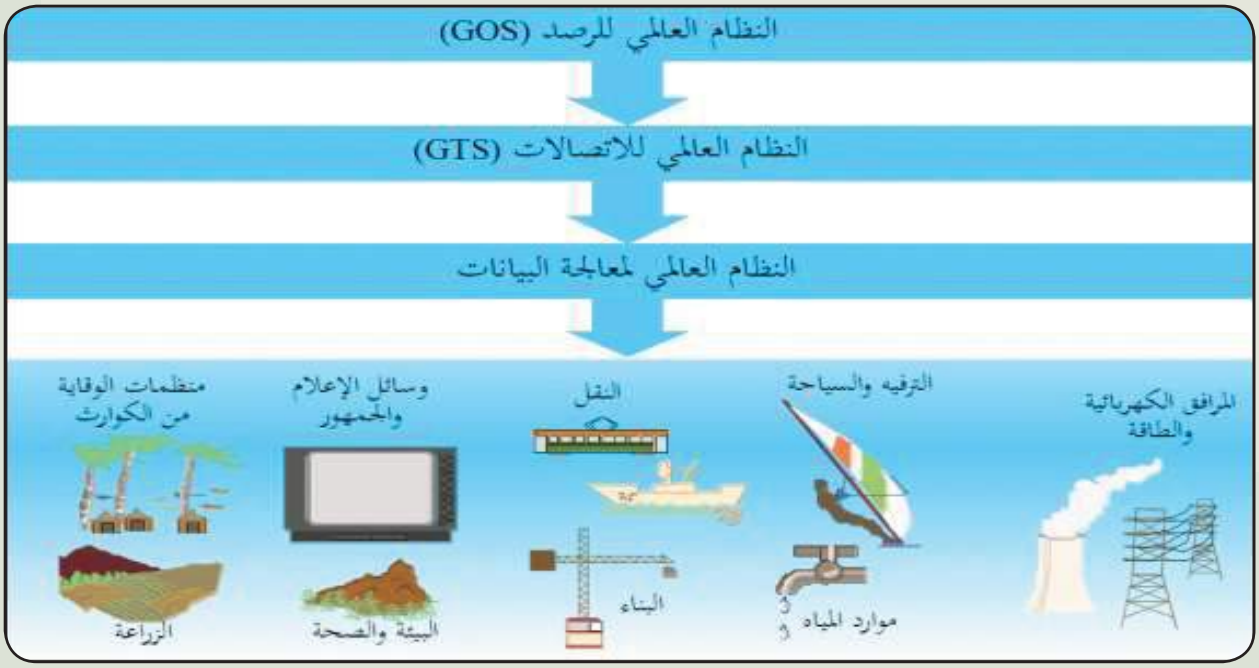
رادارات الأرصاد الجوية

حمزة محمد حمزة
أخصائي أرصاد جوية
بالإدارة العامة للمحطات السطحية

أكد المؤتمر التنفيـذى للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO Executive Council) أن برنامـج المراقبة العالمية للطقس (WWW)، مع اسـتمرار التطوير لعناصـر الرصد والمعلومات ومعالجة البيانات، ما يزال البرنامج الأساسـى للمنظمة الذى يساهم مباشرة فى أنشطة المنظمة الشـاملة وفى جميع برامج تطبيقات المنظمة.. وهو يمثل البرنامج المحورى فى برامج المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، لتوفير معلومات الأرصاد والمعلومات الجيوفيزيائية المتصلة بها لتقديم الخدمات الفعالة فى جميع البلدان.



شكل (١): برنامج المراقبة العالمية للطقس

تقوم المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بالتنسيق والإشراف على برنامج المراقبة العالمية للطقس للتأكد من حصول كل بلد على جميع المعلومات التى يحتاج إليها لتوفير خدمات الطقس وأيضاً لأغراض التخطيط طويل الأمد والبحوث، ويتكون برنامج المراقبة العالمية للطقس من ثلاثة عناصر أساسية ومتكاملة للنظام:

النظام العالمى للرصد (GOS)

يقدم النظام العالمى للرصد عمليات رصد عالية الجودة وموحدة للغلاف الجوى وسطح المحيطات من جميع أنحاء العالم ومن الفضاء الخارجي، و يعتبر مكون رئيسى ضمن النظام العالمى المتكامل للرصد التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WIGOS)

