، وقد يؤدي هبوبها إلى انخفاض شديد في درجة الحرارة تسمي بالموجات الباردة وذلك لقدومها من المناطق الباردة في آسيا وأوربا.

تحليل درجات الحرارة العظمى:

تنخفض درجات الحرارة بشكل عام في فصل الشتاء خاصة في المناطق الجبيلة العالية والمناطق الداخلية. بتحليل البيانات المناخية لدرجات الحرارة العظمى خلال فصل الشتاء كما هو موضح {بالشكل والجدول رقم (٢)} من الجدول نلاحظ أن شهر يناير يتميز بانه أبرد شهور فصل الشتاء وتتراوح درجات الحرارة العظمى شتاء في مصر بين ١٩° م في الشمال، ٢١° م في الوسط، ٢٦° م في الجنوب، أنظر {الشكل رقم (٢د)}.

تحليل درجات الحرارة الصغرى:

بتحليل البيانات المناخية لدرجات الحرارة الصغرى كما هو موضح {بالشكل والجدول رقم (٣)} خلال فصل الشتاء تتراوح درجات الحرارة الصغرى في مصر بين ٥° م في الشمال، ٦° م في الوسط، ١٤° م في الجنوب، وقد تنخفض درجات الحرارة في بعض الليالي إلى ما يقرب من الصفر المئوي في بعض المناطق الداخلية، وذلك نتيجة تعرضها لهبوب رياح باردة أثناء الليل إضافة إلى بعدها عن المسطحات المائية وزيادة معدلات الإشعاع الحراري الأرضي أنظر {الشكل رقم (٣د)}.

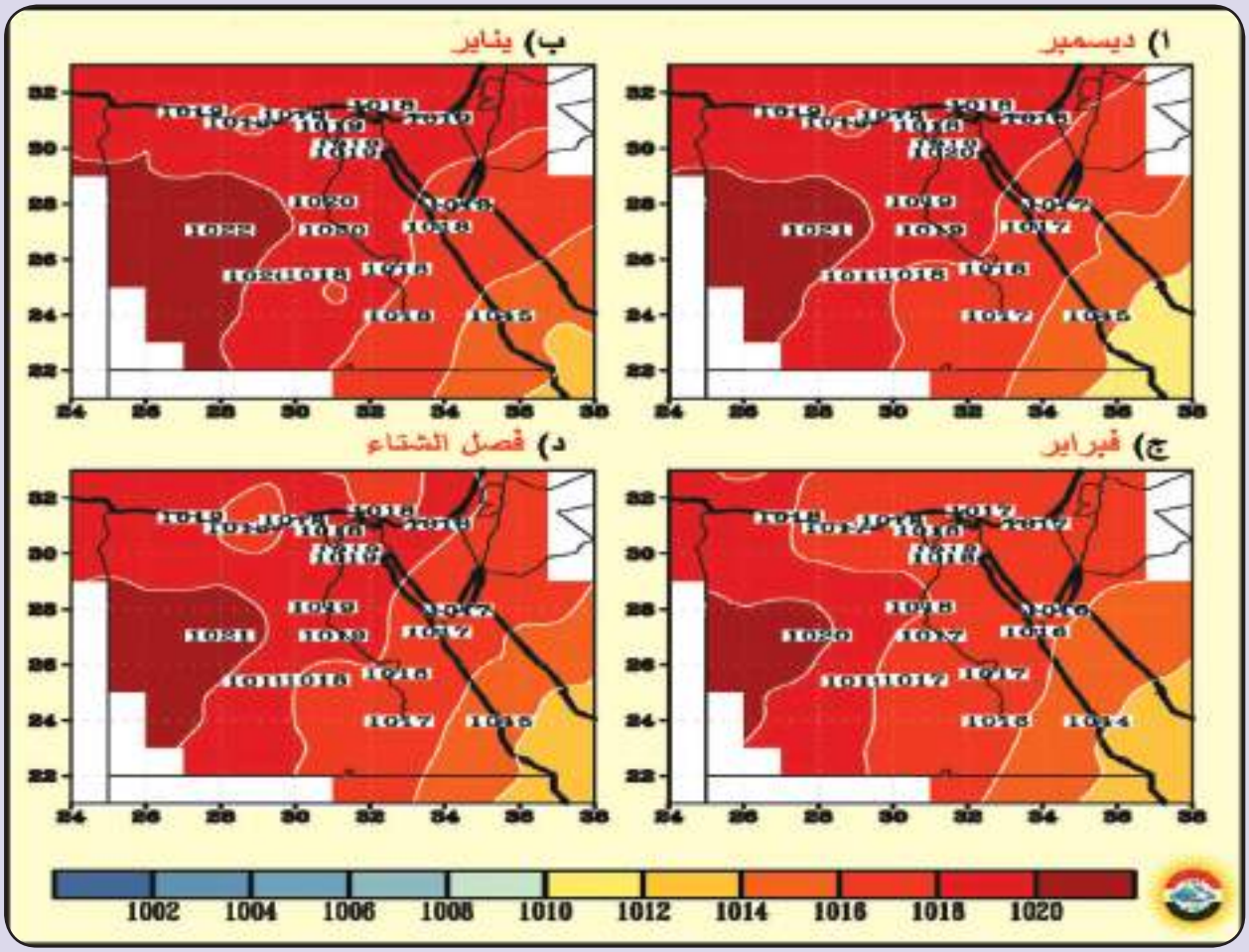
معدلات هطول الأمطار:

يعد فصل الشتاء فصل سقوط الأمطار الرئيسي في مصر، حيث يسقط خلاله نحو ٩٠٪ من المطر السنوي وتنتج الأمطار عن المنخفضات الجوية القادمة مع الرياح الشمالية الغربية كما هو موضح {بالشكل والجدول رقم (٤)}. تزداد كمية المطر السنوي على الساحل الشمالي بشكل عام وتتناقص بشكل مطرد من الشمال إلى الجنوب، حيث تقل بشكل كبير في الوسط وتكاد تنعدم في الجنوب، كما تقل الأمطار على ساحل البحر الأحمر وخليجي العقبة والسويس مقارنة بساحل البحر المتوسط. ونلاحظ من الشكل أن أقصى قيمة للمطر على الإسكندرية قد تصل إلى ١٤٠ مليمتر خلال فصل الشتاء.

وبعد الانتهاء من معرفة الحالة المناخية السائدة في فصل الشتاء نذهب إلى الجزء الآخر وهو التوقعات الموسمية ويعد التنبؤ الموسمي للمناخ مهما للغاية ويرتبط بمجموعة متنوعة من التطبيقات العملية التي تستفيد منه الكثير من القطاعات منها الاجتماعية والاقتصادية وقطاعات كثيره أخرى مثل قطاعات إدارة الطاقة، الزراعة، والتخطيط الصحي والعمراني، والسياحي. هذا إلى جانب الحد من مخاطر الطقس، والقضايا الأمنية مثل التنبؤ بالكوارث، وقضايا الأمن الغذائي ونقص الموارد المائية. وبالتالي فإن التنبؤ الموسمي يمكن أن يساعد صانعي القرار في التخفيف وربما الحد من هذه المخاطر. تقوم التوقعات الفصلية على أساس توصيف عام للحالة الجوية وانحراف العناصر الجوية عن قيمها المناخية خلال فترة مستقبلية تمتد لعدة أشهر وتهتم هذه التوقعات بعنصرين أساسيين من أهم عناصر المناخ وهما هطول الأمطار، ودرجات الحرارة.

تسمح التنبؤات الموسمية باستدلال ضئيل على الطقس المتوقع فإذا كان التنبؤ الموسمي على سبيل المثال أقل من المعدل فمن المستحيل أن يكون ذلك دليلا على أن كل يوم خلال هذه الفترة سيكون أقل من المعدل المناخي لذلك فاحتمالية وجود بعض الحالات والتي تسمي بالمتطرفة (Extreme Weather Events) مثل الأمطار الغزيرة لا تظهر في مخرجات النماذج المناخية طويله المدى ويمكن التنبؤ بها من خلال التوقعات قصيرة المدى الصادرة عن الهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية.

معدل الضغط الجوي (هيكتوبسكال) علي جمهورية مصر العربية

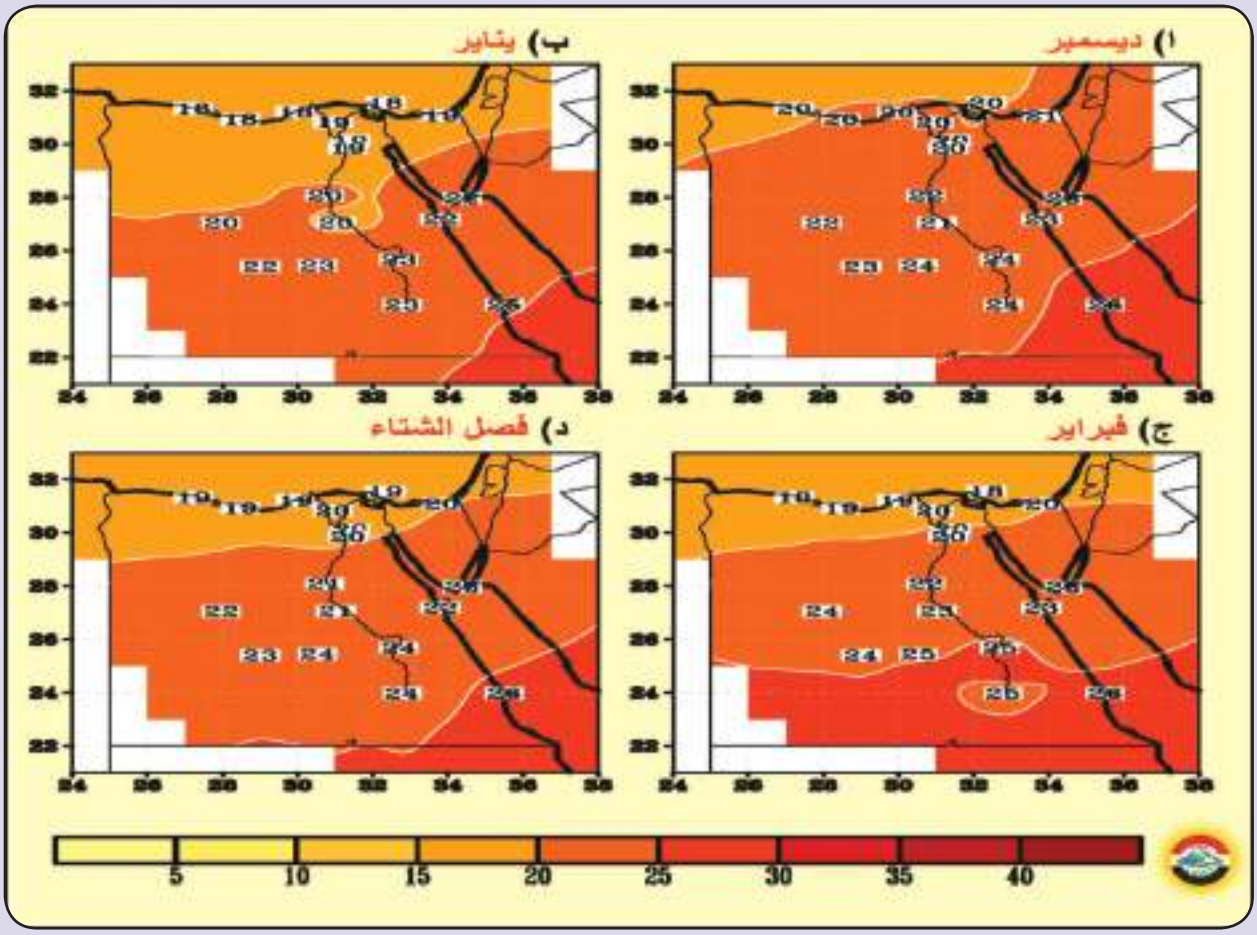


الشكل (١): معدل الضغط الجوي (هيكتوبسكال) عند مستوى سطح البحر، ا) ديسمبر، ب) يناير، ج) فبراير، د) فصل الشتاء)ديسمبر- يناير-فبراير(للفترة المناخية (١٩٨١-٢٠١٠) -EMA

	ديسمبر	يناير	فبراير		ديسمبر	يناير	فبراير		ديسمبر	يناير	فبراير
مرسى مطروح	1019.3	1019.4	1018.2	مطار القاهرة	1019.1	1019.2	1017.9	الداخلة	1019.4	1019.9	1018.7
الضبعة	1017.9	1017.9	1016.9	حلوان	1019.8	1018.9	1017.7	الفرافرة	1021.1	1021.5	1020.3
الأسكندرية- النزهة	1018.5	1018.7	1017.5	المنيا	1019.1	1019.5	1018.1	الخارجة	1017.9	1018.5	1017.1
بورسعيد	1018.2	1018.4	1017.3	أسيوط	1019.4	1019.8	1017.4	مطار شرم الشيخ	1016.9	1017.5	1016.3
العريش	1018.3	1018.6	1017.4	الأقصر	1017.6	1018.2	1016.9	مطار الغردقة	1017.2	1017.6	1016.3
طنطا	1018.4	1018.6	1017.5	أسوان	1017.1	1017.6	1016.5	رأس بيناس	1014.6	1015.3	1014.3

جدول (١): معدل الضغط الجوي (هيكتوبسكال) عند مستوى سطح البحر للفترة المناخية (١٩٨١-٢٠١٠) -EMA

معدلات درجة الحرارة العظمى (درجة مئوية) علي جمهورية مصر العربية

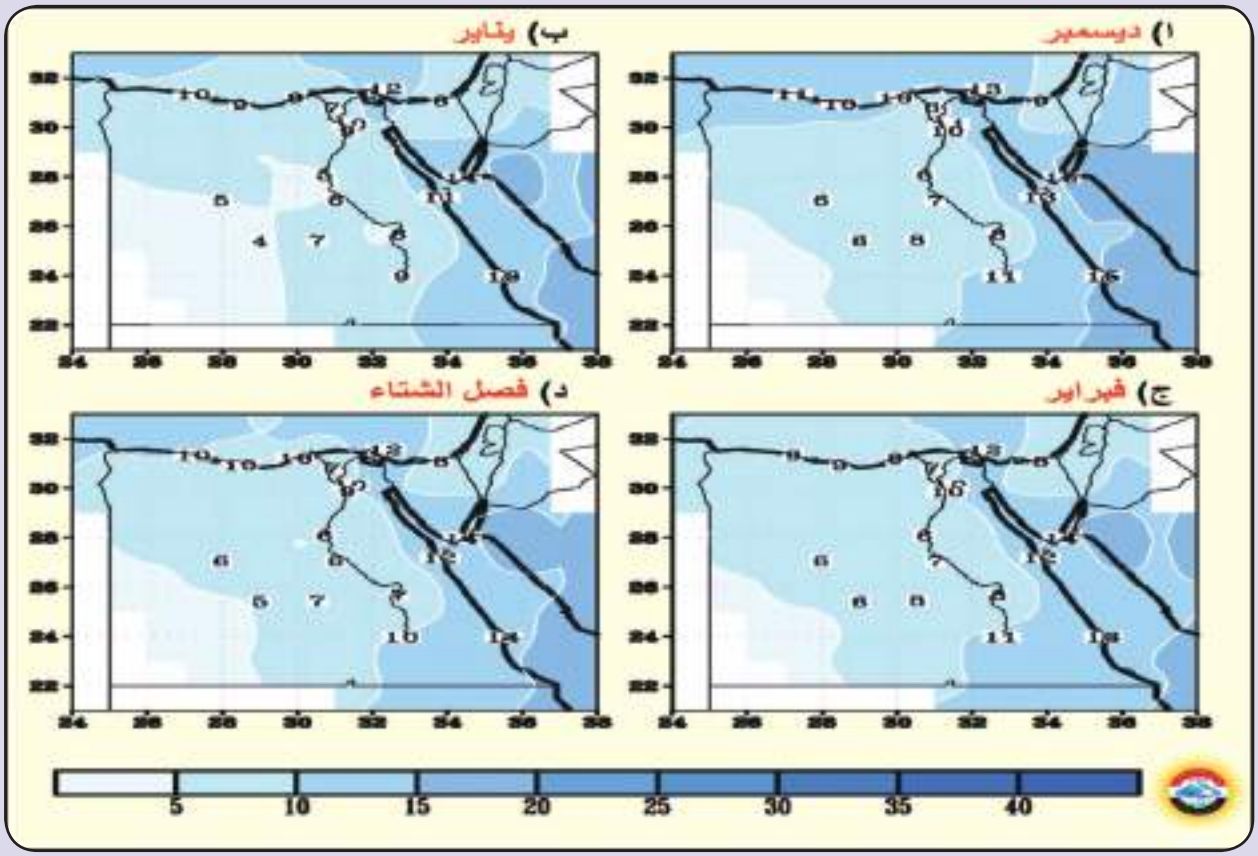


الشكل (٢): معدلات درجة الحرارة العظمى (درجة مئوية) عند ارتفاع ٢ متر فوق سطح الأرض. ا) ديسمبر ب) يناير ج) فبراير د) فصل الشتاء)ديسمبر- يناير-فبراير(للفترة المناخية (١٩٨١-٢٠١٠) –EMA

	ديسمبر	يناير	فبراير		ديسمبر	يناير	فبراير		ديسمبر	يناير	فبراير
مرسى مطروح	19.7	17.9	18.4	مطار القاهرة	20.4	19	20.3	الداخلة	23.2	22.4	24.4
الضبعة	20.2	18.5	19.1	حلوان	19.8	18.8	20.2	الفرافرة	21.7	20.4	23.5
الأسكندرية- النزهة	20.1	18.3	18.6	المنيا	21.5	20.4	22.1	الخارجة	24.1	22.6	24.7
بورسعيد	19.8	18.0	18.4	أسيوط	21.1	19.5	22.6	مطار شرم الشيخ	23.4	21.9	23.0
العريش	20.9	19.1	19.8	الأقصر	24.3	23.0	25.1	مطار الغردقة	23.2	21.7	22.7
طنطا	20.4	18.8	19.6	أسوان	24.2	22.9	24.8	رأس بيناس	26.4	24.7	25.5

جدول (٢): معدلات درجة الحرارة العظمى (درجة مئوية) عند ارتفاع ٢ متر للفترة المناخية (١٩٨١-٢٠١٠) -EMA