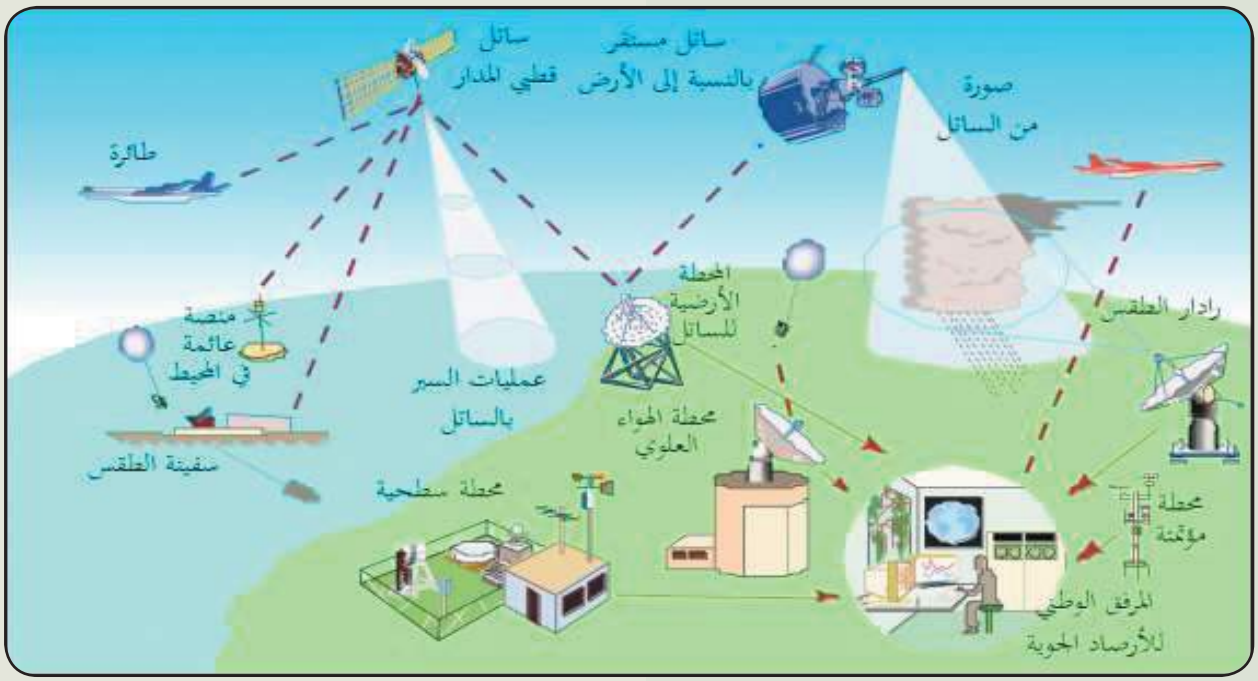
النظام العالمى للاتصالات (GTS)

يضمن النظام العالمى للاتصالات تبادل بيانات الأرصاد الجوية والنواتج المعالجة والمعلومات المتصلة بها بين المرافق الوطنية للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا فى الوقت الفعلي، وهو مكون رئيسى ضمن نظام المعلومات التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WIS) حيث يستخدم شبكات مخصصة على الأرض وفى الفضاء، بما فى ذلك تكنولوجيات الإذاعة الصوتية والفيديوية، ويستخدم النظام الإنترنت أيضاً بكثافة.

النظام العالمى لمعالجة البيانات والتنبؤ (GDPFS)

يوفر النظام العالمى لمعالجة البيانات والتنبؤ نواتج الأرصاد التى تم معالجتها (التحليل والإنذارات والتنبؤات) وتنتجها شبكة مراكز الأرصاد العالمية ومراكز الأرصاد الإقليمية المتخصصة.

وبالتركيز على النظام العالمى للرصد (GOS) لأهميته كمصدر أساسى لكافة معلومات الغلاف الجوي، حيث يوفر المعلومات لكل بلد للتمكن من استنباط التحاليل والتنبؤات والإنذارات المتصلة بالطقس، وهو نظام متعدد العناصر يتكون من محطات رصد لحالة الغلاف الجوى تقع على سطح الأرض وفى البحر وعلى متن الطائرات وأقمار الأرصاد. يتم تحويل نظام GOS الحالى إلى نظام مركب يضم عدة أنظمة فرعية بحيث يكون النظام الجديد[1] (WIGOS) الذى تم إعادة هيكلته كعنصر أساسى لتحسين فعالية وكفاءة ومرونة هيكل



شكل (٢): النظام العالمى للرصد

(١) النظام العالمي المتكامل للرصد (WIGOS) هو إطار لجميع نظم الرصد التابعة للمنظمة و يشمل على النظام العالمي للرصد(GOS) و برنامج المراقبة العالمية للغلاف الجوي (GAW) ونظام الرصد الهيدرولوجي (WHOS) التابع لبرنامج الهيدرولوجيا وموارد المياه (HWRP) و برنامج المراقبة العالمية للغلاف الجليدى (GCW)

وعمليات المنظمة.

الرصد باستعمال الرادارات

الرصد باستعمال الرادارات مكون رئيسى من مكونات النظام العالمى للرصد (GOS)، فقد أثبتت رادارات الأرصاد الجويه وتصوير مقاطع الريح (Wind profilers) قيمة كبيرة جداً فى توفير البيانات عالية الدقة من حيث المكان والزمان، ولا سيما فى الطبقات السفلى من الغلاف الجوي. وتستخدم الرادارات بشكل أساسى فى التنبؤات القصيرة الأجل لظواهر الطقس القاسيه. تقع رادارات الأرصاد الجويه ضمن فئة أنظمة الاستشعار عن بعد التى تتم من على سطح الأرض (surface-based remote sensing) والذى يقدم الرصدات لبرنامج المراقبة العالمية للطقس.