معدلات درجة الحرارة الصغرى (درجة مئوية) علي جمهورية مصر العربية

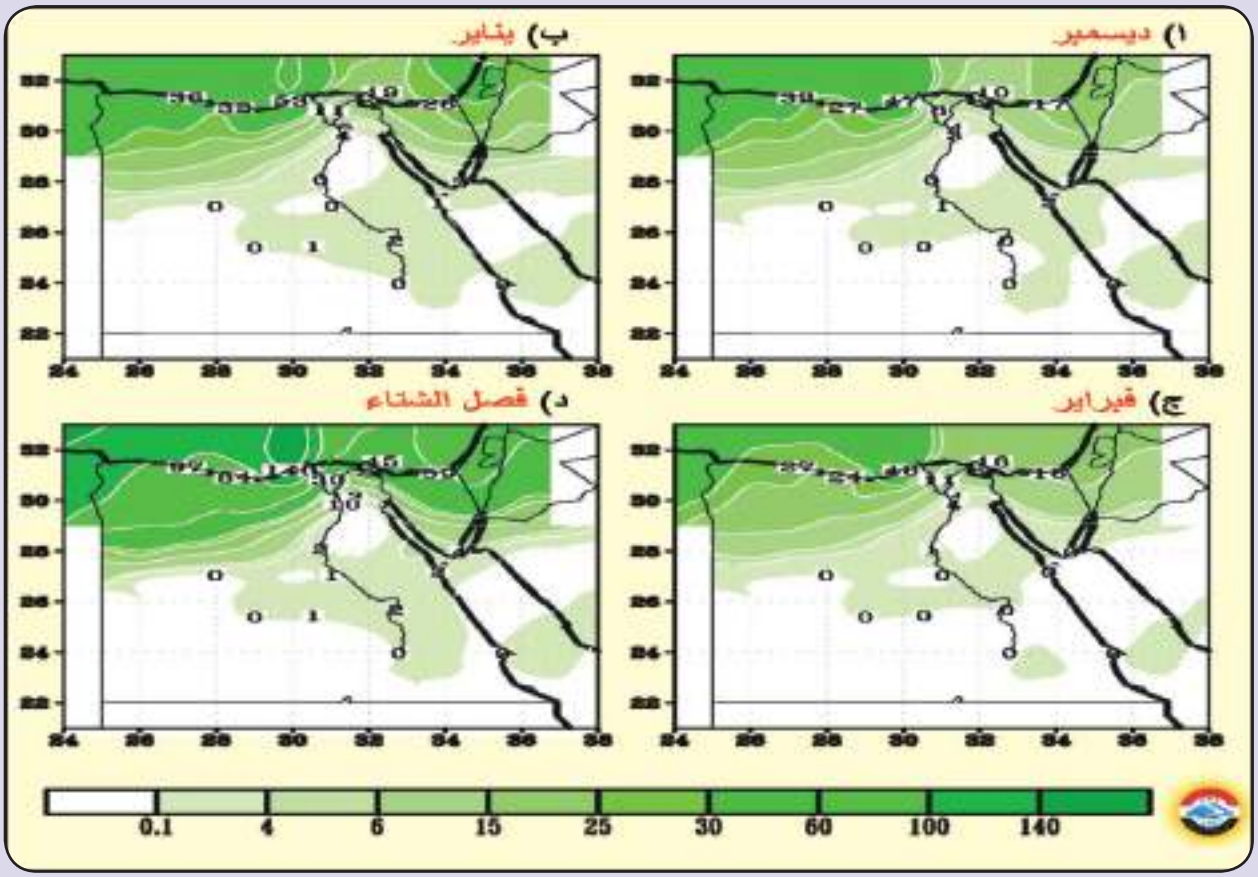


الشكل (٣): معدلات درجة الحرارة الصغرى (درجة مئوية) عند ارتفاع ٢ متر فوق سطح الأرض. ا) ديسمبرر ب) يناير ج) فبراير د) فصل الشتاء)ديسمبر- يناير-فبراير(للفترة المناخية (١٩٨١-٢٠١٠) -EMA

	ديسمبر	يناير	فبراير		ديسمبر	يناير	فبراير		ديسمبر	يناير	فبراير
مرسى مطروح	10.8	9.50	9.40	مطار القاهرة	11.0	9.70	10.3	الداخلة	5.90	4.30	5.60
الضبعة	10.5	9.10	9.20	حلوان	9.50	8.70	9.80	الفرافرة	6.10	5.00	6.10
الأسكندرية- النزهة	10.5	9.30	9.30	المنيا	6.50	4.90	6.00	الخارجة	8.20	6.60	7.50
بورسعيد	13.4	11.6	11.8	أسيوط	6.90	5.50	6.60	مطار شرم الشيخ	15.1	13.5	14.0
العريش	8.70	7.50	8.00	الأقصر	7.80	5.90	7.80	مطار الغردقة	13.0	11.2	11.7
طنطا	8.30	6.80	6.80	أسوان	11.3	8.8	11.0	رأس بيناس	15.2	13.1	13.2

جدول (٣): معدلات درجة الصغرى (درجة مئوية) عند ارتفاع ٢ متر للفترة المناخية (١٩٨١-٢٠١٠) -EMA

معدلات هطول الأمطار (مليميتر) علي جمهورية مصر العربية



الشكل (٤): معدلات هطول الأمطار (مليميتر) عند سطح الأرض. ا) ديسمبر، ب) يناير، ج) فبراير، د) فصل الشتاء (ديسمبر- يناير-فبراير(للفترة المناخية (١٩٨١-٢٠١٠) -EMA

	ديسمبر	يناير	فبراير		ديسمبر	يناير	فبراير		ديسمبر	يناير	فبراير
مرسى مطروح	33.1	36.5	27.3	مطار القاهرة	4.50	4.80	4.10	الداخلة	0.00	0.10	0.10
الضبعة	27.3	32.4	24.5	حلوان	2.70	3.70	3.50	الفرافرة	0.00	0.20	0.30
الأسكندرية- النزهة	46.7	52.9	40.2	المنيا	0.40	0.50	0.70	الخارجة	0.00	0.60	0.00
بورسعيد	10.0	19.2	15.7	أسيوط	0.60	0.20	0.10	مطار شرم الشيخ	1.30	2.60	0.20
العريش	17.0	26.3	15.7	الأقصر	0.10	1.60	0.10	مطار الغردقة	1.50	0.60	0.00
طنطا	8.30	10.6	11.0	أسوان	0.10	0.10	0.00	رأس بيناس	0.10	0.20	0.00

جدول (٤): معدلات هطول الأمطار (مليميتر) عند سطح الأرض للفترة المناخية (١٩٨١-٢٠١٠) -EMA

التنبؤ بفصل الشتاء لعام ٢٠٢١/٢٠٢٢ على جمهورية مصر العربية:

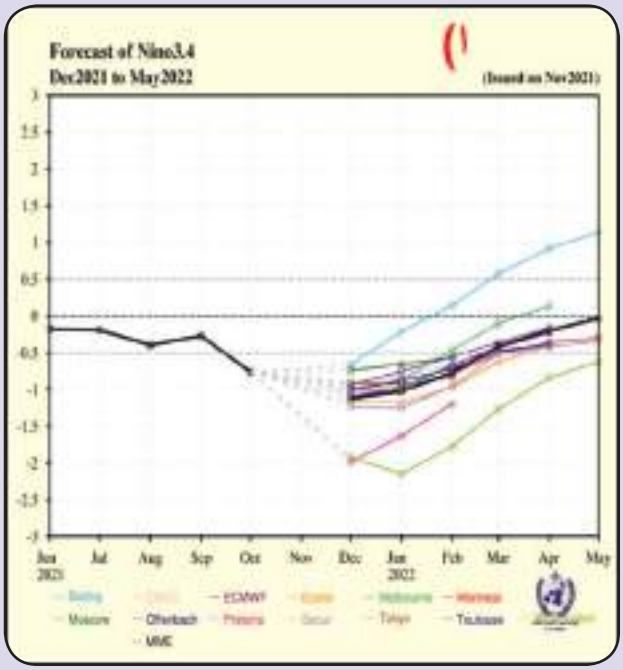
يتم اعداد هذا التنبؤ في شهر نوفمبر حيث يبدأ فصل الشتاء فلكيا في يوم الأربعاء ٢١ ديسمبر٢٠٢١ وينتهي في يوم الثلاثاء ٢٠ مارس ٢٠٢٢. تستند التوقعات الفصلية على نتائج النماذج المناخية الديناميكية والإحصائية، فضلاً عن الخصائص المناخية للاتصالات واسعة النطاق المعروفة عن بعد في الغلاف الجوي والتي تعرف بـ (Teleconnections). ويوجد العديد من هذه الظواهر التي تؤثر على النظام المناخي والتقلبات المناخية وبالتالي تؤثر أيضا على التنبؤات المناخية والفصلية على منطقتنا ومن هذه المؤشرات على سبيل المثال لا الحصر:

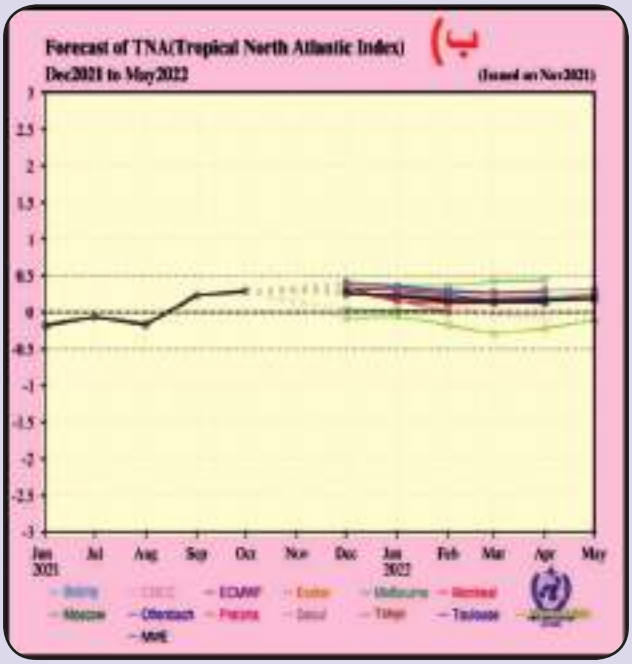
مؤشر التذبذب الجنوبي (ENSO) ومؤشر المحيط الأطلنطي الشمالي (NAO):

النينو التأرجح الجنوبي (El Niño-Southern Oscillation) واختصاره الرسمي ENSO ويشار إليه ببساطة باسم إل نينو (El Niño)هو ظاهرة مناخ محيطي مرتبطة كوكبية. العلامتان المميزتان للمحيط الهادي، إل نينو و لانينا هما تقلبات هامة في درجات حرارة المياه السطحية بشرق المحيط الهادي الاستوائي. والنينو (El Niño) هي المرحلة الدافئة في حين أن النينا أو كما تعرف بـ"لا نينا" (La Niña)، هي المرحلة الباردة. وهذه التغيرات في درجات الحرارة السطحية العادية، لها تأثيرات هائلة على الطقس والمناخ في جميع أنحاء العالم، وهذه المرحلة عادة ما تدوم ما بين ٩ و١٢ شهرا، كما يمكن أن تستمر لسنوات قد تمتد ما بين سنتين إلى ٧ سنوات.

التذبذب شمال الأطلسي (NAO) هو ظاهرة

جوية في شمال المحيط الأطلسي حيث يوجد نظام ضغط منخفض دائم فوق أيسلندا (منخفض أيسلندي) ونظام ضغط مرتفع دائم فوق جزر الأزور (جزر الأزور المرتفعة) يتحكمان في اتجاه وقوة الرياح الغربية المتجهة إلى أوروبا. تختلف نقاط القوة والمواقف النسبية لهذه الأنظمة من سنة إلى أخرى ويعرف هذا الاختلاف باسم التذبذب شمال الأطلسي(NAO) . يؤدي الاختلاف الكبير في الضغط في المحطتين فإذا كان المؤشر مرتفع،





الشكل (٥): توقعات التغير المناخي عن المعدل. ا) مؤشر النينو ٣,٤، ب) مؤشر المحيط الأطلسي.

يُشار إليه NAO) +) إلى زيادة الغرب، وبالتالي فصول الصيف الباردة والشتاء المعتدل والرطب في وسط أوروبا وواجهتها الأطلسية. في المقابل، إذا كان المؤشر منخفضًا (NAO-)، يتم قمع الغرب ، وتعاني مناطق شمال أوروبا من فصول الشتاء الباردة والجافة وتتجه العواصف جنوبًا.ويؤدي هذا إلى زيادة نشاط العواصف وهطول الأمطار في جنوب أوروبا وشمال إفريقيا.

تظهر توقعات مؤشر النينو ٣,٤ خلال فصل الشتاء إلى وجود تغيرات سلبيه طيلة فترة التوقع (لانينا) كما هو موضح {بالشكل رقم (٥أ) (كما يشير مؤشر المحيط الأطلسي إلى المرحلة الحيادية كما هو موضح {بالشكل رقم (٥ب).

تم إعداد هذا التنبؤ باستخدام ١٣ نموذج كوكبي واعتمدت دقة هذا التنبؤ على مدى التوافق بين هذه النماذج ممثلة في قيمة احتمال التوافق بينهم فإذا كان الاحتمال أقل من ٤٠ ٪ هذا يعني أنه لايوجد سيناريو واضح وبالتالي يفضل متابعة التنبؤات قصيرة ومتوسطة المدى

ديسمبر/ يتوقع أن تكون درجات الحرارة أعلى من المعدل على جميع مناطق جمهورية مصر العربية كما هو موضح {بالشكل رقم (٦أ) (وذلك باحتمال توافق بين النماذج يصل إلى ٧٠٪ خاصة على السواحل الشمالية الشرقية كما هو موضح {بالشكل رقم (١٧).

يناير/ يتوقع أن تكون درجات الحرارة أعلى من المعدل على جميع مناطق جمهورية مصر العربية كما هو موضح {بالشكل رقم (٦ب) {باحتمال توافق بين النماذج ٦٠٪ على شمال الجمهورية كما هو موضح {بالشكل رقم (٧ب){ بينما درجات الحرارة المتوقعة على جنوب الجمهورية أعلى من المعدل باحتمال توافق بين النماذج ٥٠٪.

فبراير/ يتوقع أن تكون درجات الحرارة أعلى من المعدل على معظم أنحاء جمهورية مصر ا لعربية كما هو موضح} بالشكل رقم (٦ج){ باحتمال توافق بين النماذج ٥٠٪ كما هو موضح {بالشكل رقم (٧ج).{

توقعات درجات الحرارة السطحية لفصل الشتاء:

تشير التوقعات الفصلية لشتاء هذا العام بمشيئة الله تعالى إلى درجات حرارة سطحية أعلى من المعدل على معظم أنحاء جمهورية مصر العربية كما هو موضح (بالشكل رقم (٦د)) وذلك باحتمال توافق بين النماذج يصل إلى ٧٠٪ بالأخص على شمال البلاد كما هو موضح} بالشكل رقم (٧د) .

التوقعات الشهرية للأمطار:

ديسمبر/ يتوقع أمطار حول المعدل على وسط وجنوب جمهورية مصر العربية كما هو موضح) بالشكل رقم (٨أ) (وذلك باحتمال توافق بين النماذج قد يصل إلى ٦٠٪ بينما شمال الجمهورية فلا يوجد سيناريو واضح للتنبؤ كما هو موضح (بالشكل رقم (١٩).

يناير/ يتوقع أمطار حول المعدل على وسط وجنوب جمهورية مصر العربية كما هو موضح (بالشكل رقم (٨ب)) وذلك باحتمال توافق بين النماذج قد يصل إلى ٥٠٪ بينما شمال الجمهورية فلا يوجد سيناريو واضح للتنبؤ كما هو موضح (بالشكل رقم (٩ب).

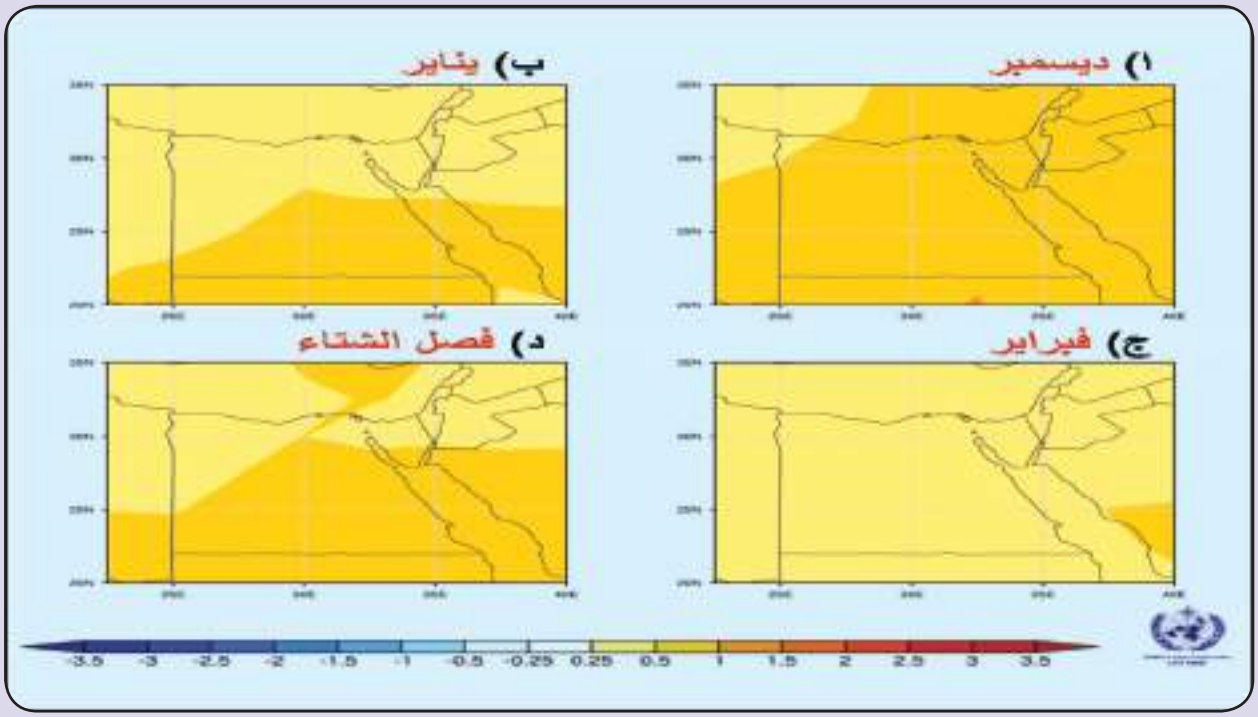
فبراير/ يتوقع أمطار حول المعدل على وسط وجنوب جمهورية مصر العربية كما هو موضح { بالشكل رقم (٨ج){ وذلك باحتمال توافق بين النماذج قد يصل إلى ٥٠٪ بينما شمال الجمهورية فيتوقع أمطار أقل من المعدل كما هو موضح (بالشكل رقم (٩ج).