رادارات الأرصاد الجوية

تستعمل رادارات الأرصاد الجوية لأغراض الأرصاد الجوية التشغيلية وللتنبؤ بالطقس وللبحوث الخاصة بالغلاف الجوى وللملاحة الجوية والبحرية. وتعتبر من الأجهزة المعروفة فى قطاع الأرصاد الجوية التى تساهم فى إنقاذ الأرواح، لأنها تمثل أخر خط دفاع للوقاية من الخسائر فى الأرواح والممتلكات عند حدوث الفيضانات أو العواصف حيث تعمل على مدار الساعة وتقوم بدور حاسم فى عمليات الإنذار الفورى فى الأرصاد الجوية.

كما تقوم الرادارات بعملية كشف وقياس شدة الظواهر المائيه وسرعة الريح وتستعمل للتنبؤ بتشكل الأعاصير المدارية والظواهر المناخية القاسية و كذلك لتتبع مسار العواصف فى مسارها المدمر، كما تسمح الرادارات الحديثة بتتبع العواصف الكبيرة والصغيره، كما تقوم بتوفير المعلومات الخاصة بالرياح العالية والبرق، كما تعتبر من الخدمات الأساسية لخدمة الأحوال الجوية للطيران مثل الكشف عن ظروف تكون الجليد على سطح الطائرات وتجنب الطقس السيئ من أجل الملاحة.

أنواع رادارات الأرصاد الجوية

يمكن تقسيم رادارات الأرصاد الجوية لأربع أنواع رئيسية، أشهرهم هو رادار الطقس، أما النوع الثانى فهو رادار تصوير مقاطع الرياح (Wind profilers) ويوفر بيانات الرياح فوق الرادار مباشرة وإذا ما جرى تزويد هذا الرادار بنظام صوتي- راديو (RASS)، فيمكنه قياس درجة الحرارة الافتراضية للجو بدلالة الارتفاع، وتقع نطاقات الترددات التى تستعملها ما بين ٥٠ و٤٠٠ و١٠٠٠ و١٣٠٠ ميجا هيرتز.. أما النوع الثالث من الرادارات وهو الأقل شيوعا، فهو الرادار المساعد (auxiliary radar) الذى يستخدم لتتبع موجات الراديو أثناء الطيران. والنوع الرابع هو رادارات السحاب، وتستخدم دراسة الخواص الميكروفيزيائية للسحاب والجسيمات الأخرى المتواجده ضمن نطاق ترددها وهو ما بين ٣٥ و ٩٤ جيجا هيرتز.

ما هو الرادار

تختلف أنظمة الرادار فى التصميم وفى الغرض، ولكنها تعمل على المبادئ العامة نفسها، الهدف من استخدام الرادار هو تحديد إحداثيات مواقع الأهداف الثابتة والمتحركة فى الفضاء، عن طريق تحديد المسافة وكذلك الاتجاه والسرعة إذا كانت متحركة وكذلك تحديد طبيعة هذه الأجسام إن أمكن.. كلمة رادار (RADAR) تعنى كشف وتحديد البعد بموجات الراديو (Radio Detection And Ranging).. تعتمد نظرية عمل الرادار فى تحديد مواقع الأهداف والمسافة والوضع الزاوى بالنسبة لموقع جهاز الرادار واتجاه مرجعى محدد، على طبيعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية وانعكاسها بعد اصطدامها بالأجسام، وانتشار الموجة المنعكسة فى جميع الاتجاهات من بينها اتجاه موقع جهاز الرادار نفسه.

يقوم جهاز الرادار بإشعاع موجة كهرومغناطيسية ذات مواصفات خاصة فى الفراغ المحيط به، والانتظار حتى تصطدم تلك الموجة بالهدف ويرتد جزء منها مرة أخرى نحو جهاز الرادار،فيقوم الردار بتحليل الإشارة المرتدة التى يستنتج منها المدلولات الخاصة بالهدف. وتعتبر الفترة الزمنية بين انطلاق الموجة واستقبالها مرة أخرى بعد ارتدادها من الهدف، مقياس للمسافة التى تفصل الهدف عن جهاز الرادار، حيث تقطعها الموجة ذهاباً وإياباً متحركة بسرعة انتشار الضوء والتى يستخدمها جهاز الرادار لتقدير مسافة الهدف.تعتمد فكرة تحديد الرادار للوضع الزاوى للهدف، على استخدام هوائى خاص يركز طاقة الموجة الكهرومغناطيسية فى حيز ضيق من الفراغ مركز حول محور الهوائي، فيكون الاتجاه الزاوى للهدف هو نفسه اتجاه محور الهوائي، وعادة ما يقاس الاتجاه الزاوى للهدف بقياس الاتجاه الأفقى منسوباً إلى اتجاه مرجعى معين غالباً ما يكون اتجاه الشمال المغناطيسي، وقياس زاوية الارتفاع.

ظهرت فكرة استخدام الموجات الكهرومغناطيسية لكشف الأهداف مع اكتشاف الأمواج الكهرومغناطيسية فى عام ١٨٨٧م على يد الفيزيائى الألمانى هنيرتش هيرتز (Heinrich Hertz) والذى اكتشف أيضاً أن هذه الأمواج تنعكس عند اصطدامها بالأجسام المعدنية والعازلة.. شارك مجموعة كبيرة من العلماء والمهندسين فى اختراع وتطوير

الـــرادار، فكـان أول رادار استخدم أمواج الراديو للكشف عن الاجسام المعدنية وتحديد مواقعها فى ١٩٠٤ بواسطة العالم الألمانى كربستيان هيلسمير (Christian Hülsmeyer) والـذى قـام باستعراض كيفية رصد باخرة فى البحر فى ضباب كثيف. وقد حصل على براءة الاختراع فى نفس العام مقابل نجاحه فى تطبيق هذه الفكرة.. ومع ذلك يعتبر نيكولا تيسلا (Nikola Tesla) أول من كشف عن امكانية استخدام الترددات للكشف عن وجود السيارات ومسارها.

ولكن الشكل النهائى للردار كان من اختراع الفيزيائى الاسكتلندى روبرت واطسون وات (Watson wat) الذى أظهر إمكانيات الـرادار الكاملة أثناء عمله فى المركز البريطانى للأرصاد الجوية لمراقبة العواصف، حيث صمم أجهزة باستخدام موجات الراديو فى عام ١٩١٧م للتنبؤ بالعواصف الرعدية، ثم صاغ واتسون وات عبارة «الأيونوسفير» فى عام ١٩٢٦م، وعليه تم تعيينه مديراً للبحوث المختصة بأشعة الراديو فى المختبر الفيزيائى الوطنى البريطانى فى عام ١٩٣٥م، حيث تمكن من إكمال بحثه لتطوير نظام رادار يمكنه تحديد موقع الطائرات، ليحصل على براءة اختراع بريطانية.

رادار الطقس

يستخدم رادار الطقس لمراقبة والتنبؤ بحالة الطقس، يقدم بيانات فى منطقة دائرية تقع حول موقعه تحدد نوع العواصف وسرعتها واتجاهها والرياح القادمة ووقت وصولها.. كما يستخدم فى قياس سرعة الأمطار ووصولها إلى الأرض.. فى هذا المقال سيتم شرح عمل الرادارت القائمة على تأثير دوبلر، للتمييز عن الرادار الضوئي، ليدار(LiDAR)، اختصاراً لقياس وكشف المدى باستخدام الضوء (Light Detection and Ranging).

يعمل رادار دوبلر حسب مبادئ تأثير دوبلر[٢]، والذى يستخدم فى قياس سرعة الاجسام المتحركة. حيث يقوم جهاز الرادار بإرسال موجة مستمرة بتردد ثابت معروفة على جسم متحرك،

شكل (٣): رادار الطقس

ويستخدم الهوائى نفسه فى كل من الإرسال والاستقبال، وعند ارتدادها عن الجسم يتم حساب التعديل فى التردد والذى منه يمكن سرعة الجسم. حيث تنعكس الموجات عند تردد أعلى من التردد المرسل عندما تصطدم الموجة المرسلة بهدف قريب من الرادار، وعندما يكون الهدف مبتعدًا عن الرادار فإن الموجة المرتدة تصبح ذات تردد أقل، وكلما كان الهدف أسرع كان الفرق أكبر بين تردد الموجة المرسلة وتردد الموجة المنعكسة، وبقياس الفرق فى التردد يتم تحديد سرعة الهدف المراقب.

فى حالة موجة كهرمغناطيسية يكون تأثير دوبلر النسبى Doppler relativist effect، تكون العلاقة بين التردد المرصود f والتردد المرسل F هي:

$$F = \sqrt{\frac{1-\beta}{1+\beta}} f \quad \beta = \frac{v}{c_0} \qquad (١)$$

v هى سرعة المصدر بالنسبة للمتلقي.

C٠ سرعة الضوء فى الفراغ.

وهذه المعادلة تبين أن تأثير دوبلر يعتمد على السرعة بين المصدر والهدف.

وتصمم رادارات الطقس للعمل على ترددات مختلفة، والجدول التالى يمثل مدى الترددات الشائعة الاستعمال فى رادارات الطقس.

وتكون الرادارات العاملة على ترددات منخفضة فعالة أكثر من العاملة على ترددات مرتفعة فى اختراق الغيوم والضباب والمطر، ومن ناحية أخرى تعطى الرادارات ذات الترددات العالية قياسات دقيقة وبهوائيات أصغر من المستخدمة فى الرادارات ذات الترددات المنخفضة..

مدى الترددات الرئيسية لرادارات الطقس (٣)

اسم المدى الشائع استعماله فى الأرصاد الجوية	مدى التردد (ميجا هيرتز)	طول الموجة (سم)
S	٢٧٠٠ - ٢٩٠٠	١٠,٧
C	٥٢٥٠ - ٥٧٢٥ بشكل أساسى (٥٦٠٠ - ٥٦٥٠)	٥,٤
X	٩٣٠٠ - ٩٥٠٠	٣,٢ - ٢,٥

يعتمد اختيار مدى التردد المناسب «أو طول الموجة» على الانعكاسية (Reflectivity) وإضعاف المطر للموجه (rain attenuation) ودقة متغيرات الأرصاد الجوية وكذلك التكلفة.