توقعات هطول الأمطار لفصل الشتاء:

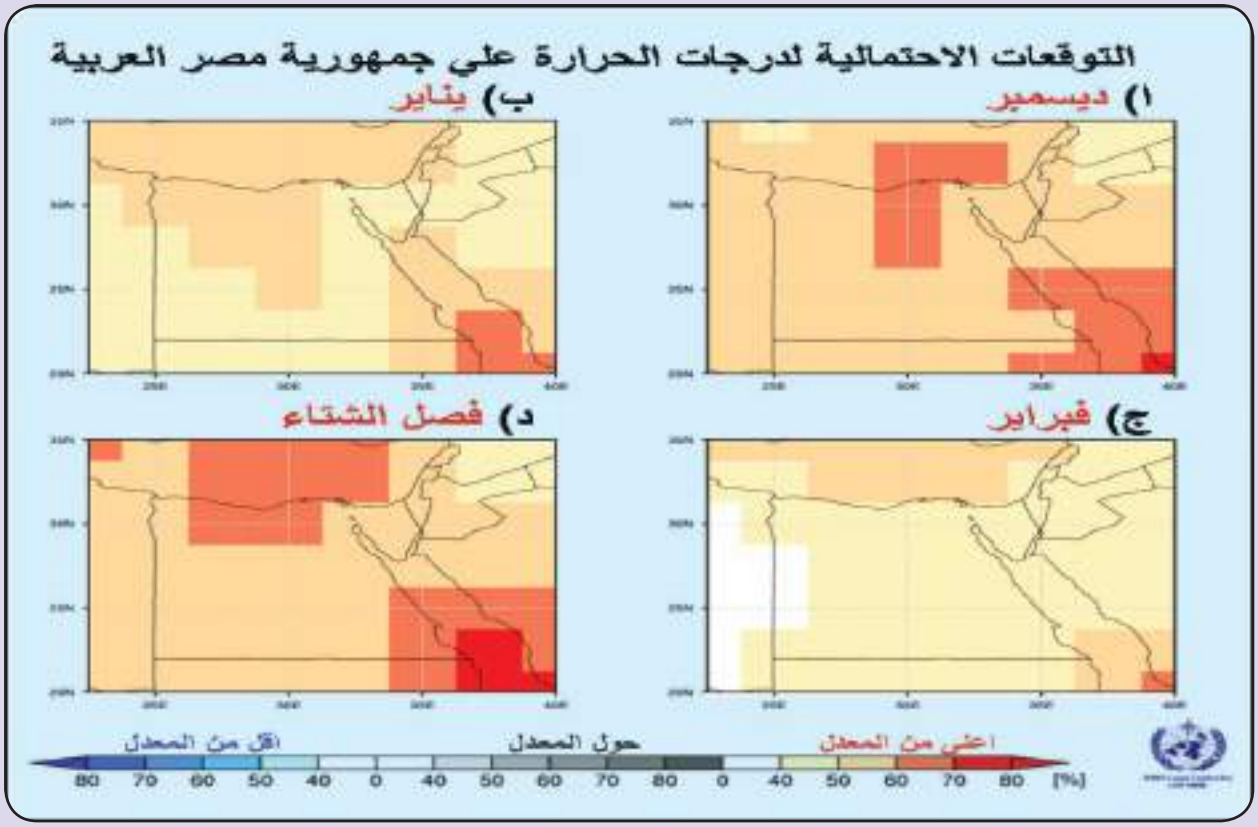
تشير التوقعات الفصلية لشتاء هذا العام بمشيئة الله تعالى إلى هطول أمطار أقل من المعدل على السواحل الشمالية لجمهورية مصر العربية وحول المعدل على باقي الجمهورية كما هو موضح (بالشكل رقم (٨د)) وذلك باحتمال توافق بين النماذج قد يصل إلى ٦٠٪ كما هو موضح (بالشكل رقم (٩د) .

وأخيرا وليس آخرا إلى اللقاء مع التوقعات القادمة بمشيئة الله تعالى

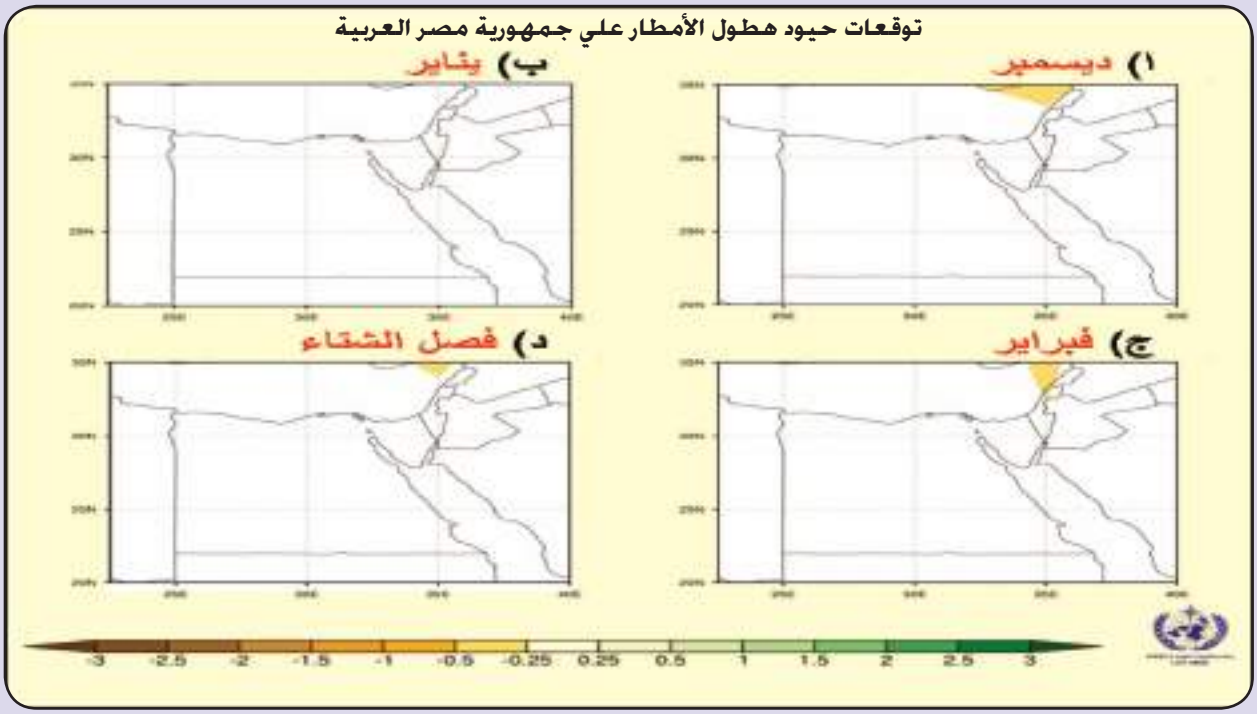
توقعات حيود درجات الحرارة على جمهورية مصر العربية



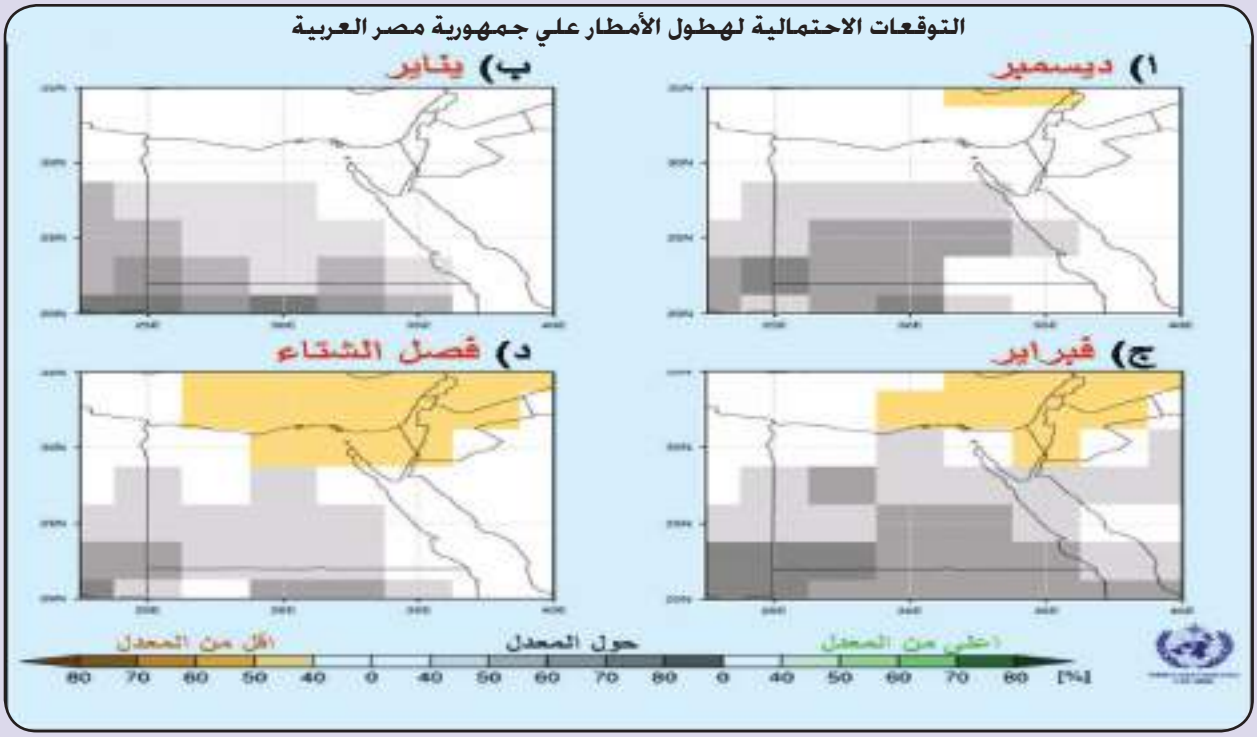
الشكل (٦): توقعات الحيود عن المعدل لدرجات الحرارة على ارتفاع ٢ متر، ا) ديسمبر، ب) يناير، ج) فبراير، د) فصل الشتاء (ديسمبر- يناير-فبراير)



الشكل (٧): التوقعات الاحتمالية لدرجات الحرارة على ارتفاع ٢ متر، ا) ديسمبر، ب) يناير، ج) فبراير، د) فصل الشتاء (ديسمبر- يناير-فبراير)



الشكل (٨): توقعات الحيود عن المعدل لهطول الأمطار عند سطح الأرض ا) ديسمبر ب) يناير ج) فبراير د) فصل الشتاء (ديسمبر- يناير-فبراير)



الشكل (٩): التوقعات الاحتمالية لهطول الأمطار عند سطح الأرض ا) ديسمبر ب) يناير ج) فبراير د) فصل الشتاء (ديسمبر- يناير-فبراير)

المراجع

https://emirate.wiki/wiki/North_Atlantic_oscillation
https://www.marefa.org/%D8%A5%D984%_%D986%%D98%A%D986%%D98%A%D988%
https://ncm.gov.sa/ar/Pages/default.aspx
https://tadqeek.alsharekh.org/

بخار الماء في الغلاف الجوي

اعداد : حنان محمد
مدير ادارة الامتحانات والتقييم
الادارة العامة للبرامج والتقييم

يلعب بخار الماء فى الجو دورا كبيرا إذ أنه يتسبب فى تكوين معظم الظواهر الجوية مثل الندى و الصقيع والضباب والسحب والهطول والعواصف الرعدية كما أن لبخار الماء دورا رئيسيا فى حفظ حرارة الكرة الأرضية وغلافها الجوى.

ويوجد الماء فى الجو على إحدى حالاته الثلاث:

١- الصلبة على شكل بللورات جليد أو ثلج.

٢- السائلة على شكل قطرات من الماء تختلف حجومها باختلاف الأحوال التى تعيش فيها.

٣- الغازية على شكل بخار غير منظور يسمى بخار الماء.

ويمر بخار الماء بدورة ذات ثلاثة أطوار هى البخر والتكثف والهطول. شكل (١)

٣- يحصل الهواء على بخار الماء عن طريق عمليتي التبخر(التحول من ماء إلى بخار) والتسامي (التحول من جليد إلى بخار). ويفقد الهواء بخار الماء من خلال عمليتي التكاثف (التحول من بخار إلى ماء) والترسيب (التحول من بخار إلى جليد).وبعض بخار الماء المتكاثف يهطل إلى الارض على شكل أمطار وثلوج. شكل(٢)

أولا البخر

● يوجد بخار الماء فى الجو نتيجة لعملية البخر من كافة الأسطح المائية كالمحيطات والبحار التى تشغل حوالى أربعة أخماس سطح الكرة الأرضية وكذلك من البحيرات والنباتات والأرض الرطبة وغيرها.

● يتوقف البخر أساسا على فرق ضغط بخار الماء على سطح الماء والهواء الملامس له. وبذلك يساعد على سرعة البخر عوامل أهمها جفاف الهواء وارتفاع درجة حرارة سطح الماء ، كما يزداد البخر بازدياد سرعة الهواء.

● عندما يختلط بخار الماء بالهواء الجاف الخالى من بخار الماء يسمى الهواء رطبا.

تأثير بخار الماء على كثافة الهواء

كثافة بخار الماء فى درجات الحرارة العادية أقل من كثافة الهواء الجاف فى هذه الدرجة والنسبة بينهما هى ٨/٥ ولذلك فان اختلاط بخار الماء بالهواء الجاف يسبب تقليل كثافة الهواء بعد أن أصبح رطبا. وكلما زادت كمية بخار الماء فى الجو قلت كثافة الهواء.

تشبع الهواء ببخار الماء

أ- للهواء فى درجة حرارة معينة القدرة على حمل كمية معينة من بخار الماء لا يستطيع أن يحمل أكثر منها وتتوقف هذه الكمية على درجة حرارة الهواء فكلما زادت درجة حرارته كلما زادت هذه الكمية. شكل (٣)

ب- يقال للهواء المختلط بأقصى كمية من بخار الماء يمكن أن يحملها فى درجة حرارته أنه هواء مشبع عند نفس درجة الحرارة ولكل درجة حرارة معينة توجد كمية معينة من بخار الماء لازمة لتشبع الهواء عندها.

مقاييس الرطوبة

١- نسبة الخلط: هي كتلة بخار الماء الموجود في الهواء فعلا إلى كتلة الهواء الجاف ووحدة قياسها جم/كجم. ونسبة الخلط الاشباعية هي كتلة بخار الماء اللازمة لاشباع كتلة معينة من الهواء.

٢- ضغط بخار الماء: هو الضغط الناتج عن كتلة بخار الماء الموجودة فعلا في الهواء ،ويعبر عنه بالهكتوباسكال. **وضغط بخار الماء الاشباعي** هو الضغط الناتج عن كتلة بخار الماء في الهواء المشبع.

٣- الرطوبة النسبية:

أ- تعرف الرطوبة النسبية بأنها النسبة المئوية بين كمية بخار الماء الموجودة فعلا فى حجم معين من الهواء والكمية اللازمة لتشبع هذا الحجم ببخار الماء فى نفس درجة الحرارة ، فمثلا: إذا كانت درجة حرارة الهواء ١٦° س وكمية بخار الماء به ٧ جم /م٣ والكمية اللازمة لتشبعه فى نفس درجة الحرارة هى ١٤ جم /م٣ فان الرطوبة النسبية فى هذه الحالة

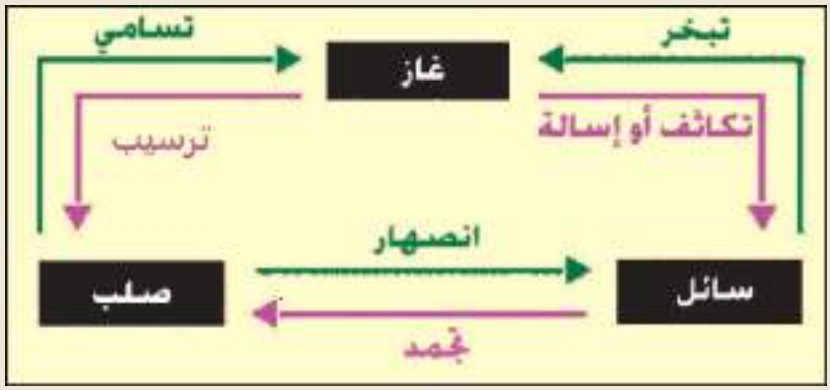
= ٧/١٤ × ١٠٠ = ٥٠٪.

ب- كما تعرف الرطوبة النسبية بأنها النسبة المئوية بين ضغط بخار الماء الموجود فى الهواء وضغط بخار الماء الاشباعي فى نفس درجة حرارة الهواء وتستعمل الرطوبة النسبية كمقياس لكمية بخار الماء الموجود فى الجو.

ج- كما أن الرطوبة النسبية تعتبر مقياسا لدرجة التشبع للهواء فكلما زادت قيمتها كلما كان الهواء قريبا من حالة التشبع حتى إذا ما وصلت هذه القيمة إلى ١٠٠٪ كان الهواء مشبعا. شكل(٤)

د- وللرطوبة النسبية للهواء فوق الأرض تغير يومى DIURNAL VARIATION يسير عكسيا مع التغير اليومى لدرجة الحرارة لأنه كلما زادت درجة حرارة الهواء زادت كمية الرطوبة المطلقة اللازمة لتشبع الهواء. وعلى ذلك تقل الرطوبة النسبية أثناء النهار حتى تصل إلى نهايتها الصغرى مع النهاية العظمى لدرجة الحرارة وتزداد أثناء الليل حتى تصل إلى نهايتها العظمى مع النهاية الصغرى اليومية لدرجة

شكل (١) دورة بخار الماء في الطبيعة



شكل (٢) تحول الماء من صورة الى اخرى

الحرارة. شكل (٥)

٤- الرطوبة المطلقة:

هى عبارة عن كتلة بخار الماء الموجودة فى وحدة الحجوم من الهواء ويعبر عنها بعدد جرامات بخار الماء الموجودة فى متر مكعب من الهواء. $\rho_v = \frac{m_v}{V}$

حيث : ρ_v كثافة بخار الماء وتمثل الرطوبة المطلقة

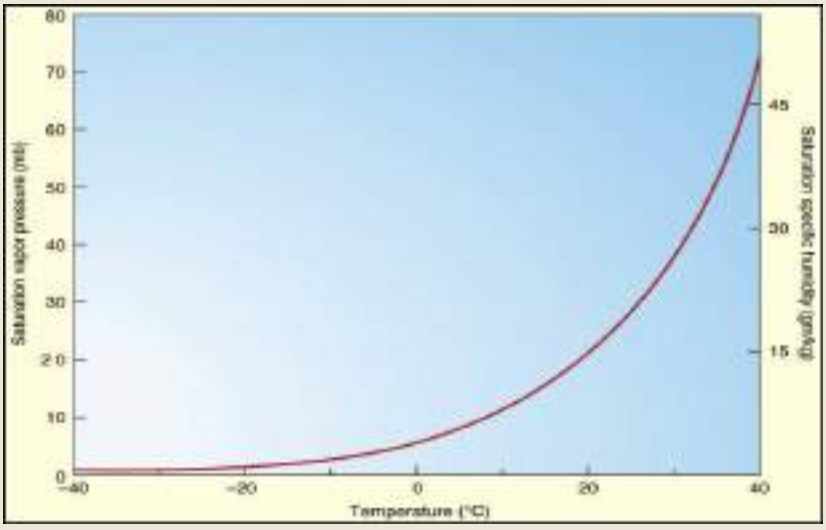
m_v: عدد جرامات بخار الماء

V : حجم الهواء

إذا كانت الرطوبة المطلقة عند أى درجة حرارة أقل من تلك اللازمة لتشبع الهواء عند هذه الدرجة يقال أنه غير مشبع أما إذا كان الهواء فى درجة حرارة معينة يحمل كمية من بخار الماء أكثر من تلك الكمية اللازمة لتشبعه فى هذه الدرجة فيقال للهواء أنه هواء فوق المشبع.

٥- درجة حرارة نقطة الندى:

تعرف نقطة الندى بأنها درجة الحرارة التى لو برد الهواء إليها لأصبح مشبعا بما فيه من بخار ماء مع ثبوت الضغط وكمية بخار الماء أثناء هذه العملية.وتستخدم نقطة الندى في مجال الارصاد الجوية للدلالة على الرطوبة عند مقارنتها بدرجة حرارة الهواء.فكلما زاد الفرق بين نقطة الندى ودرجة الحرارة زاد جفاف الهواء. وإذا تساوت الدرجتان يكون الهواء مشبعا والرطوبة النسبية ١٠٠٪.