الانعكاسية (Reflectivity)

الانعكاسية هى مصطلح خاص بالرادار يشير إلى قدرة هدف الرادار على إعادة الطاقة وهى مقياس للقدرة العائدة، و تستخدم الانعكاسية لتقدير شدة الهطول ومعدل سقوط المطر. وترتبط انعكاسية المطر بسماحية الماء النسبية وقطر القطرة D وطول الموجة A والعلاقة بين الانعكاسية Z ومعدل سقوط المطر R .

$$Z = AR^b \qquad (٢)$$

حيث إن A و b ثوابت، A ثابت الانتشار (scattering constant) و b مضاعف المعدل (rate multiplier) وترتبط هذه الثوابت بتوزيع حجم قطرة المطر الذى يختلف وفقاً لنوع المطر وشدته. ويعبر عن الانعاكاسية Z بوحدات $mm6/mm^3$ وعن R بوحدات mm/h .

تعتبر الانعكاسية الأساسية (Base reflectivity) من النواتج الأساسية للرادار وهى تستخدم فى تطبيقات رادار الطقس المتعددة، أهمها تقدير معدل سقوط الأمطار، وهى شدة النبضات العائدة وتحسب من المتوسط الخطى للقدرة العائدة، وأفضل قيمه لها أقل من 1db.

إضعاف الموجة (Attenuation)

تتعرض الموجات الكهرمغنطيسية عند انتشارها فى الجو للإضعاف نتيجة بخار الماء والامتصاص الغازى والأمطار، ويحدث أكبر إضعاف للموجه نتيجة الأمطار خاصة الأمطار الغزيرة، وهو من العوامل المؤثرة فى اختيار مدى تردد الرادار حيث إنه يقل مع الأطوال الموجية الطويلة.

وعلى ذلك فإن نطاق التردد (S) يعتبر أفضل اختيار من حيث الدقة وأداء طويل المدي، نتيجة القيم المنخفضة لإضعاف الموجة بسبب الامتصاص الغازى والأمطار، لكن تعتبر هذه الرادارات مكلفة جداً

(٢) نسبة إلى العالم الفيزيائي النمساوي كريستيان دوبلر، و هو التغيير في طول (wavelength) أو تردد (Frequency) موجة ما بالنسبة لمتلقي في حالة حركة نسبية (يبتعد أو يقترب من مصدر الموجة). وقد سمي بهذا الإسم بعد نشر كريستيان دوبلر Christian Doppler لورقة بحثية سنة ١٨٤٢حول الضوء الملون للنجوم الثنائية وبعض الأجرام السماوية الأخرى .

(٣) القيم الفعلية لترددات كل مدى مذكورة فى المعيار المتفق عليها (IEEE ٢٠٠٢)

بسبب الحاجة لهوائيات أكبر وعتاد أكبر حجماً لتلبية المتطلبات من هذا النطاق. ويكون معدل إضعاف الموجة فى الرادارات ذات نطاق التردد (C) أكبر بحوالى من ٦ إلى ٨ أضعاف من الرادارات ذات التردد (S) وهذا يمكن أن يؤثر بشكل كبير على عملية التنبؤ بالعواصف خاصة فى ظروف الأمطار الغزيرة. وهى تكشف المطر على مدى قد يصل إلى ٢٠٠كم لكن الدقة لا تزيد على ١٠٠ كم.. لذلك تستخدم الرادارات ذات نطاق التردد (C) فى المناطق ذات المناخ المعتدل والبلدان ذات المساحات الجغرافية الصغيرة نسبياً والتى تحتاج إلى التغطية كما أن تكلفتها أقل لاستخدامها قدرة أقل وهوائيات أصغر.. على الرغم من معدل إضعاف الموجة فى الرادارات ذات المدى (X) أكبر بحوالى ١٠٠ ضعف من الرادارات ذات التردد (S) وأكبر بحوالى ١٥ ضعفاً من الرادارات ذات التردد (C)، إلا أنها تمتاز بحساسية أكبر فى الكشف عن الجزيئات الصغيرة لذا تستخدم فى دراسات السحب لإمكانها كشف جزيئات الماء الدقيقة جداً والكشف عن التغيير فى الرياح «قص الرياح» لأغراض الطيران.. كما تمتاز بإمكانية استخدامها كرادارات متنقلة حيث إن مدى قياسها قصير جداً، حوالى ٥٠كم.

إن الهيئة العامه للأرصاد الجوية بصدد تركيب ثلاث الرادارات ذات نطاق (C) من فئة الرادارات ثنائية الاستقطاب (Dual-polarization)، واحياناً تسمى بالرادارات الاستقطابية (Polarimetric)، وهى رادارات ترسل نبضات موجية فى كلا القطبين الأفقى (h) والرأسى (v) لاستشعار أشكال الأجسام المنتشرة عن بعد. وتمتاز الأنظمة الاستقطابية بالعمل على تحسين تقدير معدل سقوط الأمطار وجودة البيانات والكشف عن مخاطر الأحوال الجوية.

يمكن تحسين تقدير معدل سقوط المطر باختيار أفضل قيم للثوابت المذكورة (A وb) فى المعادله (٢) بالاعتماد على أن ميل قطرات المطر إلى التسطح يزيد بزيادة حجم قطرة المطر فى الاتجاه الأفقي. كما تعتبر الخوارزميات التى تستخدم الطور التفاضلى[٤].

(Differential phase) ($\phi h - \phi v$)

وإضعاف الموجه التفاضلى (differential attenuation) وسيلة أخرى للتحسين. كما يتم استخدام قياسات إضعاف الموجه التفاضلى فى خوارزميات من أجل التمييز بين المطر والثلج و أيضاً لقياس كمية الماء السائل والجليد فى السحب.

أوجه القصور فى رادارات الطقس

يستخدم الرادار لقياس كمية المطر داخل السحب ولكن هناك ظواهر طبيعية وبشرية وأخطاء تقنية تساهم فى ظهور أشكال غير طبيعية أو غير مألوفة على صفحة الرادار، ومن أبرز تلك المشاكل:

١- كروية الأرض:

حيث إن شدة الصدى الناتج عن الظاهرة الجوية يتناقص كلما ازدادت المسافة الفاصلة عن الرادار، كلما ابتعدنا عن الرادار كلما زاد ارتفاع حزمته عن سطح الأرض وزاد اتساعها، وسبب ذلك هو تحدب الكرة الأرضية وزاوية ارتفاع الحزمة.

لذلك تساهم كروية الأرض فى عدم مقدرة الرادار على رصد الأمطار البعيدة بشكل واضح مثل القريبة، و بالتالى تظهر أخطاء عديدة فى رصد شدة الأمطار ونوعها وحتى شكلها، فمثلا تظهر الأمطار فى أطراف الرادار على شكل نقاط غير واضحة أو أشكال غير مألوفة، حيث أنه كلما اقتربنا من مركز الرصد زادت الدقة والعكس صحيح. كما ينتج تناقص فى نسبة الأحداث الجوية التى تشعها الحزمة الذى يجعل الرادار أن يلتقط الأجزاء العليا من الظاهرة الجوية فقط دون الأجزاء السفلية. لذلك يتم توزيع العديد من الرادارات فى شبكة مسافات لتغطى مناطق شاسعة الأطراف مثل البلدان أو فى بعض الأحيان أجزاء من القارات لكشف تطور الظواهر الجوية وتتبعها.

٢- نطاق تردد الرادار:

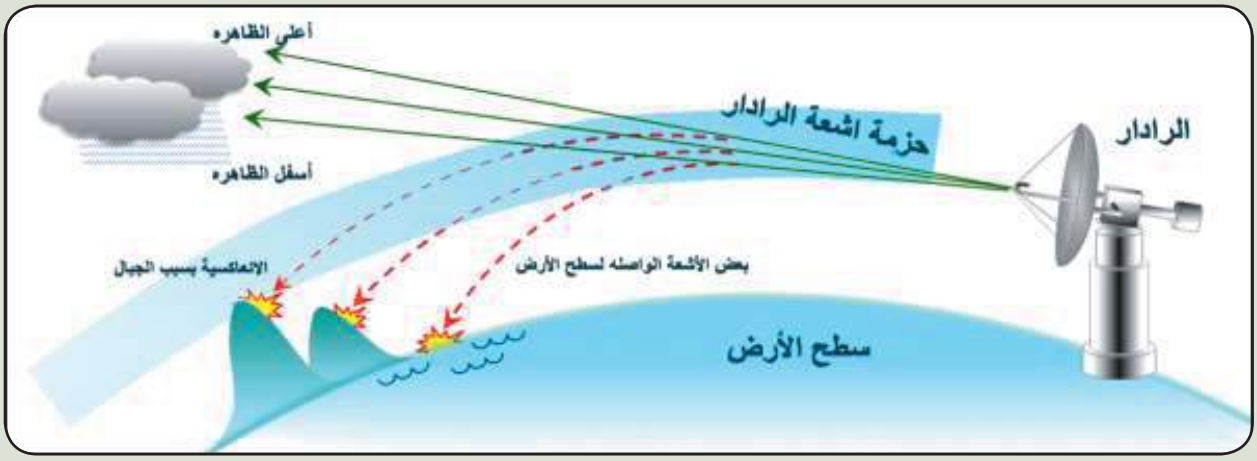
يحدد رادار الطقس المسافة الفاصله بينه وبين الأهداف عن طريق قياس زمن الإشارة ذهاباً وإياباً إلى موقع الرادار ويرتبط الزمن بطول مسار الإشارة ودقة القياس التى تعتمد بالتالى على زمن الذهاب والعودة، وتحدد الحافة الأمامية[٥] (leading edge) أو الخلفية الذبذبة (trailing edge) وقت وصول الذبذبة الراجعة وكلما كان قصيراً زادت دقة القياس.