شكل (٣) العلاقة بين درجة الحرارة وضغط البخار المشبع

٦- درجة حرارة الترمومتر المبلل:

أدني درجة حرارة يمكن الوصول إليها من خلال تبخير الماء في هواء ثابت الضغط.

٧- الرطوبة النوعية:

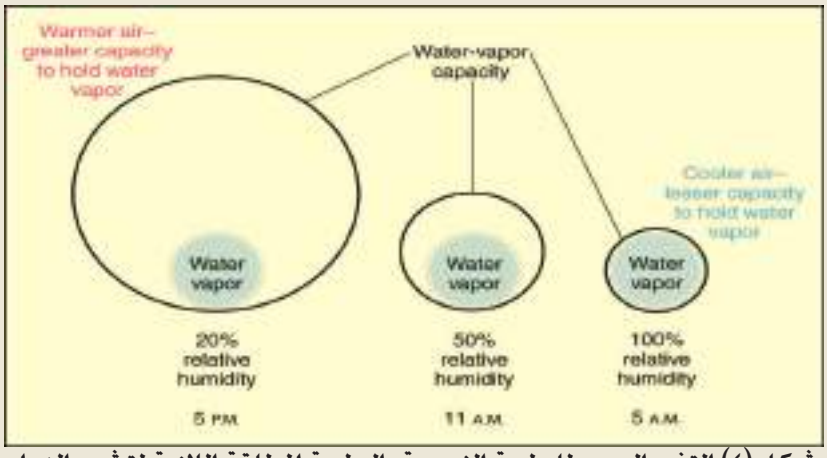
هى عدد جرامات بخار الماء الموجودة فى كيلو جرام من الهواء الرطب

ويجب ملاحظة ما يلى:

١- أثناء عملية التبريد تظل نقطة الندى كما هى طالما أن كمية بخار الماء لم تتغير وكلما تقاربت درجة حرارة الهواء من نقطة الندى اقترب الهواء لحالة التشبع.

٢- عندما يصل الهواء إلى درجة التشبع ببخار الماء نجد أن درجة الحرارة للهواء ونقطة الندى أصبحتا متساويتين.شكل (٦)

٣- إذا برد الهواء إلى أقل من نقطة الندى فانه يصبح فى حالة (فوق التشبع) أى أن ما فيه من بخار الماء أزيد من الكمية اللازمة لتشبعه وفى هذه الحالة يحاول الهواء التخلص من هذه الكمية الزائدة فتتكثف على هيئة قطرات صغيرة من الماء أو بللورات من الجليد وفقا لدرجة الحرارة عندئذ.



شكل (٤) التغير اليومي للرطوبة النسبية والرطوبة المطلقة اللازمة لتشبع الهواء

ثانيا تكثف بخار الماء

التكثف هو عبارة عن عملية تحويل بخار الماء الموجود فى الجو من حالته الغازية غير المرئية إلى حالته السائلة التى تظهر على شكل تجمعات من قطرات الماء أو بللورات جليد على إحدى الصور الآتية:

أ- الندى (DEW) أو الصقيع (FROST) عندما يتكثف بخار الماء على شكل قطرات من الماء إذا كانت درجة الحرارة أكبر أو أصغر من الصفر السلسيوس على الترتيب.

ب- الضباب (FOG) عندما يتكثف بخار الماء على شكل قطيرات فى طبقة من الهواء تلامس قاعدتها سطح الأرض.

ج- السحب (CLOUDS) عندما يتكثف بخار الماء على شكل قطيرات من الماء أو بللورات جليد فى طبقة أو كتلة من الهواء بحيث تكون قاعدتها غير ملامسة لسطح الأرض.

د- التكثف هو المرحلة التى تلى تشبع الهواء ببخار الماء فى دورة حياة بخار الماء فى الجو بمعنى أن التكثف لا يحدث فى الجو إلا بعد مرور الهواء بمرحلة التشبع حيث يميل الهواء إلى التخلص من بخار الماء الزائد عن حاجة التشبع. شكل(٧)

لتكثف بخار الماء فى الجو يلزم توفير عاملين أساسين:

أ- توفر نويات التكثف.

ب- وصول الهواء إلى درجة التشبع اللازمة للتكثف.

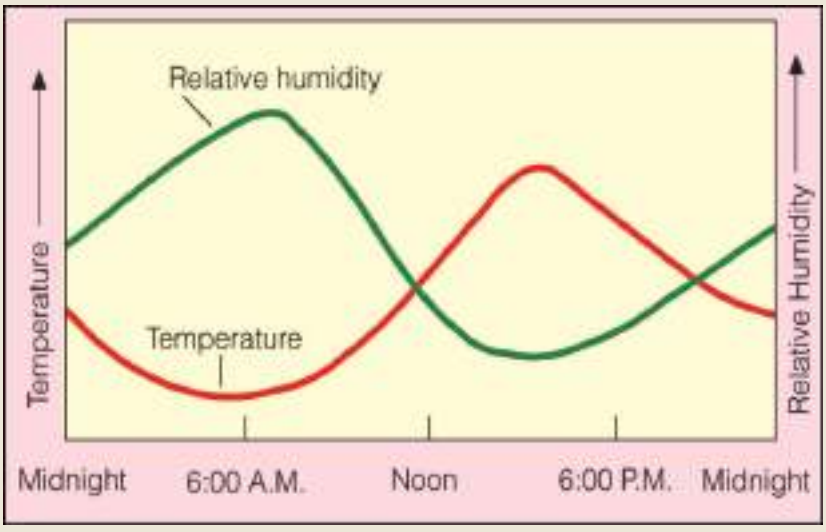
ونظرا لأن نويات التكثف ذات الميل المائى متوفرة فى الجو فيمكن القول بأن الشرط الأساسى للتكثف هو وصول الهواء إلى درجة التشبع بإحدى الطرق الآتية:

(١) زيادة كمية بخار الماء الموجود فى الهواء إلى الكمية اللازمة لتشبعه مع بقاء درجة حرارة الهواء ثابتة.ومن أهم أشكال التكثف التى تحدث بهذه الطريقة:

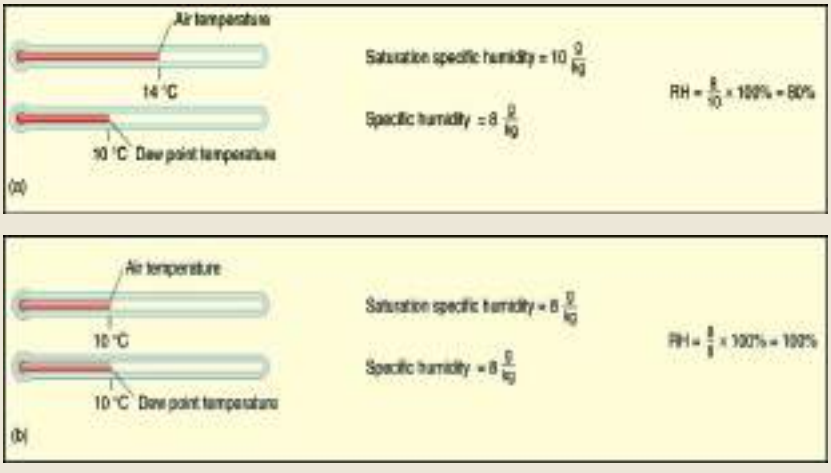
أ- السحب التى تتكون تحت الجبهات الحارة نتيجة لسقوط أمطار من هذه الجبهات فى هواء بارد وكذلك الضباب الذى يتكون فى هذه الأحوال ويسمى ضباب أمطار الجبهات الحارة. شكل (٨)

ب- دخان البحر الذى يتكون عندما يمر هواء بارد على سطح المحيطات والبحار الساخنة عادة SEA SMOKE. شكل (٩)

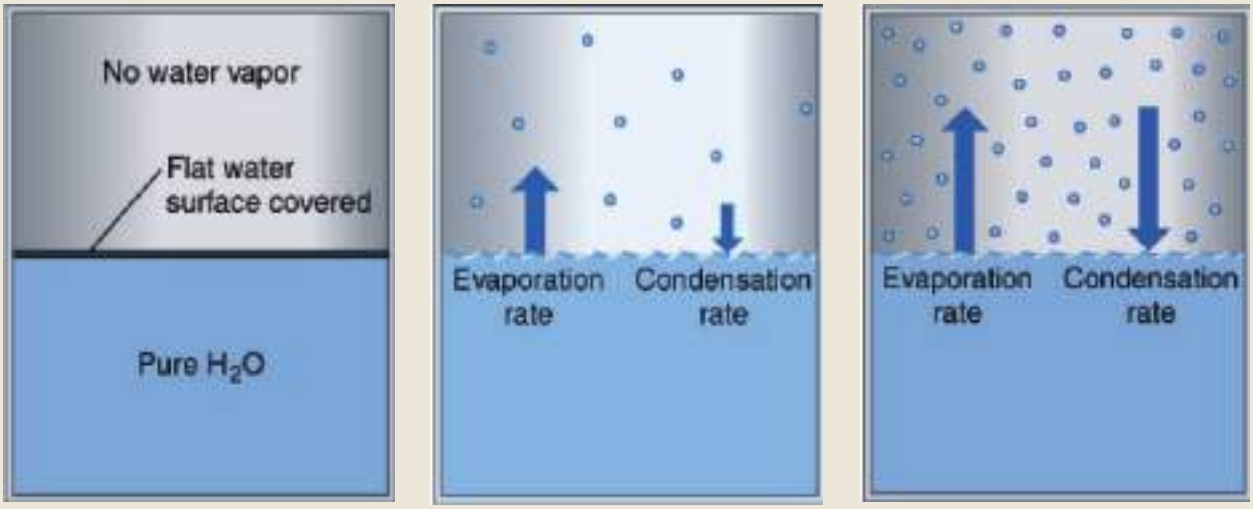
(٢) تبريد الهواء بطريقة أو أخرى إلى درجة أقل من نقطة الندى بحيث تصبح كمية بخار الماء الموجود فى الهواء كافية لتشبع الهواء أو زائدة عن التشبع ، والغرض من تبريد الهواء إلى



شكل (٥) التغير اليومي للرطوبة النسبية ودرجة الحرارة



شكل (٦) تغير الرطوبة النسبية نتيجة لتبريد الهواء الى نقطة الندى



شكل (٧) حدوث التكثف نتيجة لتشبع الهواء ببخار الماء

درجة حرارة أقل من نقطة الندى هو تعويض الارتفاع الجزئى فى درجة الحرارة الذى يحدث نتيجة لانطلاق الحرارة الكامنة للبخر عند حدوث التكثف ، وهذه الطريقة هى الأكثر شيوعا فى الجو وتحدث بإحدى الطرق الآتية:

تبريد الهواء بالتوصيل CONDUCTION

وذلك حينما يلامس أو يمر هواء رطب دافئ على سطح بارد درجة حرارته أقل من نقطة الندى للهواء

ومن أشكال التكثف التى تحدث بهذه الطريقة:

١- الندى أو الصقيع:

الذى يحدث على الأسطح الباردة فى الليالى الصافية وعلى زجاج النوافذ فى الأماكن المغلقة عندما يكون الهواء الخارجى باردا والذى يتكون على السطح الخارجى لكوب يحتوى على ماء بارد.

٢- الضباب:

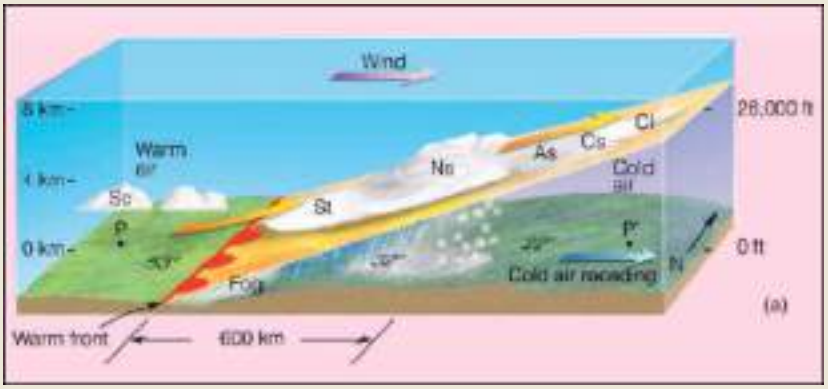
الذى يتكون أما نتيجة تناقص درجة حرارة سطح الأرض أثناء الليالى بدرجة أكبر من درجة حرارة الهواء ويسمى ضباب الإشعاع أو نتيجة لمرور هواء دافئ رطب فوق سطح بارد درجة حرارته أقل من نقطة الندى للهواء ويسمى ضباب الانتقال الأفقى.

تبريد الهواء بالمزج MIXING

عندما تمتزج كميتان من الهواء إحداهما ساخنة والأخرى باردة وتكون الرطوبة النسبية لكل منهما قريبة من التشبع فقد ينتج عن ذلك تكثف بخار الماء لوصول الهواء الناتج إلى درجة التشبع فى درجة الحرارة الجديدة للمخلوط شكل (١٠)، ومن أبرز نتائجها تكون الضباب الذى يعرف باسم ضباب المزج.

التبريد الذاتي للهواء ADIABATIC COOLING

١- إذا أجبرت كمية من الهواء على الصعود رأسيا فى الجو فإنها تتمدد نتيجة لانتقالها إلى مستويات ذات ضغط أقل باستمرار وعندما تتمدد هذه الكمية من الهواء فإنها تحتاج إلى طاقة. ولما كان الهواء موصلا غير جيد للحرارة فان الهواء الصاعد لا يتأثر بالأحوال المحيطة به ويعتبر معزولا حراريا عن الجو المحيط بمعنى أنه لا يستمد أى حرارة من



شكل (٨) ضباب امطار الجبهات الحارة

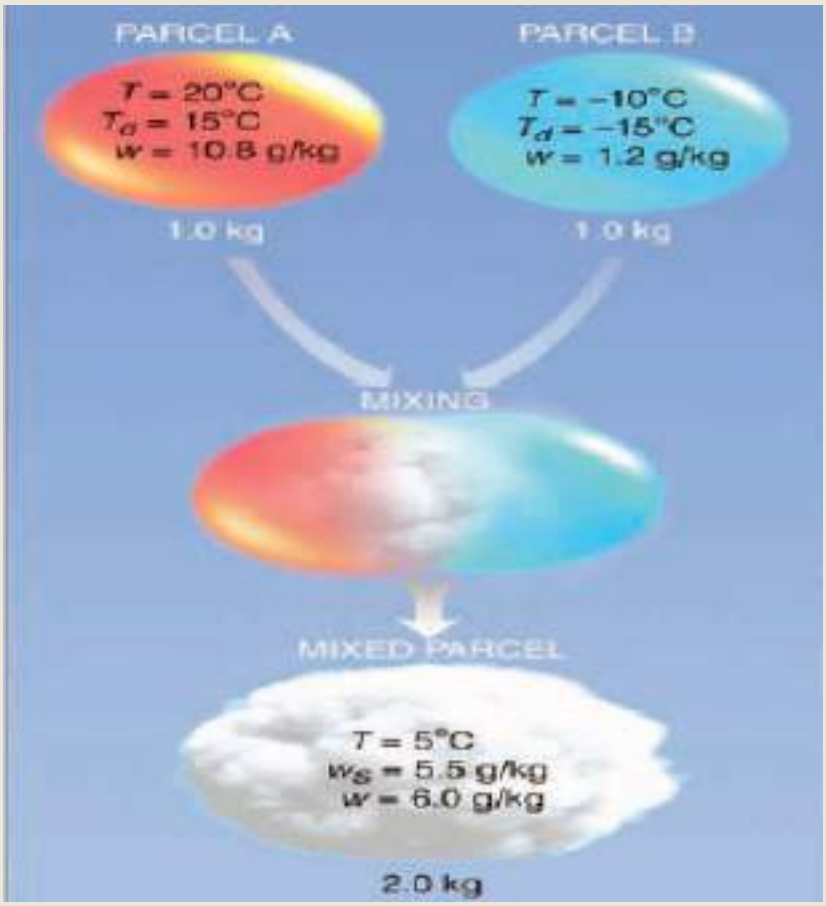
الجو المحيط به أو يمده بحرارة وعلى ذلك فان الشغل المبذول نتيجة لتمدد الهواء الصاعد لابد وأن يكون على حساب الطاقة الداخلية للهواء نفسه وبذلك تقل درجة حرارته ، ويسمى هذا التناقص فى درجة حرارة الهواء الصاعد « التبريد الذاتى «.

٢- من أهم أشكال التكثف التى تحدث نتيجة التبريد الذاتى السحب لأن الهواء إذا صعد فى الجو ذاتيا بأى طريقة من الطرق مثل التسخين أو الصعود على الجبهات أو الجبال أو المنخفضات فانه يبرد وبذلك يقترب الهواء من التشبع حتى يصل إلى المستوى الذى يصل فيه إلى هذه الدرجة ويسمى مستوى التكثف CONDENSATION LEVEL فإذا ما صعد الهواء فوق هذا المستوى يتكثف بخار الماء مكونا السحب شكل (١١) ، ومعظم أنواع السحب تتكون بهذه الطريقة العامة.

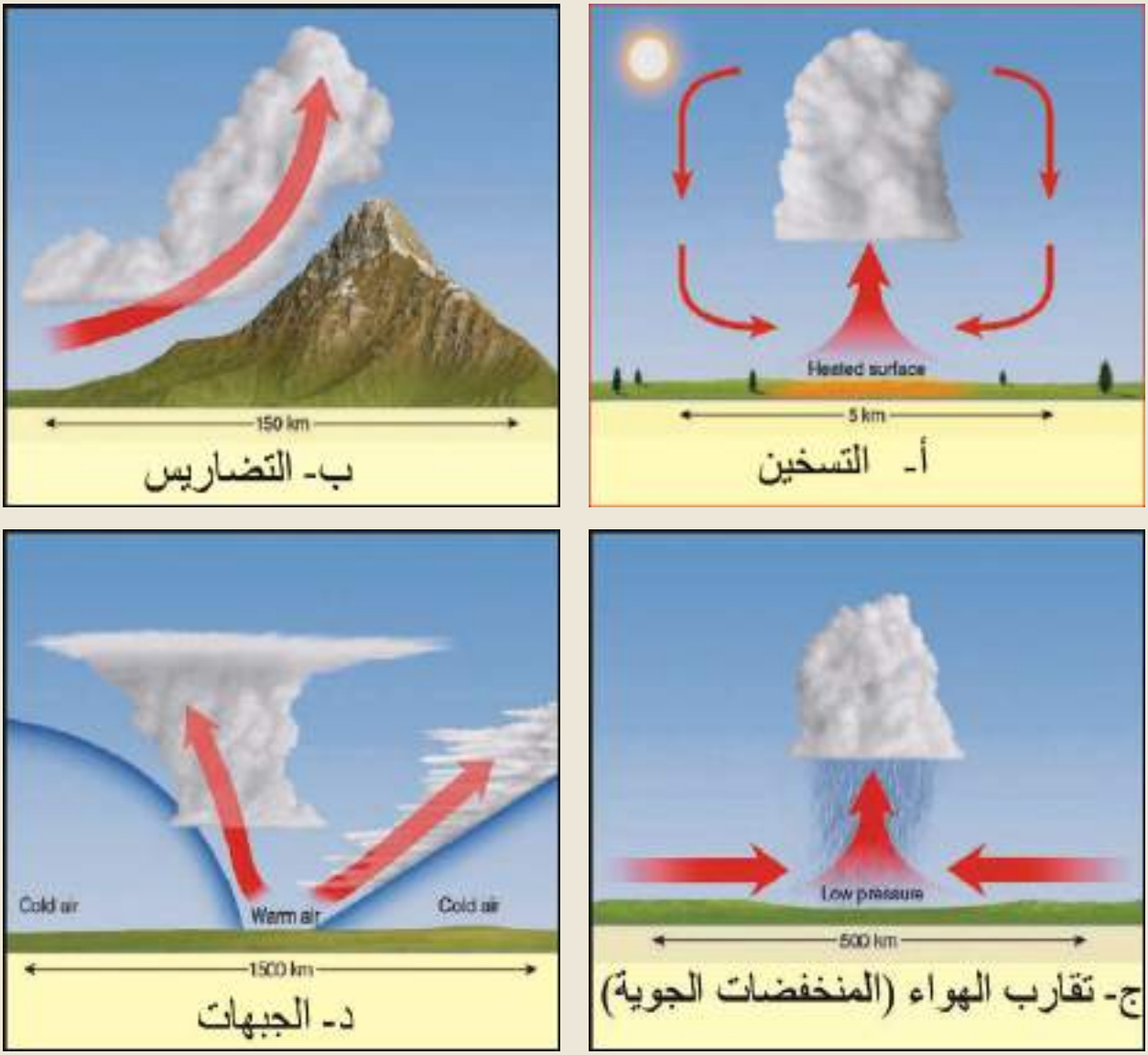
ثالثا الهطول

الهطول هو المرحلة الأخيرة لدورة حياة بخار الماء فى الجو والتى يسقط فيها ما يتكثف من بخار الماء بشكل قطرات الماء أو بللورات ثلج من السحب إلى الأرض نتيجة لازدياد حجمها إلى درجة لا يمكن معها لحركة الهواء الرأسية لأعلى من حملها فى الجو ، وقد يسقط الهطول فى حالة سائلة كما هو الحال فى الرذاذ أو المطر ، وقد يسقط فى حالة متجمدة كما هو الحال فى الثلج أو الشرائح الثلجية أو البرد ، كما أن الهطول قد يسقط فى حالة مزيج من المطر والثلج.