يتناسب عرض نطاق التردد المطلوب لعمل الرادار مع أقصر زمن انتقال

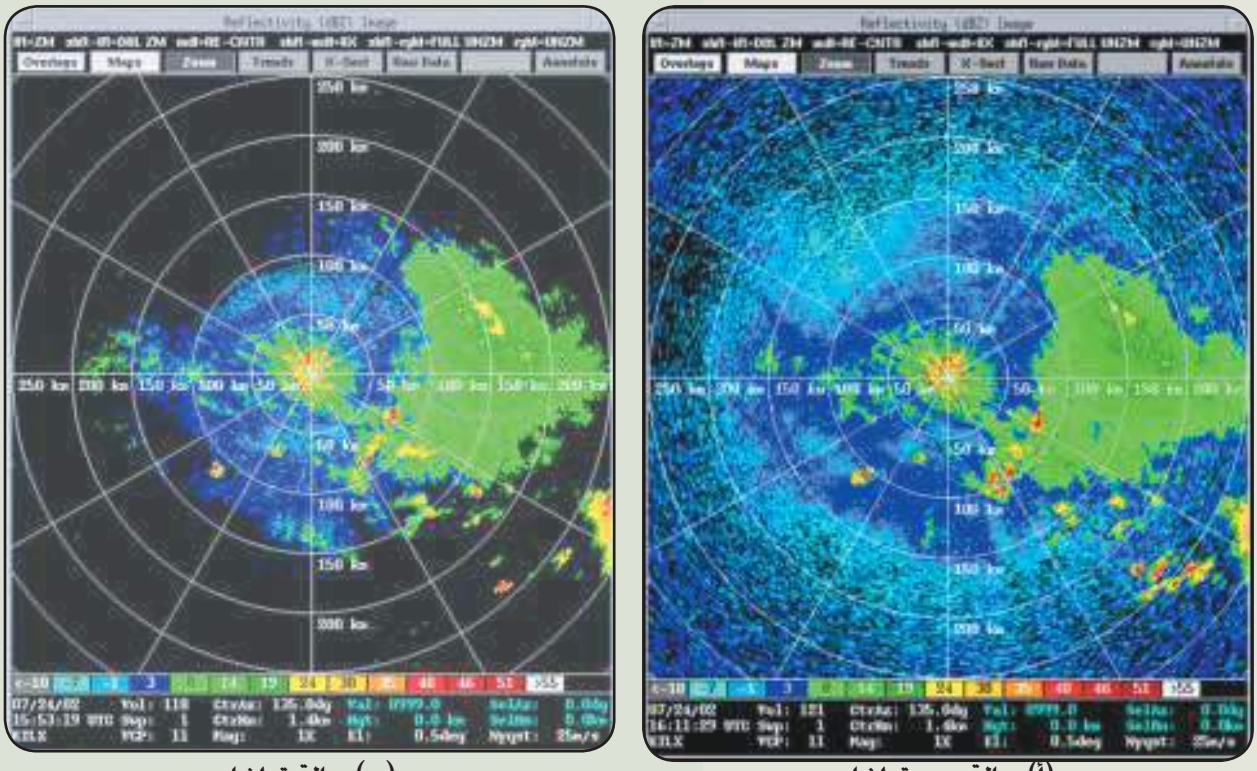
---

(٤) الطور التفاضلي هو مقارنة لفرق الطور العائد بين النبضة الأفقية والنبضة العمودية. وفارق الطور سببه الاختلاف في عدد الدورات الموجيه(أو طول الموجات) على مسار انتشار الموجات ذات الاستقطاب الأفقي والعمودي.و يعتبر الطور التفاضلي مؤشر لـ "تأثير الانتشار"(propagation effect) المستخدم فى تقدير معدل الأمطار و الإضعاف الناتج عن الأمطار .إضعاف الموجه التفاضلى هو الفرق فى فقد قدرة لاشارتين بسبب انتشار الموجه نتيجة الاستقطاب.

(٥) الحافة الأمامية هى بداية الذبذبة و الحافة الخليفة هى نهايتها.