شكل (٩) دخان البحر



شكل (١٠)
مزج كتلتان مختلفتان من الهواء



شكل (١١) العوامل التي تؤدي الى رفع الهواء

المراجـــع

1- An introduction to atmospheric physics, second edition,Rober G.Fleagle , Joost A , Businger.

2- An Introduction to Atmospheric Thermodynamics Anastasios A.Tsonis.

3- Atmospheric Thermodynamics Elementary Physics and Chemistry.

4- Meteorology Today, an introduction to weather, climate and environment, 12 edition.

5- https://images.app.googl

أوضاع ضعيفة لظاهرة اللانينيا قد تنشأ من جديد

بيان صادر عن المنظمة العالمية للارصاد الجوية
فى ٩ سبتمبر ٢٠٢١
Press Release Number: 09- 09- 2021

نقلها لكم / صفاء لبيب فريد
اخصائى أرصاد جوية أول
ادارة / الميكروفيلم

التنبؤات الجوية والتوقعات المناخية تدعم الأنشطة الإنسانية

جنيف، ٩ سبتمبر ٢٠٢١ (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)) - قد تنشأ مجدداً أوضاع ضعيفة لظاهرة اللانينيا في وقت لاحق من عام ٢٠٢١ للعام الثاني على التوالي، مع احتمال أن تؤدي أنماط الهطول المتوقعة إلى تفاقم الجفاف الحالي في بعض مناطق العالم، وزيادة مخاطر سقوط أمطار غزيرة وحدوث فيضانات في مناطق أخرى. ولكن على الرغم من تأثير اللانينيا التبريدي، يُتوقع أن تكون درجات الحرارة فوق المناطق اليابسة أعلى من المتوسط بين سبتمبر ونوفمبر، وخاصة في نصف الكرة الشمالي، وفقاً للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO).

والمراد بظاهرة اللانينيا هو انخفاض واسع النطاق في درجات حرارة سطح الماء في وسط وشرقي المحيط الهادئ الاستوائي، مقترن بتغيرات في دوران الغلاف الجوي في المنطقة المدارية، وبالتحديد في الرياح والضغط وسقوط الأمطار. وعادة ما يكون لظاهرة اللانينيا آثار على الطقس والمناخ معاكسة لآثار ظاهرة النينيو التي تمثل المرحلة الدافئة لما يسمى بظاهرة النينيو - التذبذب الجنوبي (ENSO).

غير أن جميع الظواهر المناخية التي تحدث الآن بشكل طبيعي إنما تأتي في سياق تغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية، والذي يؤدي إلى زيادة درجات الحرارة العالمية وتفاقم الطقس المتطرف، ويؤثر على أنماط هطول الأمطار الموسمية.

وقد أشار الأمين العام للمنظمة (WMO)، البروفيسور بيتيري تالاس إلى أن: "تغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية يضخم آثار الظواهر الطبيعية مثل اللانينيا، ويؤثر بشكل متزايد على أنماط الطقس، لا سيما من خلال موجات حر وجفاف أكثر شدة - وما يرتبط بذلك من مخاطر اندلاع حرائق

الغابات - وظواهر طوفان قياسية من الأمطار والفيضانات.»

وأضاف: «لقد شهدنا هذا في الأشهر القليلة الماضية في جميع بقاع العالم تقريباً، مع ما ترتب عليه من آثار مدمرة ومأساوية. إن تغير المناخ يزيد من شدة الكوارث وتواترها.»

واستطرد: «إن تحسين الإنذار المبكر وإدارة مخاطر الكوارث يعني أننا نحقق نجاحاً في إنقاذ الأرواح، ولكن الآثار الاجتماعية والاقتصادية والإنسانية تتصاعد وتؤدي إلى تفاقم انعدام الأمن الغذائي، ومزيد من النزوح والهجرة، وربما حدوث اضطرابات».

الإجراءات الاستباقية

ألقى البروفيسور تالاس كلمة في اجتماع الأمم المتحدة الإنساني رفيع المستوى بشأن الإجراءات الاستباقية في ٩ سبتمبر. ويهدف هذا اللقاء إلى إعطاء دفعة جماعية لاتخاذ إجراءات استباقية قبل حدوث أزمات الطقس والمناخ بدلاً من التصدي لها بعد فوات الأوان. وكانت خطط العمل الاستباقي رائدة في إنشاء آليات للتمويل في حالات الكوارث، ويبدأ عمل هذه الآليات استناداً إلى بيانات التنبؤات الجوية والمناخية.

وعرض هذا اللقاء رفيع المستوى - الذي افتتحه الأمين العام للأمم المتحدة - أمثلة مثيرة للاهتمام بشأن هذا النهج الاستباقي، واوعز بدعم توسيع نطاق هذه الإجراءات. واجتمع قادة الحكومات والمؤسسات المالية الدولية والأمم المتحدة والمجتمع المدني معاً لإبداء التزام العالم بالعمل قبل وقوع الأزمات التي يمكن التنبؤ بها.

وتعمل المنظمة (WMO) على زيادة قدرتها على تقديم الدعم الملائم للقطاع الإنساني. ويشمل ذلك تقديم الدعم لتيسير الوصول إلى أهم بيانات وخدمات وخبرات دوائر المنظمة (WMO) لتحسين إعداد الآليات الموجبة للتنبؤ بالطقس والمناخ، وتصميمها وتشغيلها.

ومن الأهمية بمكان في هذا الصدد تحسين التنبؤات الموسمية لأنها تساعد على التخطيط سلفاً وتحقيق فوائد اجتماعية واقتصادية كبيرة في القطاعات التي تتأثر بالمناخ، مثل قطاعات الزراعة والأمن الغذائي والصحة والحد من مخاطر الكوارث. وتغطي العالم الآن شبكة من المنتديات الإقليمية للتوقعات المناخية، تقدم معلومات مناخية يمكن اتخاذ قرارات على أساسها للموسم المقبل، وتستفيد من المدخلات التي تقدمها مراكز الإنتاج العالمية والإقليمية والمرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا (NMHSs).

التوقعات الخاصة بظاهرتي النينيو/ اللانينيا تدعم هذه التنبؤات الموسمية.

يوحي آخر تحديث لظاهرتي النينيو/ اللانينيا قدمته المنظمة (WMO) إما باستمرار الجانب التبريدي للظروف المحايدة لظاهرة النينيو - التذبذب الجنوبي (ENSO)، وإما عودة ظروف اللانينيا قرب نهاية العام. وثمة احتمالات بنسبة ٦٠٪ لاستمرار الظروف المحايدة لظاهرة النينيو (ENSO)، وبنسبة ٤٠٪ لعودة ظاهرة اللانينيا في الفترة سبتمبر -نوفمبر، فيما تتساوى الاحتمالات بشأن حدوث ظروف محايدة لظاهرة النينيو (ENSO) وعودة ظاهرة اللانينيا في الفترتين (أكتوبر - ديسمبر) و (نوفمبر - يناير). وتحبذ توقعات ظاهرتي النينيو/ اللانينيا عودة الظروف المحايدة لظاهرة النينيو (ENSO) في ٢٠٢٢.

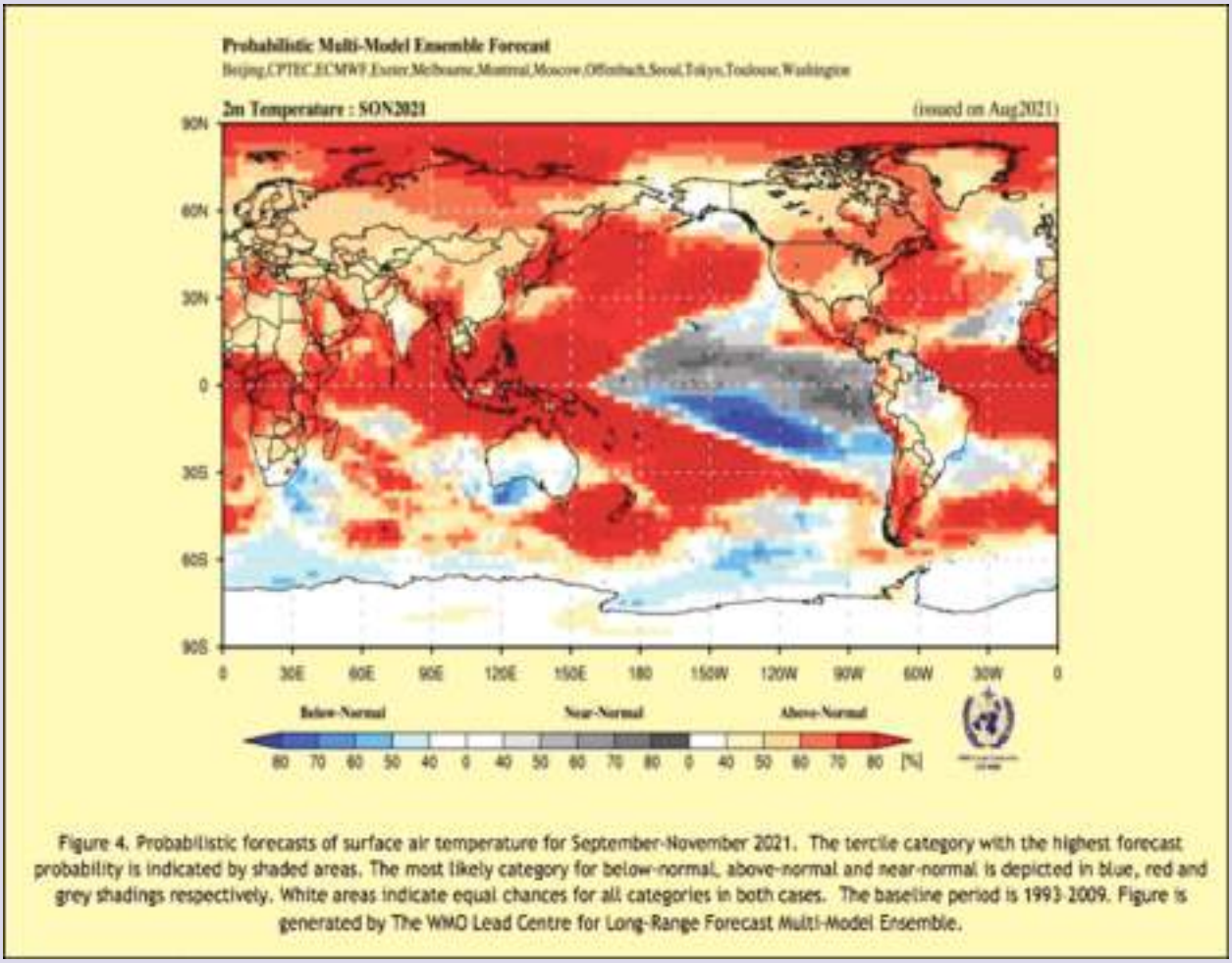


Figure 4. Probabilistic forecasts of surface air temperature for September-November 2021. The tercile category with the highest forecast probability is indicated by shaded areas. The most likely category for below-normal, above-normal and near-normal is depicted in blue, red and grey shadings respectively. White areas indicate equal chances for all categories in both cases. The baseline period is 1993-2009. Figure is generated by The WMO Lead Centre for Long-Range Forecast Multi-Model Ensemble.

التحديث الموسمي للمناخ العالمي

ظاهرتا النينيو واللانينيا عاملان دافعان رئيسيان لنظام مناخ الأرض، لكن هناك عوامل أخرى.

وإضافة إلى التحديث طويل الأمد الخاص بظاهرة النينيو - التذبذب الجنوبي (ENSO)، بدأت المنظمة (WMO) تصدر أيضاً بانتظام تحديثات موسمية للمناخ العالمي (GSCU)، تتضمن تأثيرات جميع العوامل الدافعة المناخية الرئيسية الأخرى، مثل التذبذب في المحيط الأطلسي الشمالي، والتذبذب القطبي الشمالي، والقطبية الثنائية للمحيط الهندي.

ويستند التحديث (GSCU) إلى توقعات تقدمها مراكز الإنتاج العالمية للتنبؤات طويلة المدى التابعة للمنظمة (WMO)، وهو متاح لدعم الحكومات والأمم المتحدة وصانعي القرار وأصحاب الشأن في القطاعات التي تتأثر بالمناخ، في حشد الاستعدادات وحماية الأرواح وسبل العيش.

درجة حرارة الهواء السطحي
سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر

على الرغم من العودة المتوقعة لأوضاع ضعيفة لظاهرة اللانينيا، فإن درجات الحرارة العالمية لسطح البحر، التي تتجاوز المتوسط على نطاق واسع، يُتوقع أن تؤثر على درجات حرارة الهواء في الفترة سبتمبر - نوفمبر ٢٠٢١. ومن المتوقع أن يكون الشذوذ الإيجابي في درجة حرارة الهواء فوق المناطق اليابسة أقوى في نصف الكرة الشمالي، باستثناء شبه القارة

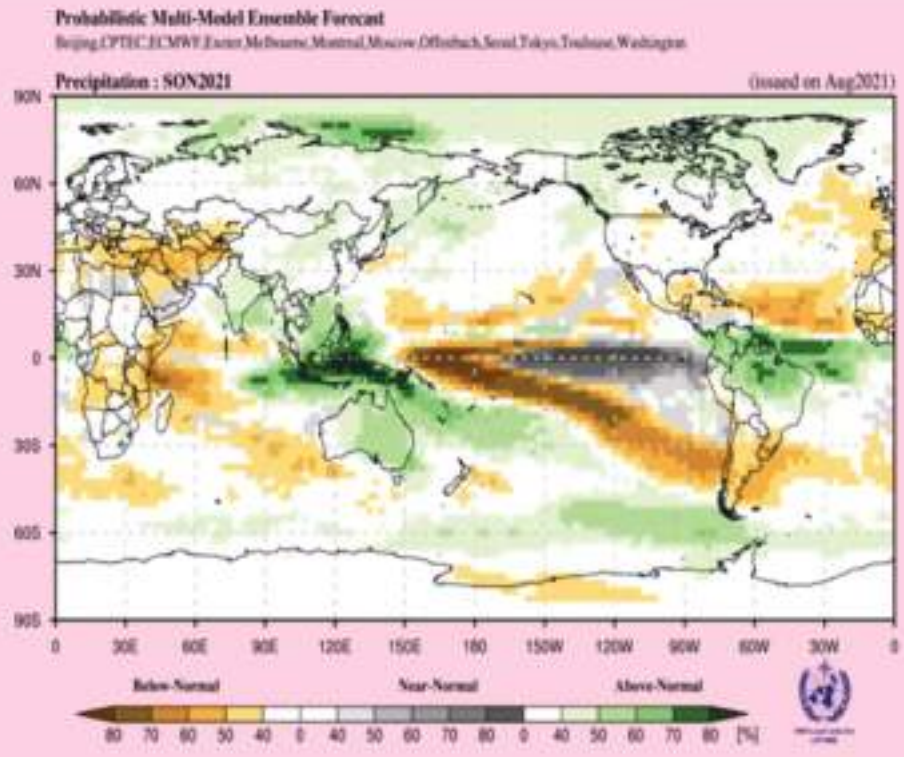


Figure 5. Probabilistic forecasts of precipitation for the season for September-November 2021. The tercile category with the highest forecast probability is indicated by shaded areas. The most likely category for below-normal, above-normal and near-normal is depicted in orange, green and grey shadings respectively. White areas indicate equal chances for all categories in both cases. The baseline period is 1993-2009. Figure is generated by The WMO Lead Centre for Long-Range Forecast Multi-Model Ensemble.

معدلات الامطار في بلاد الشام ومصر والعراق لمواسم الشتاء اثناء تاثير ظاهرة اللانينا منذ عام 1950 وحتى الان		
الموسم / اعلى من المعدل	الموسم / حول المعدل	الموسم / اقل من المعدل
1964	1955	1954
1971	1970	1975
1973	1984	1983
2011	1995	1988
2014	2000	1998
2017	2009	1999
2019	2010	2007
	2016	2020

/https://www.facebook.com/338989619469073/posts/5092862734081714

الهندية. ومن المتوقع أن تكون درجات الحرارة أعلى من المتوسط بكثير على الجزء الشرقي الأوسط من أمريكا الشمالية، والجزء الشمالي الأقصى من آسيا والمنطقة القطبية الشمالية، وكذلك فوق الأجزاء الوسطى والشرقية من أفريقيا وجنوبي أمريكا الجنوبية، وفقاً للتحديث (GSCU).

الهطول، سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر

من المتوقع حدوث شذوذ يرتبط بظاهرة اللانينيا في النمط المعتاد لسقوط الأمطار. وثمة احتمال متزايد لسقوط الأمطار دون المعدل الطبيعي على أجزاء كثيرة من أمريكا الجنوبية جنوب ٣٠ درجة جنوباً، مع شذوذ في سقوط الأمطار فوق المعدل الطبيعي في شماله. ومن المرجح أيضاً سقوط أمطار دون المعدل الطبيعي في أجزاء كثيرة من البحر الأبيض المتوسط تمتد حتى شبه الجزيرة العربية وآسيا الوسطى، وعلى الأجزاء الجنوبية من وسط وشرق أفريقيا.

وتشمل المناطق التي يزيد فيها بدرجة طفيفة احتمال سقوط أمطار فوق المعدل الطبيعي: شبه القارة الهندية وأستراليا وشرق وجنوب شرق آسيا. وفي حين تشير توقعات جيدة إلى سقوط أمطار فوق المعدل الطبيعي في الأجزاء الشمالية المتطرفة من آسيا، وأمريكا الجنوبية شمال ١٥ درجة جنوباً، ومن الأجزاء الاستوائية من الأرخبيل الإندونيسي إلى جنوب غرب المحيط الهادئ وحتى منطقة شمال شرق نيوزيلندا.

وثمة احتمالات متزايدة بحدوث ظروف جافة على نحو غير عادي بالقرب من الخط الفاصل اليومي (خط الطول جرينيتش) وغربه، وفي أجزاء من جنوب المحيط الهادئ، وظروف رطبة على نحو غير عادي في غربي وجنوب غربي المحيط الهادئ. وفوق منطقة البحر الكاريبي، هناك مؤشر معتدل إلى قوي إلى سقوط أمطار أقل من المعتاد، وسقوط أمطار فوق المعدل الطبيعي على شريط شرق - غرب خط الاستواء، مباشرة إلى الجنوب وإلى الشمال.

المنظور الإقليمي على أساس المراقبة والتوقعات

أُعد التحليل التالي باستخدام مخرجات من التحديث (GSCU)، والمنتديات الإقليمية للتوقعات المناخية (RCOFs)، والمراكز المناخية الإقليمية (RCCs) التابعة للمنظمة (WMO).

الظروف المناخية في شرقي أفريقيا - أكثر جفافاً من المعتاد من أكتوبر إلى ديسمبر

تشير عمليات رصد سقوط الأمطار خلال الأشهر الماضية إلى هيمنة ظروف أكثر جفافاً في أجزاء كثيرة من وسط وجنوب شرقي أفريقيا، ومن المتوقع أن يستمر هذا الوضع الى ديسمبر ٢٠٢١، وفقاً لمركز التنبؤات والتطبيقات المناخية التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بالتنمية (ICPAC). وعلى وجه الخصوص، في تنزانيا، وبوروندي، ورواندا، وكينيا، وجنوب ووسط وشمال غرب الصومال، وجنوب وجنوب شرقي إثيوبيا، وساحل البحر الأحمر في شمالي إريتريا.

كيف ستؤثر ظاهرة اللانينا على شتاء المناطق العربية الموسم الحالي ٢٠٢١-٢٠٢٢:

سيكون موسم الشتاء ابرد من المعتاد في النصف الشمالي من الأرض , وعلى ذلك نتوقع يكون موسم الشتاء ابرد من المعتاد على المناطق العربية.

بالنسبة لبلاد الشام ومصر والعراق وشرق ليبيا : يمكنكم الملاحظة في الجدول التالي ان ظاهرة اللانينا تأثيرها عشوائي على معدلات الامطار فهنالك الكثير من المواسم التي كانت فيها المعدلات العامة اعلى من المعدل ومواسم حول المعدل ومواسم اقل من المعدل منذ عام ١٩٥٠ وحتى الان. وهذا ينفي بشكل كامل المعلومة المغلوطة والتي تفيد بان ظاهرة اللانينا تتسبب بامطار اقل من المعدلات العامة في مناطق بلاد الشام ومصر والعراق.

يلاحظ من هذا الجدول ان تأثير ظاهرة اللانينا على معدلات الامطار بمنطقة بلاد الشام وما حولها عشوائي , وليس هنالك علاقة واضحة ما بين معدلات الامطار وهذه الظاهرة باستثناء انها تتزامن مع حدوث عدد اكبر من حالات عدم الاستقرار الجوي عن الوضع الطبيعي وهذا بسبب الفروقات الحرارية التي تنشأ نتيجة التبريد الكبير خصوصا في الطبقات السطحية عند تحول اتجاه الرياح الى شمالي شرقي .

اما من ناحية البرودة , فان المعدلات المناخية تشير الى ان ظاهرة اللانينا تسببت بمواسم ابرد من المعتاد في بلاد الشام (الاردن وفلسطين وسوريا ولبنان) ومصر والعراق وشرق ليبيا خصوصا حالة اللانينا المتطرفة وهي المتوقعة خلال الشتاء الحالي .

ايضا تميزت مواسم اللانينا المتطرفة بانها قد ارتبطت مع حدوث عواصف ثلجية باردة جدا في اغلب السنوات , اضافة الى انها قد عملت على تشكل موجات طويلة الامد من الصقيع والتجمد وبشكل متكرر ومبكر بدأت من شهر نوفمبر واستمرت على فترات حتى شهر فبراير وهذا بسبب سيطرة الرياح الشمالية الشرقية الذي تجلب معها درجات برودة شديدة الانخفاض وهو رد فعل للانينا .

دول المغرب العربي : فايضاً كانت علاقة هذه الظاهرة من ناحية الامطار عشوائية بعض الشيء , وان اللانينا المتطرفة عملت على زيادة تكرار الموجات الباردة ذات الرياح الشرقية , والتي تشتهر بانها المصدر الابرد على الاطلاق في السجلات المناخية لدول المغرب العربي.

المصادر

https://public.wmo.int/ar/media

https://www.noaa.gov

الطقس والملاحة الجوية

حاتم محمد علام

متنبئ جوي وأخصائي عمليات جوية

أول بمركز تنبؤات مطار الأقصر الدولي

قليل منا من لم يعاني من تأخير الرحلات الجوية وحتى الغائها بسبب الطقس السيء.

قد تتبادر إلى الأذهان قارئي الكريم بعض الأسئلة وهي:-

- من المسئول عن تحديد الظروف الجوية المناسبة للطيران وكيف يتم ذلك؟

- كيف يؤثر الطقس على سلامة عمليات المطارات والطيران؟

وللإجابة على هذه الأسئلة نحتاج لمعرفة هذه المعلومات.

● تعتبر الهيئة العامة للأرصاد الجوية هي المخولة لتقديم خدمة الأرصاد الجوية للملاحة الجوية الدولية.

● يقع على عاتق الهيئة العامة للأرصاد الجوية تزويد المستثمرين وأعضاء طاقم القيادة، ووحدات خدمات الحركة الجوية ، ووحدات خدمات البحث والإنقاذ ، وهيئات إدارة المطارات وغيرها من الجهات المعنية بتسيير الملاحة الجوية الدولية أو تطويرها وتزويدهم بمعلومات الأرصاد الجوية اللازمة لأداء وظائفهم.

● تزود الهيئة العامة للأرصاد الجوية الملاحة الجوية بمحطات رصد موزعة على جميع المطارات العاملة يقوم فيها الراصدون الجويون على مدار الساعة بإصدار التقارير الجوية اللازمة لعمل تلك المطارات.

● يوجد للهيئة العامة للأرصاد الجوية العديد من مراكز التنبؤات الجوية موزعة على المناطق المختلفة للمطارات لإصدار التنبؤات الجوية والتحذيرات الجوية على مختلف مستويات الطيران يعمل بها متنبئون جويون على مدار الساعة كما تزود تلك المراكز متلقي الخدمات بمختلف المخرجات لتحقيق السلامة الجوية من تنبؤات ووثائق طيران للرحلات وشركات الطيران وتحذيرات للمجال الجوي.

● تقوم الهيئة بتزويد تلك المراكز بمختلف المخرجات الدولية وصور الأقمار الصناعية ووسائل الاتصال مما يخلق مع الدول الأخرى شبكة من المعلومات تضمن توفر كل المعلومات الجوية لكل مطارات العالم ومختلف المناطق والتي تتزامن اذاعتها دوليا لخلق معلومات متكاملة تغطي جميع دول العالم تقريبا.

● تقوم تلك المراكز بإصدار التنبؤات الجوية للمطارات المختلفة بجمهورية مصر العربية لمدد تتراوح حتى ٣٠ ساعة ليتمكن منظمو الرحلات الجوية من معرفة التنبؤات الجوية لمطار الوصول قبل إقلاعها.

● تستخدم تلك المعلومات لضمان سيولة وسلامة الملاحة الجوية من والى أي مكان.

تأثير الطقس على الطيران

يؤثر الطقس على حوالي ٧٠ ٪ من التأخيرات في رحلات الطيران-

- وبالإضافة لذلك الطقس يستمر في لعب دورا مؤثرا في عدد من حوادث الطيران، وبينما تقارير حوادث الطيران عادة تجد أن الخطأ البشري هو السبب المباشر

للحوادث؛ الا أن الطقس يعتبر العامل المساهم الرئيسي في ٢٣ ٪ من كل حوادث الطيران حسب (مجلس سلامة النقل القومي) (NTSB) في أميركا وحدها ، وتأثير الطقس يكلف أميركا وطنيا حوالي ٣ بليون دولار ما بين تحطمات واصابات في الحوادث وتأخيرات وتكليفات غير متوقعة للعمليات.

والسؤال الآن :- ما هي الظواهر الجوية المؤثرة على الطيران؟

١- العواصف الرعدية والظواهر المرتبطة بسحب الحمل

المخاطر المرتبطة بالعواصف وسحب الحمل متضمنة:- العواصف الرعدية المصاحبَة بالاضطرابات الجوية ، التيارات الصاعدة والهابطة القوية ، البرق و الصواعق ، والتراكمات الثلجية ، والهطول الكثيف ، والهطول الثلجي ، والرياح القصية ، والنفحات الهوائية، والرياح القوية منخفضة المستوى ، والأعاصير الدورانية.

- تعتبر تلك الظواهر مسببا لحوالي من ٢ لـ ٤٪ من الحوادث المرتبطة بالطقس ، الأمطار تم اعتبارها عاملا في ٦٪ من حوادث الطيران التجاري وترتفع لتصبح ١٠٪ من اجمالي حوادث الطيران.
- وبالإضافة إلى سلامة الملاحة ظواهر السحب والعواصف الرعدية تعتبر مشكلة لكفاءة عمليات الطيران، فهي تستطيع (اغلاق المطارات - تقليل كثافة الوصول والاقلاع - إعاقة أو إيقاف العمليات الأرضية)

صورة توضح تراكم الجليد على اجنحة الطائرة

- المخاطر الجوية المصاحبة للعواصف على الطرق الجوية تسبب أيضا التحويل للمطارات البديلة، إعادة رسم الرحلات الجوية، والتي تتسبب في تعدي تكاليف الرحلات وضياع وقت الركاب.
- أضرار الطائرات الناتجة عن الصواعق وتراكم الثلوج تستطيع إخراج الطائرات من الخدمة مما يؤدي الى فقد العائدات وتجاوز ميزانية الصيانة.
- أيضا تراكم الجليد على الطائرات يعتبر من العوامل الخطيرة جدا والتي تؤثر على الطائرات وتسبب حوادث تؤدي لفقد الأرواح.
- تراكم الجليد على الطائرات ليس فقط خطير جدا، ولكنه يعتبر مؤشرا مباشرا رئيسيا على كفاءة عمليات الطيران، والتأخيرات، وتحويل المسارات للحاملات التجارية. ولتفادي هذه الظاهرة تتخذ إجراءات تؤدي لتأخير الوصول، والذي يحتاج إلى وقود إضافي وتكاليف إضافية على كل درجات الطائرات.

تراكم الجليد على الطائرات يعتبر خطرا على الطائرات من نواحي عديدة:-

- تراكم الجليد علي هيكل الطائرة على الأجنحة وسطوح التحكم يزيد وزن الطائرة ويقلل الرفع، ويؤدي لقراءات خاطئة في معدات الطائرات ويقلل التحكم في الطائرة.
- تراكم الجليد الميكانيكي على مشعات ومداخل هواء المحرك وخلايا الوقود تقلل من أداء المحرك مؤدية الى تقليل عزمه .
- الطائرات الصغيرة والتي تطير بصفة روتينية علي ارتفاعات حيث الحرارة والسحب مناسبة أكثر لتكوين الثلج مما يجعل هذه الطائرات عرضة لتراكم الثلج لمعظم الوقت بينما الطائرات الأكبر تكون عرضة له بصورة أساسية أثناء الصعود والهبوط في مناطق الإقلاع.

٢- الاضطرابات الجوية

الاضطرابات الجوية الغير مصاحبة بسحب الحمل تعتبر من المخاطر العظمى للطيران.

- كل الطائرات تعتبر معرضة لتحركات الاضطرابات الجوية

والتي يمكن ان تكون موجودة على أي ارتفاع وعلى مدى واسع من الظروف الجوية. والتي عادة تحدث في سماء صافية نسبيا وتدعى (Clear Air Turbulence - CAT)

● أي طائرة تدخل مناطق (الاضطرابات الجوية) تكون معرضة للتحطم . الطائرات الصغيرة والتي تحلق علي ارتفاعات منخفضة أكثر عرضة للتأثر بالاضطرابات الجوية عن الطائرات الكبيرة.

● تأثير الاضطرابات الجوية يتراوح من حدوث اهتزازات فجائية للطائرة والتي تكون غير مريحة للركاب والطاقم الى التسارع الفجائي، والذي يمكن أن يسبب جروحا خطيرة وفي بعض الأحيان فقدان التحكم في الطائرة.

● اضطرابات السماء الصافية (CAT) ليست فقط خطيرة ولكنها أيضا مؤثر رئيسي على كفاءة العمليات الجوية مسببة تحويل المسار وتأخير الطائرات.

٢- سقف الرؤية والرؤية الأفقية

v تدني الرؤية الرأسية والأفقية هي احدى مخاطر السلامة الملاحية لكل أنواع الطيران، وهي مسبب رئيسي لحوادث الطائرات، تحدث عادة حوادث الطيران المرتبطة بقلة الرؤية مع الطائرات غير المجهزة بالأجهزة اللازمة للتعامل مع هذه الظروف مسببة فقد التحكم، أو مع الرحلات الجوية في مناطق كثيرة التضاريس، ومع ذلك فهي تعتبر

صورة لطائرة فقدت محركها نتيجة لدخولها منطقة اضطرابات جوية

أيضا عاملا مساعدا في الحوادث الجوية حتى مع الطائرات المجهزة والطيارين ذوي الخبرة العالية.

v تدني الرؤية لا يعتبر فقط من مخاطر السلامة، انه يقلل بصورة خطيرة من كفاءة الطيران التجاري والحربي ، كما تقلل من كثافات الإقلاع والهبوط في المطارات، وتزيد من تأخير الرحلات الجوية وتودي الى تحويل مسارات الطائرات وإلغاء الرحلات الجوية وغيرها من تكاليف العمليات الجوية.

٤- الثلوج على الأرض

● الطائرات أثناء وجودها على الأرض خلال فترات التجمد او الهطول الثلجي في المناطق المعرضة لذلك تكون معرضة لتراكم الجليد على سطوح التحكم وفوهات الأجهزة والمراوح ومداخل المحركات والمعدات الداخلية .

● الطائرات على الممرات الداخلية وممرات الإقلاع التي عليها ماء او هطول في درجات قريبة من التجمد تكون معرضة أيضا لذلك حتى بعد توقف الهطول. حتى اقل كمية من الثلج على الاجنحة ممن الممكن أن تزيد الوزن وتقلل من رفع الطائرة، إعاقة الثلج لأجهزة قياس الارتفاع والسرعة من الممكن أن يسبب فقدان التحكم والاخطاء الملاحية.

● الثلج والامطار الثلجية لها أيضا تأثير على عمليات الإقلاع وجعل ممرات الإقلاع والهبوط غير مستعملة كما تقلل بشدة من كثافة العمليات على أرض المطار.

٥- الرماد البركاني

● الرماد البركاني هو صخور مسحوقة مكونة من مواد مختلفة (لها درجة انصهار منخفضة ، درجة الانصهار هذه تكون أقل من درجة حرارة المحرك النفاث، مما يجعل هذه المواد تنصهر وتتراكم داخل المحرك). الرماد البركاني في الغلاف الجوي يكون مصحوبا بغازات محاليل ثاني أكسيد الكبريت والكلورين. هذا الخليط من الصخور المسحوقة والغازات

الحمضية يؤثر بشدة على كفاءة المحركات النفاثة. السحب البركانية تكون عادة غير مرئية خاصة أثناء الليل.

● لتبيان المشكلة ففي حالة انبعاث جبل بيناتوبو عام ١٩٩١ السحب البركانية دارت حول العالم في خلال أيام واثرت على خطوط الطيران الجوية بشدة واثرت على صيانة الطائرات العابرة لهذه السحب.

صورة لانبعاث بركاني

يتمتع مركز التنبؤات الرئيسي بمطار القاهرة الدولي بالعديد من شهادات الكفاءة في هذا المجال، كما تتواتر الأخبار كل فترة من جميع

صورة لانبعاث بركاني

أنحاء العالم عن كفاءة الطيارين المصريين الذين استطاعوا الهبوط وتفادي مخاطر الطقس المختلفة ولا يزال يعتبر السفر الجوي أكثر وسائل السفر أمانا على الاطلاق.

المراجع:

١-annex ٣ الملحق ٣ باتفاقية الطيران المدني الدولي (خدمة الأرصاد الجوية للملاحة الجوية الدولية) الطبعة ١٧

2- Gloria Kulesa (the Team Leader for the FAA's Aviation Weather Research Program) :

WEATHER AND AVIATION: HOW DOES WEATHER AFFECT THE SAFETY AND OPERATIONS OF AIRPORTS AND AVIATION, AND HOW DOES FAA WORK TO MANAGE WEATHER-RELATED EFFECTS?

Conference:The Potential Impacts of Climate Change on Transportation

قرأت لك

ماذا تعرف عن تقنية الاستمطار الصناعى ؟

ياسر عبد الجواد السيد
اخصائى تنبؤات جوية اول
وكيل مركز تنبؤات مطار القاهرة

الاستمطار الصناعى

تهدف تقنية الاستمطار الصناعى إلى تعزيز التنمية المستدامة، والحفاظ على البيئة والبحث عن طرق إضافية لتأمين مصادر مياه جديدة.

تم إجراء التجارب الأولى للاستمطار السحابي في عام ١٩٤٦، بواسطة الكيميائي وعالم الأرصاد الجوية الأمريكي فينسينت جيه شيفر ، إذ يعتبر هو مكتشف هذه التقنية، وشهدت التجارب الأولى استخدام العديد من المواد، ولكن ثاني أكسيد الكربون الصلب (الجليد الجاف)، ويوديد الفضة كانا الأكثر فاعلية

تشهد تقنيات الاستمطار الصناعي رواجًا كبيرًا للتغلب على تغير المناخ ومن أشهر الدول التي تلجأ التي تلك التقنيات الصين، حيث تمتلك حاليًا أكبر برنامج في العالم للاستمطار الصناعي وتقوم فكرة الاستمطار الصناعي على نشر ذرات وجزيئات محفزة من يوديد الفضة، لحدوث عملية التكثيف التي تتسبب في هطول الأمطار، إلا أنّ هذه الطريقة لم تنتشر على نطاق واسع، إلا بعد ٢٠ عاماً تقريباً على يد القوات المسلحة الأمريكية في فيتنام

نجحت إحدى المؤسسات الفرنسية غير الربحية، في عملية الاستمطار الصناعي في أواخر الخمسينيات من القرن الماضي وذلك لتقليل الضرر الذي كانت تتعرض له المحاصيل الزراعية عن طريق الحد من سقوط الأمطار الباردة

ومن ضمن العمليات الناجحة للاستمطار عبر التاريخ ما قام به طيارو جيش الاتحاد السوفيتي، حيث قاموا باستمطار السحب بعد كارثة مفاعل تشرنوبيل لمنع الجسيمات المشعة العالقة بالسحب من الوصول إلى موسكو.