شكل (٤): رسم وصفى لزيادة ارتفاع حزمة الرادار بزيادة المسافة



(ب) حالة تداخل

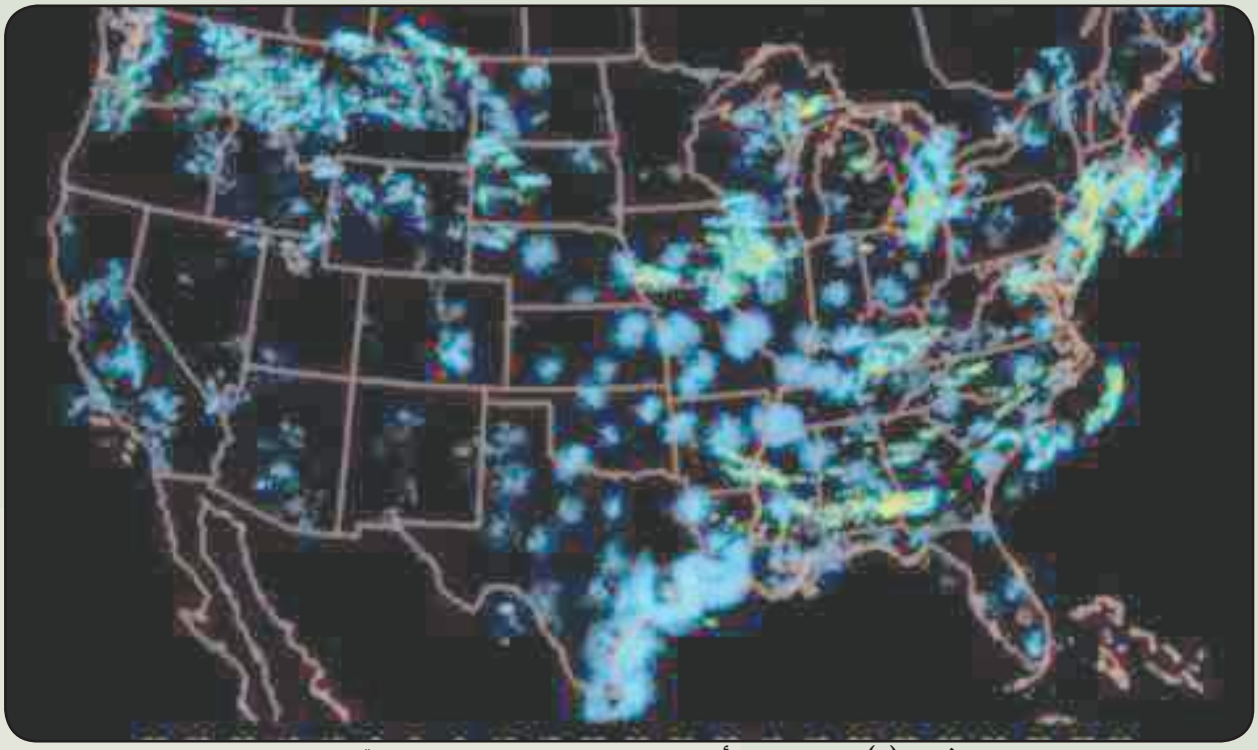
(أ) حالة عدم تداخل

شكل(٥): مقارنة بين حالتى التداخل وعدم التداخل فى قياس الهطول من رادار الطقس

للذبذبة، الذى يلزم أن يكون الطور خطياً فى جهازى الإرسال والاستقبال فى نطاق عريض نسبياً، وهذا غير متاح عملياً حتى لو تم إضافة مرشحات إضافية فإن دقة النظام سوف تصبح دون المستوى المطلوب كما يتأثر الأداء نتيجة التداخل فى سعة النطاق اللازم للرادار.

٢- شروق أو غروب الشمس:

عندما تكون الشمس فى أقل ارتفاع لها فى الأفق بسبب الشروق أو الغروب، فإن الرادار يستقبل طاقة كبيرة منعكسة بسبب انعكاس أشعة الشمس على ذرات الغبار أو التلوث أو على المبانى العالية أو على الجبال المرتفعة فبالتالى تظهر أشكال غير مألوفة أو غير طبيعية على صفحة الرادار.. كما أن انعكاس أشعة الشمس بحد ذاتها بشكل مباشر على الرادار عندما تكون أفقية قد تسبب مشاكل للرادار.



شكل(٦): انعكاسات أسراب الطيور المهاجرة على صفحة الرادار

٤- الظواهر البشرية الأرضية:

فى حالات معينة إذا كان الرادار على ارتفاع منخفض يمكن أن يرصد حركة المرور على الطرق المجاورة له أو يرصد المبانى ضمن حدود تغطيته فتظهر كأشكال مختلفة على صفحة الرادار.

٥- عبور الطائرات:

عند عبور الطائرات على مستويات معينة من طبقة التروبوسفير فإن العوادم الناتجة من عملية احتراق الكيروسين فى محركات الطائرة تتكثف لتتشكل خطوط فى السماء تستمر لعدة دقائق وتختفى حسب الموسم، هذه الخطوط قد ترصدها الرادارات حسب كثافتها وارتفاعها فتظهر على شكل خطوط سرعان ما تختفى علي صفحة الرادار.

٦- الغبار:

فى البلدان ذات المناخ الصحراوى يساهم الغبار العالق المتكرر، خاصاً إذا كان كثيفا فى أن يرصده الرادار، كما أن الرادار قد يرصد موجات الغبار الضخمة المرتفعة لتظهر بأشكال مختلفة على صفحة الرادار.

٧- الحرائق والانفجارات:

يمكن للرادار بسهولة أن يرصد أى حريق إذا كان قوى ومرتفع أو يرصد الانفجارات الطبيعية كالبراكين أو البشرية كالأعمال الإرهابية أو أعمال الهدم وغيرها.

٨- تلوث الهواء الشديد:

يساهم التلوث الشديد فى سيطرة سحب دخانية على سماء المدن الكبيرة وعند شروق أو غروب الشمس يزداد انعكاس ذرات التلوث العالقة فى الجو فيسجلها الرادار على شكل سحب دخانية أو نقط متناثرة فى صفحة الرادار.

٩- مرور أسراب الطيور:

يسجل الرادار انعكاسات أسراب الطيور المهاجرة فى السماء وإذا كانت بأعداد كبيرة تظهر على صفحة الرادار كنقاط متجمعة تتحرك باتجاه واحد غالبا.

فى الشكل (٦)، الدوائر الزرقاء المنقوشة عبارة عن طيور سجلت بالتزامن مع نصف ساعة بعد غروب الشمس المحلى فى الولايات المتحدة، وتعتبر نمط نموذجى لمجموعات كبيرة من الطيور تستعد للهجرة.

كما كشفت صور رادار الطقس فى الولايات المتحدة هذا العام عن اقتراب عاصفة رعدية، الغريب والذى حير خبراء الأرصاد الجوية أن الجو كان صافى ولا يوجد أى مؤشر لهطول أمطار أو هبوب عواصف رعدية، ولكن بالتحليل الدقيق اكتشفوا أن هذه الصور تمثل سرب من أنواع الخنافس الضخمة تتحرك ككتلة واحدة كبيرة فى السماء.