وسوف نتناول فى هذا المقال الموضوعات التالية:

ما هو الاستمطار الصناعي - كيف تتم عملية الاستمطار الصناعي - طرق الاستمطار الصناعي - ما هي فوائد الاستمطار الصناعي - ما هي سلبيات برنامج الاستمطار الصناعي - كم تكلفة تكنولوجيا الاستمطار الصناعي - تطوّر عمليات الاستمطار- استخدام الاستمطار لإيقاف الإعصار - الدول الرائدة فى هذا المجال - تجارب بعض الدول العربية فى مجال الاستمطار الصناعى

ما هو الاستمطار الصناعي؟

لعله أحد التساؤلات العلمية التي تحتاج إلى إجابة تفصيلية، حيث أدّت ظاهرة الجفاف ونقصان الماء في كثير من الدول إلى إحداث العديد من المشاكل وزيادة معاناة الشّعوب، ولهذا انطلقت

العديد من الأبحاث العلمية لحلّ هذه المشكلة، وكان الاستمطار الصّناعي أحد الحلول المطروحة لها، فما هو الاستمطار؟ وكيف يحدث؟ وما هي فوائده؟ هذه الأسئلة وغيرها سنوافيكم بإجابة نموذجية لها من خلال مقالنا هذا.

ما هو الاستمطار الصناعي

يقصد به نثر قطع من مادة صلبة في السحب القابلة للزرع التي تكون مشبعة ببخار الماء ليدفع ذلك إلى هطول المطر. وهذه المواد الصلبة أو ما يعرف باسم "نويات التكاثف - أو التجمد" هي ما يطلق عليه أيضاً اسم "محرضات السحب على الهطول» ووظيفتها استقطاب جزيئات بخار الماء لتتجمع وتتراكم عليها وكلما حدثت هذه العملية في ظروف معينة ادى ذلك إلى تشجيع نمو مكونات السحابة وحدوث الهطول وتعاظم كميته.

وبشكل مبسط واكثر توضيحا هي محاولة اسقاط المطر - أو تسريع هطولها- بشكل صناعي من السحب الموجودة في السماء فوق مناطق هي بحاجة اليها بدلا من ذهابها إلى مناطق لا حاجة بها إلى الماء لظروفها الطبيعية الملائمة للإدرار الطبيعي، كما يطلق أيضاً على محاولة زيادة ادرار السحابة عما يمكن أن تدره بشكل طبيعي، وكل هذا يتم بتقنية خاصة، ويمكن أن ندرج تحت هذا المفهوم اية عملية تسعى إلى اسقاط الامطار بشكل صناعي بما في ذلك محاولات تشكيل السحب صناعيا، وتنمية مكوناتها.

فالاستمطار إذاً تدخل بشري تقني محدود أو بذر لسحاب بمواد التكثف الطبيعية أو الكيميائية.

والاستمطارهو احد فروع ما يسمى تعديلات الطقس WEATHER MODIFICATIONS

وله مسميات عدة منها: الاستدرار الصناعي، اصطياد السحب (أو المطر)، تلقيح السحب، حقن السحب، صناعة المطر، استحلاب السحب، زراعة الغيوم، بذر الغيوم (أو السحب).

والاستمطار الصّناعي هو عملية تغيير متعمدة على الطقس؛ بحيث يتم استثارة السحب وتحفيزها لإسقاط محتواها من المياه الكامنة بها، أو الثلوج المتجمدة فوق مناطق جغرافية محددة، وذلك من خلال عوامل كيميائيّة أو بيولوجية محددة يتم إسقاطها في كتلة السحابة؛ بهدف زيادة كثافة السحابة، وزيادة كثافة بخار الماء الذي يسقط فيما بعد على هيئة مطر وثلج، ويُستخدم الاستمطار الصّناعيّ من أجل الآتي:

١ - زيادة هطول الأمطار في المناطق التي لا تشهد هطولات كثيرة.

٢ - تنظيف أو تبريد الهواء.

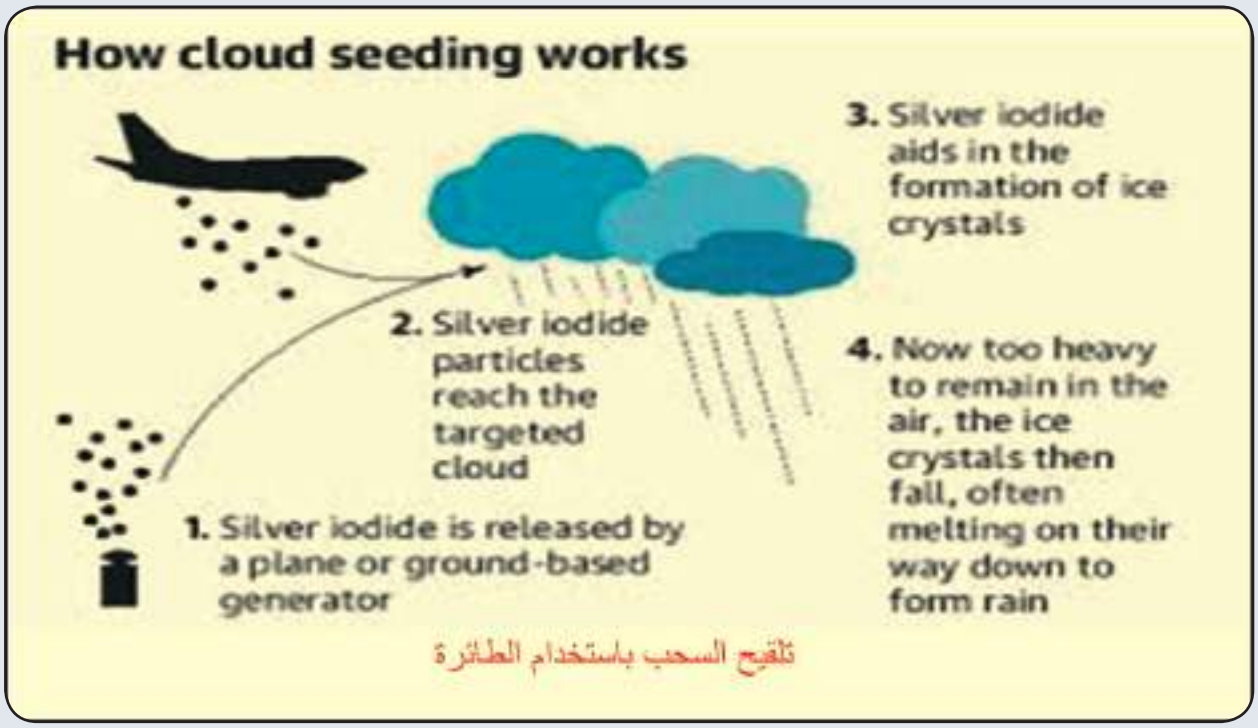
٣ - منع العواصف والتقليل من الأعاصير نتيجة هطول الأمطار المبكر.

٤ - تقليل حرارة الشمس عن طريق زيادة كتلة السحب.

كيف تتم عملية الاستمطار الصناعي

تتم عملية الاستمطار الصّناعيّ من خلال زراعة السّحب بنوى التكثيف أو المحفزات لسقوط الأمطار، بحيث يتم زرع هذه المحفزات بواسطة الطائرات، أو الصواريخ، أو المدافع الأرضية؛ وذلك باستخدام مواد متعددة كالثلج الجاف، أو ثاني أكسيد الكربون الصلب، ويوديد الفضة، وكلوريد الكالسيوم، وكلوريد الصوديوم، ورذاذ الماء، وتُعتبر العملية التي تُستخدم فيها مادة يوديد الفضة للتحكم في تسريع عملية هطول الأمطار أشهر العمليات المستخدمة للاستمطار الصّناعيّ؛ إذ تعمل على زيادة كثافة السحب فوق معدلها الطبيعي، مما يجعل بلورات الثلج الموجودة بداخل السحب تتجمد، ثم تتساقط بفعل ثقلها نحو الأرض، قبل أن تعيدها الحرارة المرتفعة قرب السطح إلى حالتها السائلة مرة أخرى، ولتعزيز ضمان نجاح عملية الاستمطار الصّناعي فلا بدَّ من توّفر عدة عوامل طبيعية تساعد على الاستمطار، مثل تواجد السحب الرّكامية، ووجود تيارات هوائية صاعدة، وتحديد الوقت المناسب لتلقيح السحب، ومعرفة الكمية المناسبة من المواد المحفزة التي يجب حقن السحب بها.

وتستند عملية الاستمطار إلى الاستنتاج العلمي الذاهب إلى انه إذا تم رش جزيئات من مواد معينة

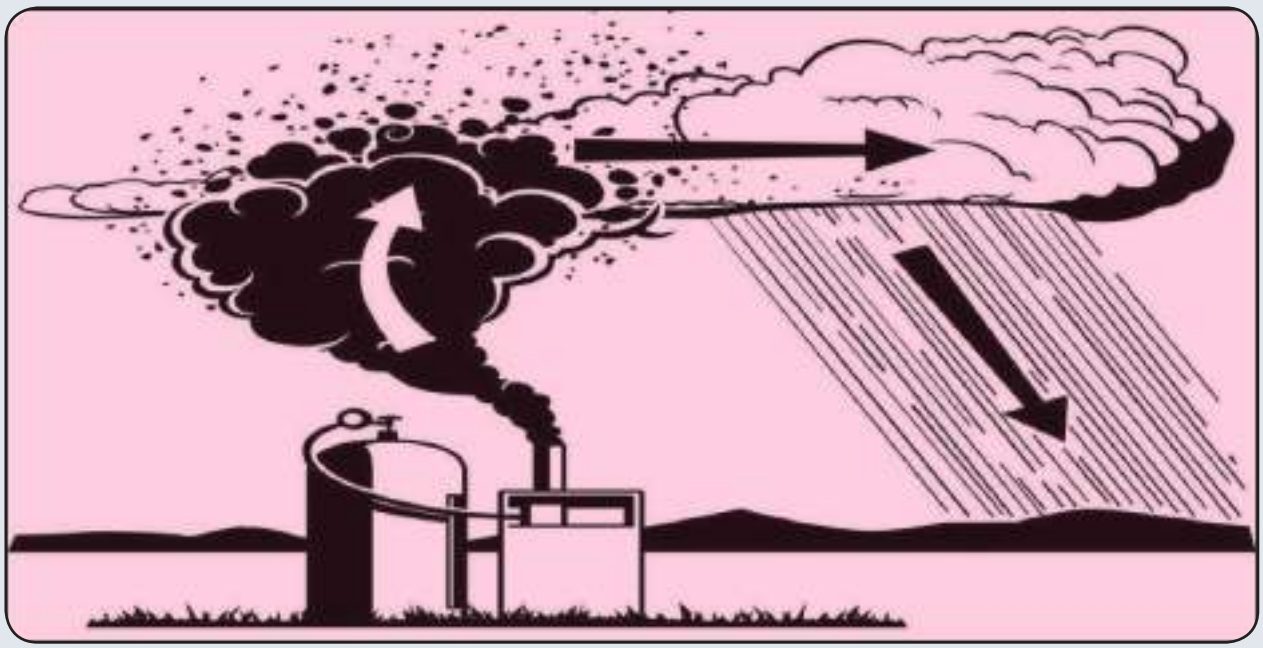


تلقيح السحب باستخدام الطائرة

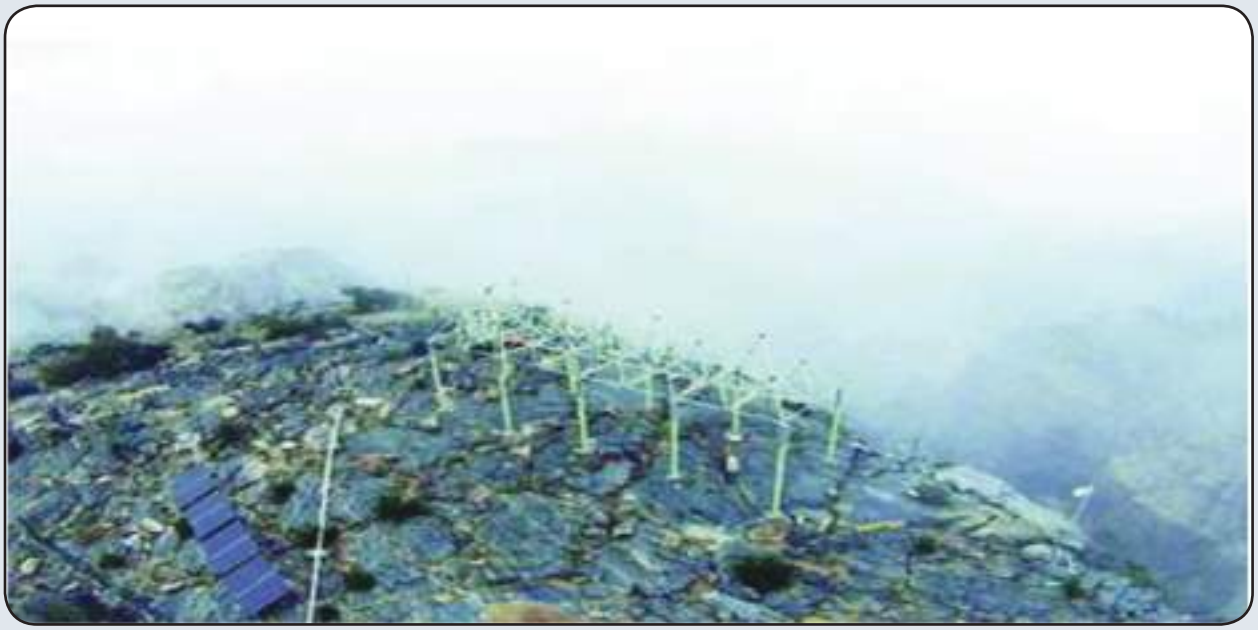
داخل كتل الغيوم؛ فان رذاذ وقطرات الرطوبة سرعان ما تتجمع حول هذه الجزيئات، وتتحول إلى قطرات مياه كبيرة تسقط على شكل امطار. ومن اكثر طرق الاستمطار شيوعا هي:

١- رش السحب الركامية المحملة ببخار الماء الكثيف بوساطة الطائرات برذاذ الماء، ليعمل على زيادة تشبع الهواء، وسرعة تكثف بخار الماء لاسقاط المطر، وهذه الطريقة تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء.

٢- قذف بلورات الثلج - ثاني اكسيد الكربون



محطة ارضية لتلقيح السحب



تلقيح السحب بالانبعاث الايونى

المتجمد - بوساطة الطائرات في منطقة فوق السحب، لتؤدي إلى خفض درجة حرارة الهواء وتكون بلورات من الجليد عند درجة حرارة منخفضة جداً لتعمل على التحام قطرات الماء الموجودة في السحب وسقوطها كما في حالة المطر الطبيعي

٣- رش مسحوق يوديد الفضة بواسطة الطائرات، أو قذفه في تيارات هوائية صاعدة لمناطق وجود السحب، ويكون ذلك باستخدام اجهزة خاصة لدفع الهواء بقوة كافية إلى اعلى ويعد "يوديد الفضة" من اجود نويات التكاثف الصلبة التي تعمل على تجميع جزيئات الماء، واسقاطها نويات التكاثف الصلبة التي تعمل على تجميع جزيئات الماء، واسقاطها امطارا غزيرة على الارض.

طرق الاستمطار الصناعي

الاولى: طريقة جوية بواسطة طائرة خاصة تحلق تحت السحابة أو فوقها أو داخلها. وبهذه الطريقة يتم نثر الغيوم من الجو بواسطة طائرة خاصة مزودة بنظامين للنثر الجوي، وذلك بواسطة مولدين مثبتين تحت جناح الطائرة.

الثانية: طرق ارضية عبر المدافع المضادة للطيران وتستخدم كثيرا في الصين إذ يتم استمطار السحب من الارض بواسطة نثر الغيوم من محطات الاستمطار بأنوية ايوديد الفضة حسب الاوضاع الجوية السائدة .

وخلاصة هاتين الطريقتين حتى يسقط المطر هي القيام بمساعدة قطرات المطر بتزويد الغيوم بأنوية انجماد صناعية في الاجزاء التي تكثر فيها قطيرات الماء، وبالطبع فان كلاً من هاتين التقنيتين تعتمد وجود الغيوم وعليه لا يمكن القيام بعمليات نثر في الايام الصافية.

هذا ويعتمد نثر الغيوم بانوية تجمد صناعية (كأيوديد الفضة) على حقائق تتم اختبارها والتاكد من سلامتها ومن هذه الحقائق:

١- وجود ماء بدرجة حرارته تحت التجمد داخل الغيمة أو توفر قطرات ماء تبقى في حالة السيولة على درجات حرارة دون الصفر المئوي في الغيوم..

٢- ضغط بخار الماء فوق الثلج اقل منه فوق الماء تحت التجمد، وهكذا تتمكن بلورات الثلج من النمو في الحجم على حساب قطرات الماء بتبخر الاخيرة وترسبها على الاولى، وعليه يمكن ان تنمو بلورة الثلج على حساب عدد من قطرات الماء .

٣- توافر أنوية تجمد صناعية لنثرها في الغيوم بتكاليف معقولة وفي حالة استخدام أنوية ايوديد الفضة كأنوية تجمد صناعية فان ذلك يتم في الغيوم التي تتراوح درجة حرارة قمتها ما بين (١٢ درجة مئوية و ٢٠ درجة مئوية).

كما أن تقنية الاستمطار تعمد إلى التفريق بين السحب الباردة والسحب الدافئة. لانه كما هو معلوم أن آلية تشكل ونمو السحب الدافئة تختلف عن آلية تشكل ونمو السحب الباردة، لذلك فان هناك اختلاف في مواد البذر المستخدمة لإدرار حمولة السحابة من مكوناتها.. فلكل نوع من السحب طرقه ومساره على النحو الأتي:

أولا : في حالة السحب الباردة تستخدم مادتان الاولى حبيبات ثاني اكسيد الكربون الجاف « والثاني "ايوديد الفضة وهو افضل المواد الكيمياوية في تلقيح السحب الباردة.

ثانيا: في حالة السحب الدافئة يستخدم ملح الطعام، ليشكل نويات تتكاثف حولها قطرات الماء، عن طريق نثر دقائق الملح في الهواء المتصاعد إلى كتلة السحابة علماً انه إذا ما تركت السحابة لطبيعتها فانها «قد» تلقح بمواد عالقة في الجو كالغبار والرماد البركاني وغبار اللقاح الزهري والملح والدخان ورماد الشهب وغيرها... ولكن عند استثارتها عبر تقنية الاستمطار تكون تحت تاثير مزدوج اللقاح الطبيعي والصناعي فتكون نسبة هطول المطر اعلى وقوعا وكماً.

الثالثة: طريقة الانبعاث الأيونى وتم استخدام هذه الطريقة بسلطنة عمان وسيتم شرحها بالتفصيل لاحقا فى تجربة سلطنة عمان فى الاستمطار الصناعى.

ما هي فوائد الاستمطار الصناعي

هنالك العديد من الفوائد التي يُقدمها استمطار السّحب، وهي على النحوّ الآتي:

١- مساعدة الدول التي تعاني من المناخ الجاف، وذلك من خلال تحسين وضعها الاقتصاديّ.

٢- زيادة مخزون المياه الذي يتم استخدامه في الزراعة.

٣- المساهمة في تعديل المناخ.

٤- تحقيق بعض الأهداف الاستراتيجية سواء أكانت بعيدة أو قصيرة المدى، مثل زيادة كثافة

الغطاء النباتي الصالح للرعي، وإعادة ملء السدود، وزيادة مخزون المياه الجوفية.

٥- تقليل حدوث الأعاصير.

٦- تطهير الأجواء وتغيير الطقس وزيادة عملية البناء الضوئي وزيادة وصول أشعة الشمس إلى الأرض.

ما هي سلبيات برنامج الاستمطار الصناعي

على الرغم من الفوائد التي يُقدّمها الاستمطار الصناعيّ إلّا أنَّه يحمل في ثناياه العديد من السلبيات، وهي على النحوّ الآتي:

١- حرمان المناطق البعيدة عن السواحل والمحيطات من مياه الأمطار؛ وذلك عندما تحدث عمليات الاستمطار بالقرب من المناطق الساحلية، وقد ينشأ عنها أزمات سياسية في البلاد.

٢- امتصاص الماء في التربة وتقليل تركيز بخار الماء في الغلاف الجوي فوق الأرض، وهذا قد يؤدي إلى انتقال بخار الماء من المحيط إلى الأراضي الصحراوية فيزيد من تبخر مياه المحيطات.

٣- زيادة درجات الحرارة خلال النهار وانخفاضها بشكل كبير في الليل.

٤- انخفاض في مستوى غاز ثاني أكسيد الكربون وذلك بسبب زيادة عملية البناء الضوئي واعتمادها بشكل أكبر على الطاقة الشمسية.

٥- تغيير المناخ المحلي للدولة المستخدمة لهذه التقنية الصناعية إلى حد كبير، ولكن لا يمكن التنبؤ بمدى تأثير عملية الاستمطار على المناخ العالمي بشكل عام.

٦- إلحاق الضرر بالبيئة وخاصةً النباتات والحيوانات، نتيجة استخدام المواد الكيميائية لاستمطار السحب، ولكن اليود الفضي المستخدم ليس له أضرار معروفة على الصحة.

٧- الكلفة المرتفعة جدًا لعملية الاستمطار الصناعيّ، ولهذا لا تستطيع الدول الضعيفة اقتصاديًا من القيام به.

كم تبلغ تكلفة تكنولوجيا الاستمطار الصناعي

تُعدُّ عملية الاستمطار مكلفة جدًا فلا تستطيع الدول الضعيفة اقتصاديًا من القيام بها، وتُقدّر القيمة الاقتصادية المتوقعة لعملية تلقيح السحب بنحو ما يقرب من ٢٤ سحابة متوسطة الحجم إلى ما يقارب خمسة آلاف دولار.

تطوّر عمليات الاستمطار

شهدت عمليات الاستمطار مراحل متعددة، حيث تعود أول محاولة لإسقاط الأمطار بهذه الطريقة إلى القرن السابع عشر، حيث حاول القائد الفرنسي الشهير نابليون بونابرت إطلاق قذائف مدافعه نحو السحب، بغرض تفتيتها وإسقاط الأمطار، ومع التقدم العلمي والتكنولوجي، بدأت بعض الدول تحاول تنفيذ هذا باستخدام بالونات هوائية وطائرات ورقية لإيصال المتفجرات إلى السحب، إلا أن هذه المحاولات باءت بالفشل، وتسببت في حدوث حرائق وكوارث، وفي عام ١٩٤٧م بدأ نجاح هذه العملية، حيث قامت منظمة الكومنولث الأسترالية للأبحاث العلمية والصناعية بتلقيح السحب للحصول على الأمطار، ومنذ ذلك الحين، بدأت عدة دول حول العالم في تطوير هذه التقنيات من أجل الوصول إلى نتائج أفضل، وأصبحت الولايات المتحدة الأمريكية والصين وأستراليا من الدول الرائدة في عملية الاستمطار الصناعي، وفي عام ٢٠٠٦م بدأت المملكة العربية السعودية في تعميم دراسة تجريبية لاستمطار السحب على المنطقة الوسطى، والتي تشمل الرياض وحائل والقصيم، وذلك بعد نتائج أولية إيجابية حققتها التجربة في منطقة عسير، وفي العام ذاته قامت الأردن بتنفيذ أول عملية استمطار صناعي في منطقة سد الملك طلال، وذلك بمشاركة هيئة الأرصاد الجوية الأردنية وسلاح الجو الملكي الأردني.

استخدام الاستمطار لإيقاف الإعصار

نجح العلم في استخدام الاستمطار الصّناعيّ لوقف الأعاصير، فلقد بدأ هذا المشروع منذ عام ١٩٦١م عندما شرع فريق من علماء شركة جنرال إلكتريك باستخدام بلورات الجليد لإيقاف الأعاصير والتقليل من نتائجها المدمرة، بحيث اعتمدوا مبدأ نشر يوديد الفضة على السحب التي تكّون الإعصار، والتي تعمل على توقف نمو الإعصار وتبديده بشكل مؤقت، وتم عمل تحليل لهذا الإعصار الذي بدا أنه سيضعف حتى بدون نشر يوديد الفضة عليه، ولكن تمَّ وقف مشروع بذر الأعاصير بسبب التكلفة المرتفعة لهذا المشروع، وتعدد سلبيات الاستمطار.

الدول الرائدة فى هذا المجال

وتشهد تقنيات الاستمطار الصناعي رواجًا كبيرًا للتغلب على تغير المناخ ومن أشهر الدول التي تلجأ إلي تلك التقنيات الصين، حيث تمتلك حاليًا أكبر برنامج في العالم للاستمطار الصناعي واستخدمته مؤخرًا وتحديدًا في يونيو من العام الماضي ٢٠٢١ لتصفية السماء من الغيوم لتهيئة المناخ للاحتفال بذكرى مرور مائة عام على تأسيس الحزب الشيوعي الحاكم في الصين.

وكذلك تستخدم أمريكا تقنيات متطورة في هذا المجال وتحديدًا في بعض المناطق الجافة، والهند التي زادت من عمليات الاستمطار في عدد من ولاياتها لمواجهة الجفاف وكذلك اثيوبيا والسعودية والاردن والامارات وسلطنة عمان والمغرب.

تجارب بعض الدول العربية في مجال الاستمطار الصناعى

اتجهت أنظار العديد من البُلدان العربية إلى تكنولوجيا الاستمطار الصناعي، في ظل شح المياه والجفاف الذي تُعاني منه بعض المدن في منطقتنا العربية، ولعل انخفاض نسبة الأمطار وتزايد موجات الجفاف، في الفترة الأخيرة أسهم بشكل كبير في تفاقم حدة هذه الأزمة.

وتُعد تكنولوجيا استمطار السحب صناعيًا وتحفيزها على إسقاط محتواها من بخار الماء والمياه الكامنة فيها، من الحلول المطروحة بقوة خلال الفترة الحالية لعلاج قلة نسبة الإمطار وحدة الجفاف عمومًا، ولقد بدأ بالفعل تطبيق هذه التكنولوجيا في أكثر من دولة عربية، خاصة المملكة العربية السعودية وعُمان والإمارات والمغرب والأردن.

وتُشير بعض التقديرات إلى أن التجارب والمحاولات التي تمت في البُلدان العربية هذه، نسب النجاح فيها متفاوتة، ولكن استخدام تكنولوجيا استمطار السحب صناعيًا لم يعد خيارًا، بل أصبح أمرًا ضروريًا خاصة في ظل تداعي المشكلات الناتجة عن تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري وتكرار موجات الجفاف وزيادة حدتها بشكل ملفت خلال الفترة الأخيرة.

استمطار السحب صناعيًا في الإمارات

تُعتبر دولة الإمارات العربية المتحدة، من أوائل الدول في منطقة الشرق الأوسط والمنطقة العربية، التي خاضت تجربة الاستمطار الصناعي؛ حيث أجرت إدارة دراسات الغلاف الجوي التابعة لوزارة شؤون الرئاسة، بالاشتراك مع إدارة دراسات البحوث الفضائية الأميركية «ناسا»، العديد من الأبحاث الميدانية في مجال الغلاف الجوي والخصائص الفيزيائية والكيميائية لسماء الإمارات، وقاموا بأول تقييم عن طبيعة الاستمطار الصناعي وتحديد دوره على التوازن الإشعاعي خاصة في المناطق الصحراوية والتعرف على التشويش الذي يحصل على التوازن الإشعاعي الذي قد يؤثر على أنماط الأحوال الجوية على المستوى المحلي.

وفي هذه التجربة قامت الجهات ذات العلاقة بدولة الإمارات بدراسات حديثة؛ لتعزيز مصادر المياه وكيفية تخزينه واستخراجه مجددًا شارك فيها علماء من دول مختلفة و٢٤ مؤسسة؛ حيث استخدمت خلال هذه التجربة الفريدة ١٥ جهاز إحساس بالقمر الصناعي وخمسة نماذج وطائرتين قامتا بإحدى وعشرين طلعة خلال شهرين، استغرقت أكثر من ٨٠ ساعة لرصد الغلاف الجوي والتوزيع الراسي للتلوث والغبار.

بدأت التجربة الإماراتية من شتاء وصيف ٢٠٠١ / ٢٠٠٢؛ حيث نفذت طائرات البحث المخصصة لإجراء هذه التجارب حوالي ٢٠٠٠ طلعة جوية جمعت خلالها محاليل فيزيائية دقيقة من السحب والأمطار مع وصف وتحليل الملوثات ومراقبة الجزيئات الفيزيائية الدقيقة، ولقد أثبتت هذه التجارب المميزات والتعدادات الطبيعية للسحب ومعرفة مدى تجاوبها لتقنية التلقيح بواسطة أجهزة استمطار السحب صناعيًا.وفي مطلع عام ٢٠٢٠، نفذت ٤ طائرات تابعة للمركز الوطني للأرصاد ١٧ طلعة جوية في مختلف مناطق الدولة، وتم إطلاق ما يزيد عن ٥٤٥ شعلة لتحفيز السحب على الاستمطار؛ حيث تتم عملية الاستمطار ضمن سلسلة من الإجراءات التي يقوم بتنفيذها خبراء المركز الوطني للأرصاد، لحقن السحب بالشعلات «صديقة البيئة» والتي يتم تصنيعها محليا وتستغرق عملية الحقن من ٢- ٤ دقائق، ويتم رصد السحب عن طريق الأقمار الصناعية بمعرفة خبراء المركز الوطني الذين يقومون بتوجيه الطائرات إلى السحب المناسبة لتلقيحها ومتابعتها أثناء عملية التلقيح وإطلاق مواد التلقيح لتبدأ هذه المواد بتجميع قطيرات الماء لتصبح كبيرة الحجم ويصبح الهواء غير قادر على حملها لتسقط في صورة أمطار.

وتستهدف عمليات استمطار السحب في دولة الإمارات العربية المتحدة صناعيًا، زيادة الحصاد السنوي من مياه الأمطار ودعم الوضع المائي للدولة وزيادة معدلات الجريان السطحي للأودية وكذلك دعم المخزون الاستراتيجي من المياه الجوفية.

الاستمطار الصناعي في السعودية

ودخلت المملكة العربية السعودية هذا المجال مؤخرًا بداية عام ٢٠٢٠، حيث أصدر مجلس الوزراء السعودي، قرارًا بالموافقة على برنامج استمطار السحب صناعيًا لزيادة معدل سقوط الأمطار في المملكة؛ في ظل ارتفاع معدلات الجفاف.

ويستهدف تطبيق برنامج استمطار السحب صناعيًا، زيادة معدل سقوط الأمطار بنسبة تصل إلى ٢٠٪ عن المعدل الحالي الذي لا يتجاوز ١٠٠ ملى سنويًا، وتأتي الموافقة على تطبيق البرنامج بعد مراجعة الممارسات العالمية، وتنفيذ زيارات ميدانية لمراجعة تجارب دول المنطقة في هذا المجال، في ظل تزايد الضغوط على المصادر المائية خلال العقود الماضية، نتيجة لارتفاع عدد السكان، لاسيما النمو الكبير في قطاعات الصناعة والطاقة والنقل والتعدين والزراعة.

استمطار السحب صناعيًا في الأردن

وتعد دولة الأردن واحدة من الدول التي تُعاني من الجفاف المائي في منطقة الشرق الأوسط والعالم؛ ولذلك قامت دائرة الأرصاد الجوية الأردنية منذ حوالي ٤ سنوات ببدء تجارب الاستمطار الصناعي ، بعد توقيع الحكومة على مذكرة تفاهم مع الحكومة التايلندية للحد من آثار التغير المناخي على البلد الفقير مائيًا، وجاءت هذه الخطوة لمواجهة مشاكل التغيرات المناخية، من خلال إيجاد حلول خلاقة وسريعة وأقل كلفة للعمل على زيادة كمية الهطول، الأمر الذي يتحقق بتقنية الاستمطار الاصطناعي، وبالاعتماد على التجربة التايلندية، كواحدة من أكثر التجارب العالمية في هذا المجال.

الاستمطار الصناعي في مصر

لجات هيئة الارصاد الجوية المصرية، إلى تقنية الاستمطار الصناعي؛ وذلك في تجربة تعاون مع إحدي الشركات الألمانية، لتطبيق تجربة استمطار السحب صناعيًا لاول مرة في مصر ، خاصة في ظل البحث المستمر عن موارد جديدة للمياة بجانب نهر النيل، في ظل تفاقم الأزمة بين مصر وإثيوبيا بشأن سد النهضة.، وبموجب هذا التعاون ستحصل مصر علي تكنولوجيا المطر الصناعي الحديثة من ألمانيا بهدف تهيئ الظروف اللازمة لسقوط المطر. ومازال هذا التعاون فى مراحل الاعداد الاولى.

ويُكمن الهدف الأساسي من إدخال تكنولوجيا استمطار السحب صناعيًا في مصر، في زيادة موارد المياه، في ظل تصاعد الأزمة المصرية الإثيوبية بشأن سد النهضة، وحاجة مصر إلى المزيد من موارد المياه خاصة مع الزياد السكانية المستمرة.

وأعلن الدكتور سعيد خليل؛ رئيس قسم التحول الوراثي في البحوث الزراعية، مؤخرًا، نجاح تجربة استمطار السحب صناعيًا لأول مرة في مصر، مؤكدًا أن التجارب العلمية التي شاركت فيها وزارة الري ومديرية الزراعة أثبتت فاعلية الآلية الجديدة.

ولفت إلى أن نظام الري بواسطة الاستمطار الصناعي يقلل الفترة الزمنية في زراعة الذرة حوالي ١٥ يومًا خلال فترة الإنبات، مُشيرًا إلى إمكانية زراعة عروتين بدلاً من عروة واحدة، موضحًا أن التقنية الحديثة تعمل من خلال الهاتف المحمول، حيث يستطيع المزارع تشغيل عملية الري وهو خارج المزرعة، ولا يحتاج إلا عمال متابعين فقط.

تجربة سلطنة عمان فى تقنية الانبعاث الأيونى فى الاستمطار الاسطناعى

استخدمت السلطنة محطات البواعث الأيونية والتي تعمل على نشر الأيونات سالبة الشحنة، حيث تُنقل هذه الأيونات بواسطة ذرات الغبار والهواء الصاعد إلى السحب لتحفيزها على زيادة التكاثف وبالتالي هطول الأمطار، ولكن تبرز الحاجة إلى توافر ظروف مناخية معينة مثل الرطوبة العالية والتيارات الهوائية الصاعدة من أجل أن تعمل هذه المحطات بكفاءة عالية، حيث يستمر المختصون في وزارة الثروة الزراعية والسمكية وموارد المياه في إجراء الدراسات المناخية والفزيائية والجغرافية لمناطق مختلفة في أرجاء السلطنة لمعرفة المواقع المناسبة لإنشاء محطات جديدة لتعزيز الأمطار لا تقع ضمن نطاق التأثير للمحطات الحالية مثل محافظتي مسندم وجنوب الشرقية.

سلطنة عمان اعتمدت على تقنية الاستمطار الصناعي لدعم مخزونها من المياه الجوفية، من خلال تعزيز كميات هطول الأمطار، باعتبار السلطنة وبحكم موقعها الجغرافي في حزام الدول الجافة وشبه الجافة وقد تم تصنيفها من قبل برنامج الأمم المتحدة للبيئة على إنها شديدة الجفاف في معظم مساحاتها، ويعزى ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة، فمناخ السلطنة رغم أنه يتميز بشتاء معتدل إلا أن الصيف شديد الحرارة حيث تصل فيه درجة الحرارة إلى أعلى من ٤٠ درجة مئوية.

المصادر

- Malkus, JS, and R.H., Simpson, 1964: Modification experiments on tropical cumulus clouds. Science, 145, 541- 548.
- BARRY b. Coble, Air University, Maxwell air force base,ALABAMA, June, 1996.
- Donald Ahrens, 1994, Bibliographical Acknowledgment, Meterology Today, fifth edition, West publishing Co.
- Dennis, A.S 1980, Weather modification by cloud seeding.Academic press, New York.
- Hess, W.N., 1974, Weather & Climate modification. John Wiley & sons, New York.
- Al- Fenadi, Y.S., Desription of cloud seeding experiment in north Libya, proceedings of WASTA 4th gulf water
conference, February 13-12-1999, State of Bahrain, vol. 1, p. 413-451.
- Benaichata, L., Rain enhancement developments in Algeria, the regional seminar on cloud physics and weather modification Damascus, Syria, 17- 20 October 2003, p.53.
- Willoughby, H.E, D.P. Jorgensen, R.A. black, and S.L. Rosenthal, 1985 project stormfury, Ascientific chronicle, 1962- 1983; Bull. Amer. Meteor, Soc., 66, 505-514.

Gagin, A., Neumann, The second Israeli Randomized cloud seeding experiment. Evaluation of Rustts, Journal of Applied Meteorology, 21, 1981, p. 1301- 1311.

- Malkus, J.S, and R.H. Simpson, p. 145.
- William R. Cotton, Colorado state university, Department of atmosphirce, fort Collins, Co 80523, Weather modification by cloud seeding- Astatus Report 1989-1997.
- Al-Fenadi, Y.S. Description of cloud seeding experiment in north Libya, proceedings of WASTA 4th gulf water conference, February 13- 17-1999, State of Bahrain, vol. 1, pp. 413-451.
- Benaichata, L., Rain enhancement developments in Algeria, the regional seminer on cloud physics and weather modification, Damascus, Syria, 17-20 October 2003, p. 54.
- William R. Cotton, Colorado State University, Department of Atmosphirce, fort Collins, Co 80523, Weather modification by cloud seeding- Astatus Report 1989-1997.
- Klien, D.A., 1978: Enviromental Impacts of Arthficial Ice Nucleeting Agents. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Stronsburg. Pennsylvania.
- R.L. Younger & H.R. Crook shank, 1977, Veterinary Toxicology & Entomology Department of Agriculture, Agricultural Research Service,P.O. Drawer GE, ٧٧٨٤٠ College Station TX, USA.

وزارة الطيران المدنى

الهيئة العامة للأرصاد الجوية

إعـــــلان

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